

# Sommaire

## PATHOLOGIE INFECTIEUSE

5            **Apparition d'encéphalomyélite aviaire au Sénégal.** Cardinale E., Dayon J.F., Kaboret Y., Pene G., Faye M., Doyen B. (*en français*)

9            **Maladies virales du cheval au Pantanal, Brésil. Etudes réalisées entre 1990 et 1995.** Silva R.A.M.S., Dávila A.M.R., Iversson L.B., Abreu U.G.P. (*en anglais*)

## PATHOLOGIE PARASITAIRE

13           **Caractérisation morphologique de l'armature génitale des hybrides mâles et femelles issus de croisements entre *Glossina palpalis palpalis* et *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae).** Vreysen M.J.B., Van der Vloedt A.M.V. (*en anglais*)

19           **Fly Picture Measurement, un nouvel outil informatique pour l'étude des glossines.** Borne F., Petiteau L., Geoffroy B., de La Rocque S., Cuisance D. (*en français*)

23           **Résumé de thèse**

25           **Modélisation de l'occupation de l'espace par les bovins. Applications à l'épidémiologie des trypanosomoses animales.** Michel J.F., Michel V., de La Rocque S., Touré I., Richard D. (*en français*)

35           **Foyer d'infection à *Trypanosoma vivax* chez un troupeau de bovins laitiers dans le Pantanal, au Brésil.** Silva R.A.M.S., Ramirez L., Souza S.S., Ortiz A.G., Pereira S.R., Dávila A.M.R. (*en anglais*)

39           **Epidémiologie des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire.** Komoin-Oka C., Zinsstag J., Pandey V.S., Fofana F., N'Depo A. (*en français*)

47           **L'aérostose ovine au Niger : enquête de prévalence et traitement par le closantel.** Tibayrenc R., Roua B., Moumouni R., Garba D., Alassane O., Dorchies Ph. (*en français*)

## RESSOURCES ALIMENTAIRES

55           **Rendement et composition de banques de fourrages sur le plateau de l'Adamaoua au Cameroun.** Enoh M.B., Yonkeu S., Pingpoh D.P., Messine O., Maadjou N. (*en anglais*)

63           **Compte rendu de thèse**

## RESSOURCES ANIMALES

65           **Performances de veaux croisés taurins x zébus Gudali allaités artificiellement dans la zone tropicale montagneuse du Cameroun.** Tawah C.L., Mbah D.A., Enoh M.B., Messine O. (*en anglais*)

71           **Hormones thyroïdiennes iodées libres plasmatiques chez le dromadaire.** El Khasmi M., Derouiche A.F., Riad F., Benouhoud M., Davicco M.J., Coxam V., Safwate A., Barlet J.P. (*en français*)

77           **Concentrations du glutathion érythrocytaire chez des moutons nigériens de la région du Sahel.** Igbokwe I.O., Bah G.S. (*en anglais*)

# Contents

## INFECTIOUS DISEASES

5            **Appearance of avian encephalomyelitis in Senegal.** Cardinale E., Dayon J.F., Kaboret Y., Pene G., Faye M., Doyen B. (*in French*)

9            **Equine viral diseases in the Pantanal, Brazil. Studies carried out from 1990 to 1995.** Silva R.A.M.S., Dávila A.M.R., Iversson L.B., Abreu U.G.P. (*in English*)

## PARASITIC DISEASES

13           **Morphological characterization of the genital armature of male and female hybrids from crosses between *Glossina palpalis palpalis* and *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae).** Vreysen M.J.B., Van der Vloedt A.M.V. (*in English*)

19           **Fly Picture Measurement, a new software tool to study tsetse flies.** Borne F., Petiteau L., Geoffroy B., de La Rocque S., Cuisance D. (*in French*)

23           **Dissertation summary**

25           **Modeling cattle land use. Applications to the epidemiology of animal trypanosomoses.** Michel J.F., Michel V., de La Rocque S., Touré I., Richard D. (*in French*)

35           **An outbreak of *Trypanosoma vivax* infection in a dairy herd in the Pantanal, Brazil.** Silva R.A.M.S., Ramirez L., Souza S.S., Ortiz A.G., Pereira S.R., Dávila A.M.R. (*in English*)

39           **Epidemiology of parasites of sheep in the Southern-forest zone of Côte d'Ivoire.** Komoin-Oka C., Zinsstag J., Pandey V.S., Fofana F., N'Depo A. (*in French*)

47           ***Oestrus ovis* infection in Niger: prevalence survey and closantel treatment.** Tibayrenc R., Roua B., Moumouni R., Garba D., Alassane O., Dorchies Ph. (*in French*)

## FEED RESOURCES

55           **Yield and composition of fodder banks on the Adamawa plateau of Cameroon.** Enoh M.B., Yonkeu S., Pingpoh D.P., Messine O., Maadjou N. (*in English*)

63           **Dissertation review**

## ANIMAL RESOURCES

65           **Performance of taurine x Gudali zebu crosses subjected to artificial suckling in the tropical highlands of Cameroon.** Tawah C.L., Mbah D.A., Enoh M.B., Messine O. (*in English*)

71           **Plasma free iodinated thyroid hormones in camels.** El Khasmi M., Derouiche A.F., Riad F., Benouhoud M., Davicco M.J., Coxam V., Safwate A., Barlet J.P. (*in French*)

77           **Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian sheep in the Sahel region.** Igbokwe I.O., Bah G.S. (*in English*)

# Sumario

## PATOLOGIA INFECCIOSA

5 **Aparición de encefalomiелitis aviar en Senegal.** Cardinale E., Dayon J.F., Kaboret Y., Pene G., Faye M., Doyen B. (*en francés*)

9 **Enfermedades virales equinas en Pantanal, Brasil. Estudios desarrollados de 1990 a 1995.** Silva R.A.M.S., Dávila A.M.R., Iversson L.B., Abreu U.G.P. (*en inglés*)

## PATOLOGIA PARASITARIA

13 **Caracterización morfológica del armazón genital de los machos y hembras híbridos de cruces entre *Glossina palpalis palpalis* y *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae).** Vreysen M.J.B., Van der Vloedt A. M.V. (*en inglés*)

19 **Fly Picture Measurement, un nuevo instrumento informático para el estudio de las glosinas.** Borne F., Petiteau L., Geoffroy B., de La Rocque S., Cuisance D. (*en francés*)

23 **Resumen de tesis**

25 **Modelización del uso del espacio por los bovinos. Aplicaciones a la epidemiología de las tripanosomosis animales.** Michel J.F., Michel V., de La Rocque S., Touré I., Richard D. (*en francés*)

35 **Una epidemia de infecciones por *Trypanosoma vivax* en un hato lechero en Pantanal, Brasil.** Silva R.A.M.S., Ramirez L., Souza S.S., Ortiz A.G., Pereira S.R., Dávila A.M.R. (*en inglés*)

39 **Epidemiología de los parásitos de los ovinos en la zona forestal sur de Côte d'Ivoire.** Komoin-Oka C., Zinsstag J., Pandey V.S., Fofana F., N'Depo A. (*en francés*)

47 **Oestrosis ovina en Níger: encuesta de la prevalencia y tratamiento con closantel.** Tibayrenc R., Roua B., Moumouni R., Garba D., Alassane O., Dorchie Ph. (*en francés*)

## RECURSOS ALIMENTICIOS

55 **Rendimiento y composición de los bancos de pastos en la meseta de Adamawa en Camerún.** Enoh M.B., Yonkeu S., Pingpoh D.P., Messine O., Maadjou N. (*en inglés*)

63 **Informe de tesis**

## RECURSOS ANIMALES

65 **Rendimiento de cruces taurinos x cebú Gudali, sometidos a mamaderas artificiales en las tierras altas tropicales de Camerún.** Tawah C.L., Mbah D.A., Enoh M.B., Messine O. (*en inglés*)

71 **Hormonas tiroideas iodizadas libres plasmáticas en el dromedario.** El Khasmi M., Derouiche A.F., Riad F., Benouhoud M., Davicco M.J., Coxam V., Safwate A., Barlet J.P. (*en francés*)

77 **Concentraciones de glutatión eritrocitario en ovinos Sahelinos de Nigeria.** Igbokwe I.O., Bah G.S. (*en inglés*)

# Apparition d'encéphalomyélite aviaire au Sénégal

E. Cardinale<sup>1</sup> J.F. Dayon<sup>2</sup> Y. Kaboret<sup>3</sup>  
G. Pene<sup>4</sup> M. Faye<sup>5</sup> B. Doyen<sup>6</sup>

## Mots-clés

Volaille - Poulette - Encéphalite -  
Vaccination - Animal reproducteur -  
Syndrome de chute de ponte - Sénégal.

## Résumé

Des cas d'encéphalomyélite aviaire ont été mis en évidence sur des poussins, poulettes futures pondeuses, en novembre 1997. C'était la première fois que cette maladie était diagnostiquée au Sénégal. Les lésions classiques de cette virose révélées lors du diagnostic histologique ont confirmé sa présence. La vaccination contre l'encéphalomyélite n'était pas obligatoire et certains couvoirs ne vaccinaient pas leurs reproducteurs. L'existence de cette pathologie semble imposer dorénavant une vaccination de tous les reproducteurs du Sénégal. Parallèlement, se pose aussi le problème de la vaccination des poulettes, futures pondeuses. En effet, le syndrome de chute de ponte sévit à l'heure actuelle sur le territoire et le laboratoire doit, en premier lieu, effectuer un diagnostic différentiel avec la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse avant de proposer des recommandations précises. La technique Elisa doit être utilisée pour cela.

## ■ INTRODUCTION

L'encéphalomyélite aviaire est une maladie virale des poulets, des dindons, des faisans et des cailles. Elle se caractérise chez les jeunes oiseaux par une ataxie progressive évoluant vers une paralysie et, classiquement, par des tremblements de la tête et du cou. Les adultes infectés ne présentent, en général, aucun signe. Cette maladie est répandue de façon cosmopolite mais est actuellement maîtrisée par des vaccins efficaces. Elle est provoquée par un picornavirus qui peut se transmettre horizontalement entre les poussins par l'intermédiaire de litière contaminée ou par le personnel, ou verticalement par les œufs (8). A la connaissance des auteurs, cette pathologie n'a jamais été mise en évidence au Sénégal. Cette réalité s'explique par le fait que les poussins utilisés jusqu'à ce jour étaient importés, issus de reproducteurs exotiques vaccinés contre l'encéphalomyélite aviaire.

1. Cirad-emvt / Isra-Lnerv, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal
2. Projet Prodec, Mission française de coopération, Dakar, Sénégal
3. Eismv, BP 5077, Dakar, Sénégal
4. BP 18221, Pikine, Sénégal
5. Projet Plan international, BP A152, Thiès, Sénégal
6. BP 18043, Pikine, Sénégal

## ■ LES FAITS

Les premiers signes de la maladie sont apparus le 15 novembre 1997 dans six élevages \* du pourtour dakarais (zone des Niayes) et à Thiès, soit dans un rayon de moins de 100 km autour de Dakar. Les manifestations ont concerné des poussins (poulettes, futures pondeuses) âgés de 21 à 25 jours (tableau I). Ces animaux étaient issus du même couvoir, de deux lots de reproducteurs de souches différentes mais d'âge similaire qui ont manifesté des chutes de ponte.

## ■ LES SYMPTOMES OBSERVÉS

Les poussins ont présenté une incoordination motrice. Ils s'asseyaient souvent sur leurs articulations tibio-métatarsiennes (figure 1) ou adoptaient une position en décubitus latéral, la tête étant maintenue perpendiculairement au sol (figure 2). Certains poussins ne se déplaçaient pas, atteints de paralysie flasque. D'autres émettaient des cris plaintifs.

De légers tremblements, particulièrement bien mis en évidence lorsque l'animal se trouvait dans la paume de la main, agitaient la tête et le cou.

\* Les informations présentées ne concernent que les élevages qui ont été visités par l'équipe du laboratoire qui a été directement contactée par les éleveurs. Mais il semblerait que plusieurs autres exploitations aient été touchées

Tableau I

Présentation de quelques données sur les élevages atteints

Localisation	Date d'apparition	Age	Mortalité		Morbidité	
			%	(n)	%	(n)
Thiès	18/11/97	25 jours	12	(120)	25	(250)
Keur Massar 1	15/11/97	21 jours	17	(255)	37	(555)
Keur Massar 2	20/11/97	21 jours	7	(105)	12	(180)
Pout	19/11/97	23 jours	10	(120)	15	(180)
Yeumbeul	20/11/97	25 jours	25	(350)	50	(700)
Malika	20/11/97	25 jours	45	(630)	50	(700)

## ■ DEMARCHE DIAGNOSTIQUE

### *Examen nécropsique*

Les autopsies ont porté sur 60 sujets (10 par élevage) sur lesquels aucune lésion caractéristique notable n'a pu être détectée.

### *Examen histologique*

Des prélèvements du pancréas, du proventricule, du gésier et du cerveau ont été réalisés sur les sujets autopsiés et ont été fixés au formol à 10 p. 100.

Deux lots de prélèvements (Thiès et Keur Massar 1) ont été envoyés au service d'anatomopathologie du laboratoire de développement et d'analyse (Lda 22) de Ploufragan et les quatre autres lots au service d'anatomopathologie de l'Eismv\* de Dakar.

Le descriptif lésionnel du lot de Thiès au niveau des encéphales a rapporté l'existence de petits foyers de neuronophagie, des manchons lymphoïdes périvasculaires nets et bien constitués au niveau du bulbe, des infiltrats inflammatoires non significatifs de la muqueuse des proventricules et des gésiers et de rares éléments inflammatoires au niveau des pancréas. Ces lésions microscopiques étaient suffisamment significatives pour confirmer une encéphalomyélite aviaire.

Les lésions mises en évidence dans les organes du deuxième lot étaient les suivantes : petits manchons lymphoïdes périvasculaires avec légère gliose sur les encéphales, petits infiltrats lymphoïdes pléomorphes dans la musculature des gésiers ainsi que dans le pancréas. Ces résultats indiquaient la présence d'une infection virale trop discrète ou trop débutante pour confirmer, par la seule histologie, l'existence d'une encéphalomyélite.

En revanche, les quatre lots d'organes envoyés à l'Eismv et prélevés sur des poussins un peu plus âgés (30 jours) ont présenté les lésions microscopiques caractéristiques de la maladie : une infiltration musculaire multifocale dans la musculature du gésier (figure 3) et dans l'interstitium pancréatique, une gliose diffuse et des manchons lymphoïdes périvasculaires dans le cerveau (figure 4), une chromatolyse des neurones dans le pont cérébral et une perte neuronale dans le cervelet (figure 5).



Figure 1 : position caractéristique du poussin assis sur ses tibio-métatarses.



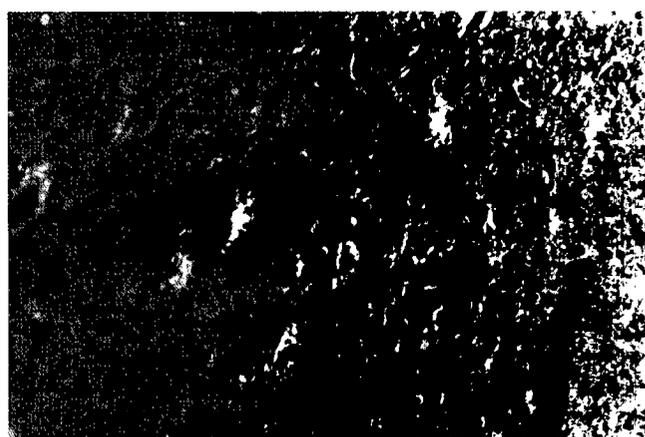
Figure 2 : position en décubitus latéral avec la tête maintenue perpendiculairement au sol.



**Figure 3 :** infiltration lymphoïde multifocale dans la musculuse du gésier.



**Figure 4 :** manchons lymphoïdes périvasculaires dans le cerveau.



**Figure 5 :** chromatolyse des neurones.

## ■ DISCUSSION

L'apparition brutale de cette pathologie au Sénégal a révélé la présence du virus sur le territoire, présence jusqu'alors masquée par la protection efficace des poussins en grande majorité importés soit sous forme d'œufs à couvrir, soit en poussin d'un jour.

Ces importations provenaient presque toutes de France ou de Belgique, pays où des programmes de contrôle des reproducteurs ont été mis en place et où certaines vaccinations ont été rendues obligatoires.

Au Sénégal, depuis la dévaluation du franc CFA qui a renchéri le coût des importations, la tendance a été d'élever des reproducteurs sur le territoire et la part de marché des poussins produits localement s'est étendue de plus en plus. A ce jour, le contrôle officiel des couvoirs et des reproducteurs n'a pas été mis en place.

En ce qui concerne l'encéphalomyélite aviaire, aucune recommandation n'a été faite de la part des services vétérinaires. Certains couvoirs ont assuré la vaccination de leurs reproducteurs, d'autres ne l'ont pas pratiquée. L'apparition de cette maladie a été rendue possible par la mise en place sur le terrain d'un grand nombre de poussins non protégés. La vaccination des reproducteurs n'ayant pas été obligatoire, cette insuffisance de protection était due soit à l'absence de vaccination soit à une mauvaise vaccination. L'existence de cette maladie impose désormais l'application d'un protocole vaccinal.

La vaccination des poulettes futures pondeuses ou reproductrices fait appel à un vaccin vivant à administrer pendant la phase d'élevage, entre dix et seize semaines d'âge (4). En effet, la protection conférée par des reproducteurs vaccinés durant la ponte protègent les descendants pendant le jeune âge (environ deux mois), la vaccination pendant cette période n'est donc pas recommandée. Cependant, une vaccination trop tardive (moins de quatre semaines avant le début de la ponte) risque d'entraîner des problèmes de chute de ponte en raison de la persistance du virus vaccinal dans le troupeau encore insuffisamment protégé.

Le vaccin peut être administré par voie orale dans de l'eau de boisson, en respectant les recommandations générales de cette méthode : s'assurer de l'absence de désinfectant et d'ions métalliques en excès dans l'eau, assoiffer au préalable les animaux, utiliser des abreuvoirs propres et en nombre suffisant, ajouter de la poudre de lait... (3). Des travaux récents ont déjà montré que cette technique n'était pas forcément maîtrisée par les éleveurs ou les employés d'élevages (1). Pour les reproductrices, le succès de cette vaccination est capital pour l'avenir de la progéniture. Elle doit être impérativement réalisée sous le contrôle du technicien ou du vétérinaire responsable afin d'en assurer sa bonne réalisation. Certains laboratoires proposent également d'avoir recours à une vaccination par des méthodes individuelles : instillation par voie buccale pour l'encéphalomyélite vaccin Nobilis, goutte dans l'œil pour le vaccin encéphalomyélite TAD. En plus des avantages procurés par les méthodes individuelles (meilleure homogénéité, absence de problème pour la dilution du vaccin), dans le cas de l'encéphalomyélite, il est possible de ne vacciner qu'une partie du troupeau, le reste des animaux se vaccinant par contact (5). Par exemple, avec le vaccin Nobilis, il est recommandé, sur 500 sujets, d'en vacciner 20 qui sont ensuite répartis de façon homogène dans le troupeau. Dans le cas de petits effectifs et lorsque l'on maîtrise mal la vaccination par l'eau de boisson, cette méthode est certainement préférable. L'efficacité de la vaccination peut néanmoins être contrôlée au laboratoire.

Il faut aussi noter que des vaccins inactivés ont été développés pour protéger des oiseaux déjà en ponte (2). L'utilisation du vaccin vivant reste toutefois la méthode la plus utilisée.

Parallèlement aux reproducteurs, se pose le problème de la vaccination des poulettes futures pondeuses. Les descendants des reproducteurs ne sont protégés que pendant les huit premières semaines et les pondeuses issues de ces poulettes peuvent, par conséquent, manifester des chutes de ponte (seul signe clinique de la maladie manifesté chez les adultes). Il est donc recommandé de vacciner ces animaux puisque le virus est présent sur le territoire. Cependant, au niveau du laboratoire, la responsabilité du picornavirus dans des pathologies liées aux chutes de ponte n'a pas pu, pour le

moment, être mise en évidence en raison de l'absence de symptômes cliniques caractéristiques chez les adultes, du faible nombre de prélèvements parvenus et de l'ignorance de l'existence de cette maladie. Il importe donc de mieux connaître les facteurs responsables des chutes de ponte chez les pondeuses au Sénégal. En effet, pendant la période de ponte, le diagnostic différentiel avec la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse principalement doit être effectué. Pour cela, le laboratoire a besoin de mener un suivi sérologique permettant de détecter la présence de ces différents virus dans les élevages et de déterminer leur importance respective dans le syndrome de chute de ponte. Cette détection peut par la suite être confirmée par des examens complémentaires. En parvenant à quantifier économiquement les chutes de ponte liées à l'encéphalomyélite aviaire, il sera plus aisé de recommander l'administration d'un vaccin à tous les élevages de poulettes.

## ■ CONCLUSION

Au vu de ces informations, le laboratoire de pathologie aviaire de Dakar doit s'équiper rapidement pour répondre aux questions précédentes. Le choix devrait porter sur la méthode Elisa, considérée comme une méthode de référence (6) et dont la technique est maîtrisée par le personnel de laboratoire. Cette méthode permettra de vérifier l'efficacité du vaccin par le contrôle des titres en anticorps post-vaccinaux et de déceler le passage d'un virus sauvage par la présence d'anticorps sur des animaux non vaccinés ou par une augmentation anormale des titres en anticorps sur des prélèvements séquentiels (7).

## Summary

**Cardinale E., Dayon J.F., Kaboret Y., Pene G., Faye M., Doyen B.** Appearance of avian encephalomyelitis in Senegal

Avian encephalomyelitis cases have been detected in chicks (future laying hens) in November 1997. It was the first time that the disease was diagnosed in Senegal. Typical lesions of the disease were revealed during the histological diagnosis and confirmed its presence. Vaccination against encephalomyelitis was not mandatory and some hatcheries did not vaccinate their breeding animals. The presence of the disease seems to require from now on a mandatory vaccination of all breeding animals in Senegal. In addition, there is the problem of vaccinating pullets, i.e. future laying hens. Actually, the egg drop syndrome is currently affecting the country, and the laboratory must first differentiate between encephalomyelitis, Newcastle disease and infectious bronchitis before making precise recommendations. In this respect, the ELISA technique will have to be used.

**Key words:** Poultry - Hen - Encephalitis - Vaccination - Breeding stock - Egg drop syndrome - Senegal.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ARBELOT B., DAYON J.F., MEROUANI N., KABORE 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.
2. BUTTERFIELD W.K., LUGINBUHL R.E., HEMBOLDT C.F., SUMNER F.W., 1961. Studies on avian encephalomyelitis. III. Immunization with an inactivated virus. *Avian Dis.*, 5: 445-450.
3. FOURNIER D., LEGROS F.X., VANMARCKE J., 1995. In : Rencontres internationales de production avicole, Nantes, France, 4 octobre 1995, p. 69-123.
4. JORDAN F.T.W., GOODERHAM K.R., MC FERRANET J.B., 1990. Diseases associated with the Picornaviridae. In: Jordan F.T.W. ed., *Poultry diseases*, 3rd Edition. London, UK, Baillière Tindall, p. 167-176.
5. MEISSONIER E., DEVISME P., JOIN-LAMBERT P., 1995. Encéphalomyélite vaccin Nobilis. In : Dictionnaire des médicaments vétérinaires. Maisons-Alfort, France, Editions du point vétérinaire, p. 274.
6. NICHOLAS R.A.J., REAM A.J., THORTON D.H., 1987. Detection of infectious avian encephalomyelitis virus in chick embryo neuroglial cell cultures. *Arch. Virol.*, 96: 283-287.
7. SMART I.J., GRIX D.C., BARR D.A., 1986. The application of the ELISA to the diagnostic and control of avian encephalomyelitis. *Aust. vet. J.*, 63: 297-299.
8. VENNE D., SILIM A., 1992. Encéphalomyélite aviaire. In : Manuel de pathologie aviaire. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, p. 139-141.

Reçu le 27.1.98, accepté le 24.3.99

## Resumen

**Cardinale E., Dayon J.F., Kaboret Y., Pene G., Faye M., Doyen B.** Aparición de encefalomiélitis aviar en Senegal

En noviembre 1997, se demostraron casos de encefalomiélitis aviar en pollitos, pollas futuras ponedoras. Es la primera vez que se diagnostica esta enfermedad en Senegal. Las lesiones clásicas de esta virosis, observadas durante el diagnóstico histológico, confirmaron su presencia. La vacunación contra la encefalomiélitis no era obligatoria y ciertos establecimientos no vacunaban a los reproductores. La existencia de esta patología parece imponer una futura vacunación de todos los reproductores en Senegal. Paralelamente, se presenta también el problema de la vacunación de las pollas, futuras ponedoras. En efecto, actualmente se observa en campo un síndrome de caída de la postura y, antes de proponer recomendaciones precisas, el laboratorio debe, en primer lugar, efectuar un diagnóstico diferencial con la enfermedad de Newcastle y la bronquitis infecciosa. Para responder a esta interrogante, se utilizará el método ELISA.

**Palabras clave:** Ave de corral - Gallina - Encefalitis - Vacunación - Animal reproductor - Síndrome de caída de la postura - Senegal.

# Equine viral diseases in the Pantanal, Brazil. Studies carried out from 1990 to 1995

R.A.M.S. Silva <sup>1\*</sup> A.M.R. Dávila <sup>2</sup>  
L.B. Iversson <sup>3</sup> U.G.P. Abreu <sup>4</sup>

## Key words

Equidae - Horse - Virosis - Equine infectious anemia - Respiratory disease - Equine encephalomyelitis - Disease transmission - Pantanal - Brazil.

## Summary

A survey on equine viral diseases was carried out in the Pantanal, Brazil, from 1990 to 1995, and the authors report for the first time the occurrence of respiratory viral diseases in horses from the Pantanal. Seropositivity for the equine adenovirus was 42%, primarily among animals under 3 years of age (61.9%). It was 36% for the equine herpesvirus 1 (EHV-1) (50 and 22.2% of seropositive foals and mares, respectively). The observed seropositivity for EHV-1/respiratory was 58%. Among the equine rhinoviruses only equine rhinovirus 1 (ERV-1) was studied in this survey. Seropositivity for ERV-1 was 18%. Foals aged 1 to 2 years (22.2%) presented a titer of 1/5. Titers of 1/10 and 1/20 were only observed in animals over 5 years old. Seropositivity for influenza A/Equine/2/Miami was 30%. Foals represented 40% and mares 28.6% of all seropositive animals. Seropositivity for influenza A/Equine/2/Fontainebleau was 42%. Foals and mares represented 86% (43% in each group) of all seropositive animals. In the study on equine infectious anemia, the observed prevalence was 24.8%. Seropositivity among males was 14.3% and among females 10.6%. In the survey on arboviroses, neutralizing antibodies to the eastern equine encephalomyelitis (6.7%), western equine encephalomyelitis (1.2%) viruses, Ilheus flavivirus (26.6%), Maguari (28.2%) and Tacaiuma (15.7%) bunyaviruses were observed. The equine viral arteritis was not found in the region. In the Pantanal, except for arboviroses, apparently all equine viruses are acquired when young horses mix with older ones or through local management practices.

## ■ INTRODUCTION

The Pantanal is a large wetland with an area of 140,000 km<sup>2</sup>, located in the center of South America, between 16 and 21°S, and 55 and 58°W. It is divided into 11 subregions differing in terms of watercourses, soil types and historical occupation (9, 12) (figure 1). Extensive cattle ranches occupy most of this wetland. It is populated by 3,996,000 cattle, 4966 buffaloes and 49,000 horses (2, 4). The Pantanal is considered one of most important livestock regions of Brazil.

## ■ MATERIALS AND METHODS

### *Equine respiratory diseases*

In 1993, 50 serum samples of sick horses from three outbreaks of respiratory diseases involving approximately 300 equines were collected. Several diagnostic methods were applied at the Animal Health Trust, Newmarket, England, as follows: the hemagglutination inhibition (HI) test and virus neutralization were used as diagnostic tests for adenovirus; the hemagglutination inhibition test was used for influenza; serum neutralization was used as a diagnostic test for herpesvirus.

### *Equine infectious anemia*

The study on equine infectious anemia (EIA) in domestic horses was conducted in the Nhecolândia (24,762 km<sup>2</sup>), Paraguay (7,373 km<sup>2</sup>) and Nabileque (13,076 km<sup>2</sup>) subregions of the Pantanal, involving 28 ranches and 3285 Equidae from 1990 to 1995. The animals were divided into four classes. In class 1 horses

1. EMBRAPA/CNPSA, BR 153, Km 110, Vila Tamandua, Concordia, SC, Brazil  
E-mail: rsilva@cnpsa.embrapa.br; Fax: 55 49 442 8559

2. Lab. de Biologia Molecular de Tripanosomatídeos, DBBM - Oswaldo Cruz Institute, FIOCRUZ, CEP: 21045-900, Av. Brasil 4365, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

3. Departamento de Epidemiologia, Escola de Saude Publica, Universidade de São Paulo, Av. Dr. Amaldo 715, 01255-000, São Paulo, SP, Brazil

4. EMBRAPA/CPAP, Rua 21 de Setembro, 1880, 79320-900, Corumbá, MS, Brazil

were used for work, in class 2 there were non-domesticated horses, in class 3 horses were used for reproduction, and in class 4 horses were learning to work. The horses were bled from the jugular vein using a vacuum system (Vacuum II, Labnew, Campinas, SP, Brazil). The diagnosis was made at the EMBRAPA/CPAP, Corumbá, Brazil, using the agar gel immunodiffusion test (D-Tec AIE, Pitman Moore, Inc., M. Cassab Comercio e Industria Ltda, SP, Brazil). A binary analysis (0 or 1) testing the occurrence of the disease in each animal was performed with the following factors: coat color, age, sex and class.

### Equine arboviruses

In 1992 sera of 432 horses were tested in the laboratory of arboviruses of the Evandro Chagas Institute, Belem, Brazil, by the HI test according to the procedure described by Shope (8), using antigens of the eastern equine encephalitis (EEE), western equine encephalitis (WEE), Mucambo (MUC) and Mayaro alphaviruses, of the Ilheus (ILH), St Louis encephalitis, Cacicapore and Rocio flaviviruses, and of Caraparu, Catu, Guaroa, Maguari (MAG), Oropuche and Tacaiuma (TCM) bunyaviruses. Sera positive in the HI test were tested for neutralizing antibody by the technique described by Casals (3).

## ■ RESULTS AND DISCUSSION

### Equine adenovirus

In the Pantanal seropositivity for EAdv was 42%, mainly among animals under 3 years of age (61.90%). According to Mohanty and Dutta the EAdv causes a disease of the upper respiratory tract in foals under 3 months of age (5). According to Mumford (pers. comm., 1993) adenovirus infections seem to be common in the Pantanal, but are probably subclinical.

### Equine rhinovirus

In this survey only ERV-1 was studied. Seropositivity for ERV-1 was 18%. Foals between 1 and 2 years old (22.20%) presented a titer of 1/5. The titers 1/10 and 1/20 were only observed in animals over 5 years old. Antibodies to ERV-1 were observed in 88.88% of mares. In the present survey, the authors found in agreement with Powell (7) that the majority of horses become infected at a young age. ERV-1 infection was common in the entire equine population and was acquired when young horses mixed with older ones.

### Equine influenza

#### A/Equine/2/Miami

The overall seropositivity observed was 30%. Foals represented 40% and mares 28.57% of all seropositive animals.

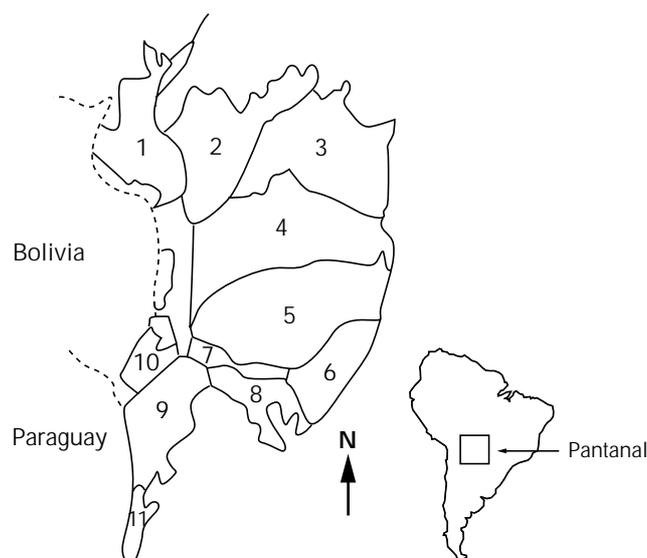
#### A/Equine/2/Fontainebleau

Seropositivity observed in horses was 42%. Foals and mares represented 86% (43% in each group) of all seropositive animals.

According to Mumford (pers. comm., 1993) the results of the Pantanal survey revealed that many horses had antibodies to influenza A/equine/2 and the reaction was stronger against the recent field strain (1989) than the prototype Miami/63.

### Equine herpesviruses 1 and 4

Seropositivity for EH-1 observed in the horses was 36%. Foals represented 50% and mares 22.22% of seropositive horses.



#### Pantanal subregions

1. Pantanal of Cáceres
2. Pantanal of Poconé
3. Pantanal of Barão de Melgaco
4. Pantanal of Paiaguás
5. Pantanal of Nhecolândia
6. Pantanal of Aquidauana
7. Pantanal of Abobral
8. Pantanal of Miranda
9. Pantanal of Nabileque
10. Pantanal of Paraguay
11. Pantanal of Porto Murtinho

Figure 1: Location of the Pantanal and its subregions.

Seropositivity for EH-4 was 58% (foals 55.17% and mares 24.13%). EHV-1, known as the equine abortion virus, is a major equine pathogen, responsible for a triad of clinical signs: abortion, neurological and respiratory diseases. The high percentage of seropositive foals and mares suggested that the provision of adequate control measures was desirable.

### Equine infectious anemia in the Pantanal

The prevalence of EIA in domestic horses was 24.84%. Seropositivity among males was 14.25% and among females 10.59%. The prevalence observed in each class was: 18.17% in class 1, 1.04% in class 2, 3.99% in class 3, and 0.21% in class 4 (Silva *et al.*, 1997, unpubl. data).

In the Pantanal, studies showed that the season of blood sucking vectors occurs in the first half of the rainy season, from September/October to December/January. However, the tabanids still remain in high numbers until the end of the rainy season. Due to their abundance, particularly that of *Tabanus importunus*, this season represents the period of major risk for equine infectious anemia transmission (10). According to Pearson and Knowles the larger percentage of positive tests in the Southern and Eastern United States may be due to prevalence of insect vectors (6).

According to Silva *et al.* (11) the main factors influencing the occurrence of EIA in Equidae of Pantanal were age, sex and class

( $P > 0.05$ ). The age influence was due to the length of exposure to tabanid vectors and local husbandry practices. The sex influence probably existed because only males are usually used for work. The class influence occurred primarily because adults and males were included in class 1. Man has undoubtedly played an important role in the EIA virus transmission to equines used to work in the region. On the other hand, in wild populations, the insect vectors could have a fundamental importance in EIA transmission in Pantanal.

### Equine arboviruses

Neutralizing antibodies to the eastern equine encephalomyelitis (6.70%), western equine encephalomyelitis (1.20%) viruses, Ilheus (26.60%) flavivirus, Maguari (28.20%) and Tacaiuma (15.70%) bunyaviruses were observed.

According to Iversson *et al.* (4) there is serological evidence implicating the EEE virus as a recent cause of equine encephalitis in the Brazilian Pantanal. Moreover, past infections linked with fresh water swamps resembled those of the swamp areas of North America near the Great Lakes and the Atlantic coast where the EEE virus is prevalent.

The geographic proximity of Northern Argentina, affected since 1908 by periodic EEE and WEE epizootics, suggest that the Pantanal may be an important focus of virus maintenance and possibly the source of introduction of the virus into other epizootic areas. According to Monath (pers. comm., 1991) the Pantanal region may be the central area from where arboviruses spread to Argentina, Paraguay and Bolivia.

An antibody to the Mucambo virus, a subtype of the Venezuelan equine encephalitis (VEE) complex, was detected in horses with encephalomyelitis.

The significance of antibodies to MAG, ILH and TCM viruses in horses is unknown. The MAG virus is closely related to the Cache Valley virus, which was isolated from a horse with encephalomyelitis in the United States. Horses from Argentina showed an 80% prevalence of neutralizing antibodies to the MAG virus, without implicating this agent in epidemics of encephalitis.

The Tacaiuma virus was isolated from mosquitoes and a febrile person in Northern Brazil. Antibodies were detected in people and horses in Brazil and Argentina.

The Ilheus virus was recovered from mosquitoes, birds, sentinel monkeys and men in Brazil and other countries of South and Central America. HI antibodies were previously detected in horses in Brazil. Neither TCM nor ILH viruses are known to cause equine encephalitis.

### CONCLUSION

The Pantanal is vast and heterogeneous. Its unique combination of vegetation, soil, relief, flood cycles, climate and food variety creates perfect conditions for viral animal diseases. In the Pantanal, except for arboviral diseases all equine viruses are apparently acquired when young horses mix with older ones. The most common method of transportation is on foot. Conditions for the acquisition or transmission of equine viral diseases are greatest at the numerous resting-places along the roads, mainly near market places. Interactions among animals from different properties and host proximity provide an excellent opportunity for disease transmission. Research on EIA in the Pantanal is well established, although respiratory viruses and arboviruses need to be investigated in more intensive epizootiological studies.

### REFERENCES

- CADAVID GARCIA E.A., 1985. Comercialização do gado bovino do Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, MS, Brasil, EMBRAPA/CPAP, 45 p. (Circular técnica 16)
- CADAVID GARCIA E.A., 1986. Estudo técnico econômico da pecuária bovina de corte do Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, MS, Brasil, EMBRAPA/CPAP, p. 126-127. (Documento 4)
- CASALS J., 1967. Immunological techniques for animal viruses. In: Maramoros K., Koprowski H. Eds., *Methods in virology*, vol. 3. New York, USA, Academic Press, p. 146-181.
- IVERSSON L.B., SILVA R.A.M.S., TRAVASSOS DA ROSA A.P.A., BARROS V.L.R.S., 1993. Circulation of eastern equine encephalitis, western equine encephalitis, Ilheus, Maguari and Tacaiuma viruses in equines of the Brazilian Pantanal, South America. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo*, **35**: 355-359.
- MOHANTY S.B., DUTTA S.K., 1981. *Veterinary virology*. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febiger, 372 p.
- PEARSON J.E., KNOWLES R.C., 1984. Standardization of the equine infectious anemia immunodiffusion test and its application to the control of the disease in the United States. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **184**: 298-301.
- POWELL D.G., 1991. Viral respiratory disease of the horse. *Vet. Clin. North Am.: Equine Pract.*, **7**: 27-61.
- SHOPE R.E., 1963. The use of micro-hemagglutination inhibition test to follow antibody response after arthropodborne virus infection in a community of forest animals. *An. Microbiol. Rio de Janeiro*, **11**: 167-171.
- SILVA J.S.V. DA, ABDON M.M., SILVA M.P. DA., 1995. Delimitação do Pantanal brasileiro e sua sub-regiões. In: Encontro sobre sensoriamento remoto aplicado a estudos no Pantanal, Corumbá, MS, Brasil, 9-12 outubro 1995, p. 9.
- SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M., 1995. Trypanosomiasis outbreaks due to *Trypanosoma evansi* in the Pantanal, Brazil. A preliminary approach on risk factors. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48**: 315-319.
- SILVA R.A.M.S., HERRERA H.M., PEREIRA, J.E., 1995. Five years of study on Swamp Fever in the Pantanal, Brazil: A preliminary evaluation on prevalence and influence of sex, age, coat color, and animal function. In: XVIII Congresso Brasileiro de Microbiologia, Santos, SP, Brasil, Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2-5 setembro 1995, p. 51.
- WILCOX R., 1992. Cattle and environment in the Pantanal of Mato-Grosso, Brazil, 1870-1970. *Agric. Hist.*, **66**: 232-256.

Reçu le 23.11.98, accepté le 8.4.99

**Résumé**

Silva R.A.M.S., Dávila A.M.R., Iversson L.B., Abreu U.G.P. Maladies virales du cheval au Pantanal, Brésil. Etudes réalisées entre 1990 et 1995

Les auteurs ont étudié de 1990 à 1995 des maladies virales du cheval au Pantanal, Brésil, et rapportent pour la première fois la présence de maladies virales respiratoires. La séropositivité pour l'adénovirus équin était de 42 p. 100 et concernait principalement les animaux âgés de moins de 3 ans (61,9 p. 100). Vis-à-vis de l'herpèsvirus équin de type 1 (EHV-1), elle était de 36 p. 100 (parmi les animaux séropositifs, 50 p. 100 étaient des poulains et 22,2 p. 100 des juments). La séropositivité observée pour EHV-1/respiratoire était de 58 p. 100. Parmi les rhinovirus équins, seul le rhinovirus équin de type 1 (ERV-1) a été étudié lors de l'enquête. La séropositivité pour ERV-1 était de 18 p. 100. Les poulains âgés de 1 à deux ans (22,2 p. 100) ont présenté un titre de 1/5. Des titres de 1/10 à 1/20 n'ont été observés que chez des animaux âgés de plus de cinq ans. Les réactions positives vis-à-vis du virus influenza A/Equine/2/Miami était de 30 p. 100. Les poulains représentaient 40 p. 100 et les juments 28,6 p. 100 de tous les animaux séropositifs. La séropositivité pour l'influenza virus A/Equine/2/Fontainebleau était de 42 p. 100. Les poulains et les juments totalisaient 86 p. 100 (43 p. 100 dans chaque groupe) des animaux séropositifs. Dans l'étude concernant l'anémie infectieuse du cheval, la prévalence observée était de 24,8 p. 100. La séropositivité était de 14,3 p. 100 chez les mâles et de 10,6 p. 100 chez les femelles. Dans l'enquête sur les arboviroses, des anticorps neutralisants ont été observés pour les virus de l'encéphalite équine de l'est (6,7 p. 100), de l'encéphalite équine de l'ouest (1,2 p. 100), le flavivirus Ilheus (26,6 p. 100), et les bunyavirus de Maguari (28,2 p. 100) et de Tacaiuma (15,7 p. 100). Aucun cas d'artérite virale équine n'a été détecté dans la région. Au Pantanal, à l'exception des arboviroses, tous les virus équins sont apparemment contractés quand de jeunes chevaux sont mis en contact avec des chevaux plus âgés, ou suite aux pratiques d'élevage locales.

**Mots-clés :** Equidae - Cheval - Virose - Anémie infectieuse du cheval - Maladie respiratoire - Encéphalomyélite équine - Transmission des maladies - Pantanal - Brésil.

**Resumen**

Silva R.A.M.S., Dávila A.M.R., Iversson L.B., Abreu U.G.P. Enfermedades virales equinas en Pantanal, Brasil. Estudios desarrollados de 1990 a 1995

Los autores estudian las enfermedades virales equinas en Pantanal, Brasil, de 1990 a 1995 y reportan por primera vez la incidencia de enfermedades respiratorias virales en caballos en Pantanal. La seropositividad para el adenovirus equino fue de 42%, principalmente entre los animales de menos de 3 años de edad (61.9%). Para herpesvirus equino 1 (EHV-1) fue de 36% (50 y 22.2% de seropositividad en potrancos y yeguas respectivamente). La seropositividad observada para EHV-1/respiratorio fue de 58%. Entre los rinovirus equinos, en este trabajo solo rinovirus equino 1 (ERV-1) fue estudiado. La seropositividad para ERV-1 fue de 18%. Potros de 1 a 2 años (22.2%) presentaron títulos de 1/5. Títulos de 1/10 y 1/20 fueron observados únicamente en animales de más de 5 años de edad. La seropositividad para influenza A/Equina/2/Miami fue de 30%. Los potrancos representaron 40% y las yeguas 28.6% de todos los animales seropositivos. La seropositividad para influenza A/Equina/2/Fontainebleau fue de 42%. Potrancos y yeguas representaron 86% (43% en cada grupo) de todos los animales seropositivos. En el estudio de anemia infecciosa equina, se observó una prevalencia de 24.8%. La seropositividad entre machos fue de 14.3% y entre hembras fue de 10.6%. En la encuesta de los arbovirus, se observaron anticuerpos neutralizantes contra virus de la encefalomyelitis equina del este (6.7%), encefalomyelitis equina del oeste (1.2%), flavivirus Ilheus (26.6%), Bunyavirus Maguari (28.2%) y Tacaiuma (15.7%). La arteritis viral equina no se observó en la región. En Pantanal, con excepción de las arbovirosis, aparentemente todas las virosis equinas se adquieren cuando jóvenes caballos se mezclan con viejos o a través de prácticas de manejo locales.

**Palabras clave:** Equidae - Caballo - Virosis - Anemia infecciosa equina - Enfermedad respiratoria - Encefalomyelitis equina - Transmisión de enfermedades - Pantanal - Brasil.

# Morphological characterization of the genital armature of male and female hybrids from crosses between *Glossina palpalis palpalis* and *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae)

M.J.B. Vreysen <sup>1\*</sup> A. M.V. Van der Vloedt <sup>2\*\*</sup>

## Key words

*Glossina palpalis palpalis* - *Glossina palpalis gambiensis* - Hybrid - Morphology - Genital system.

## Summary

The subspecies *Glossina palpalis palpalis* (*Gpp*) originating from Nigeria and *Glossina palpalis gambiensis* (*Gpg*) originating from Burkina Faso could be separated morphometrically based upon the width of the terminal dilatations of the male inferior claspers. Intermediate values were obtained for male hybrids, but the average size of the head of the parameres was significantly determined by maternal descent, i.e. the average width of the head of the inferior claspers of male hybrids from *Gpp* x *Gpp* cross was significantly larger than that of hybrids from the reciprocal cross. Morphological characters of the inferior claspers of the male hybrids were distinctly different depending on the cross. The dorsal plates of the genital armature of female *Gpp* were significantly longer but less wide than those of female *Gpg*. Both subspecies could be separated with a minimal overlap (7%) by plotting the length of the dorsal plates against their width. Female hybrids of *Gpp* x *Gpg* cross had dorsal plates which were significantly longer and wider than those of hybrids from the reciprocal cross.

## INTRODUCTION

The two closely related subspecies *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) (*Gpp*) and *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank (*Gpg*) are the predominant vectors of animal and human trypanosomiasis in West-Africa (1), where they are found in distinct geographic regions. *Gpp* inhabits the forest galleries along the riverbanks in the humid savannah and forests, whereas *Gpg* is confined to the river systems of the dry and humid savannah (3). Although both subspecies hybridize readily under laboratory conditions without any inclination for assortative mating (13), there is no overlap in their distribution (2, 3). These subspecies seem to occur sympatrically only in a very narrow zone in Côte d'Ivoire, where they interact with each other (3, 7, 9). The male  $F_1$  sterility is considered to be the mechanism responsible for this narrow band of hybridization (3, 7). The taxonomic status of *Gpp* and *Gpg* as two distinct subspecies was ascertained by

Vanderplank (12), based upon results from crossbreeding experiments and from the analysis of the male fly parameres. This was later confirmed by Machado (8). In the zone of Côte d'Ivoire where these populations interact, a few specimens have been collected with morphological characteristics intermediate between those of the two subspecies (3, 7). It has been assumed that these specimens were the offspring of a successful cross mating between the two subspecies, but these assumptions have never been substantiated by a more in depth analysis of the external genitalia of the hybrids. The data described in this paper contribute to a more detailed morphometrical characterization of the inferior claspers of male hybrids and the genital plates of female hybrids, descending from laboratory crosses of *Gpp* and *Gpg*.

## MATERIALS AND METHODS

### Flies

The *Gpp* and *Gpg* parental lines originated from Kaduna (Nigeria) and Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), respectively. The hybrid flies were derived from crossbreeding experiments as described by Vreysen and Van der Vloedt (13). In all cross designations, maternal lines are given first, paternal lines second.

### Preparation of the inferior claspers and genital plates

Permanent preparations were made of the inferior claspers of the males of the parental lines and of the resulting hybrids. The

1. Entomology Unit, Joint FAO/IAEA Programme, International Atomic Energy Agency's Laboratories, 2444 Seibersdorf, Austria

2. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Insect and Pest Control Section, International Atomic Energy Agency, PO Box 100, Vienna, Austria

\* Correspondence: IAEA Project RAF/5/040, c/o Ethiopian Science and Technology Commission, PO Box 19917, Addis Ababa, Ethiopia

Tel.: 215 1 51 67 70; Fax: 251 1 51 66 58; E-mail: estc@telecom.net.et

\*\* Deceased

complete hypopygium was removed from the male flies' abdomen and cleared overnight in warm 10% potassium hydroxide and then transferred for 5-10 min to glacial 100% acetic acid. The inferior claspers were removed from the hypopygium under binocular and mounted in Euparal. Measurements of the terminal dilatations of the inferior claspers were made under a Leitz compound microscope at x 64 magnification. For each male, the average value of both inferior claspers was used for the analysis. The number of macrotrichae or bristles on the body of the inferior claspers was counted on photographs taken with the Leitz compound microscope. The same technique was used to make permanent preparations of the external genitals, i.e. the dorsal and anal plates of female *Gpg* and *Gpp* and female hybrids resulting from the crosses (8). Maceration in warm 10% potassium hydroxide was limited to 15-30 min to prevent the dorsal and anal plates from becoming completely translucent. Measurements were made of the length and width of the dorsal plates and the length of the anal plates. The average value of the left and right dorsal and anal plates of each female was used in the analysis.

### Statistical analysis

Data on the measurements of the genital armature of male and female flies were analyzed by analysis of variance. In case significant differences were observed, the means were separated by Tuckey's HSD test at  $P < 0.05$  (10).

## ■ RESULTS

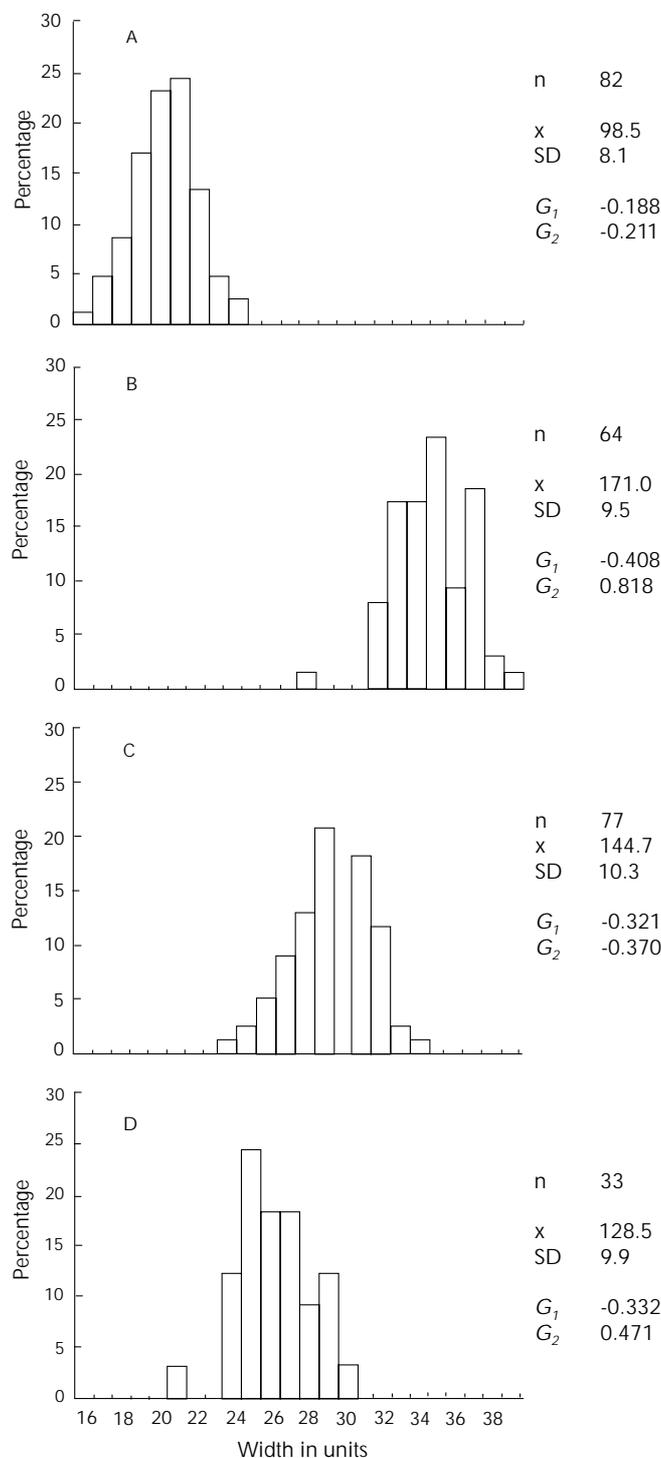
### Male genital armature

#### Biometrical analysis

The frequency distribution of the different size classes of the width of the terminal dilatations of the inferior claspers (TDIC) of *Gpp*, *Gpg* and their hybrids is presented in figure 1. The distribution of size classes of both subspecies TDIC was completely separated. A small overlap was observed between the various size classes of male *Gpp* and the hybrids from *Gpg* x *Gpp* cross ( $n = 2$ , 1.2%) and between those of male *Gpg* and the hybrids from *Gpp* x *Gpg* cross ( $n = 1$ , 1.0%). The mean width of the TDIC varied significantly between the parental lines and their hybrids ( $F_{3,255} = 762.1$ ,  $P < 0.0001$ ) and was significantly larger in male *Gpg* than in male *Gpp* (Tuckey's HSD,  $P < 0.05$ ). Intermediate values were observed for the hybrids but the mean width of the TDIC of hybrids from *Gpg* x *Gpp* cross was significantly larger than that of hybrids from the reciprocal cross ( $P < 0.05$ ). The distributions of size classes of the TDIC of both parental lines and their hybrids were slightly negatively skewed, and there was a tendency towards a leptokurtosis in *Gpg* and hybrids from *Gpp* x *Gpg* cross. However, none of the distributions departed significantly from normality ( $P > 0.05$ ). The number of macrotrichae or apical bristles on the TDIC was limited to 2 or 3 in 88.7% of the examined *Gpp* males, but 86% of the *Gpg* males had 3 or 4 apical bristles. Most of the hybrids had 3-4 macrotrichae on the TDIC (83.9% in male *Gpp* x *Gpg* and 87.8% in male *Gpg* x *Gpp*). The mean number of macrotrichae on the body of the inferior claspers (between 55.9 and 56.9) was similar for both parental lines and their hybrids ( $F_{3,184} = 0.191$ ,  $P = 0.90$ ).

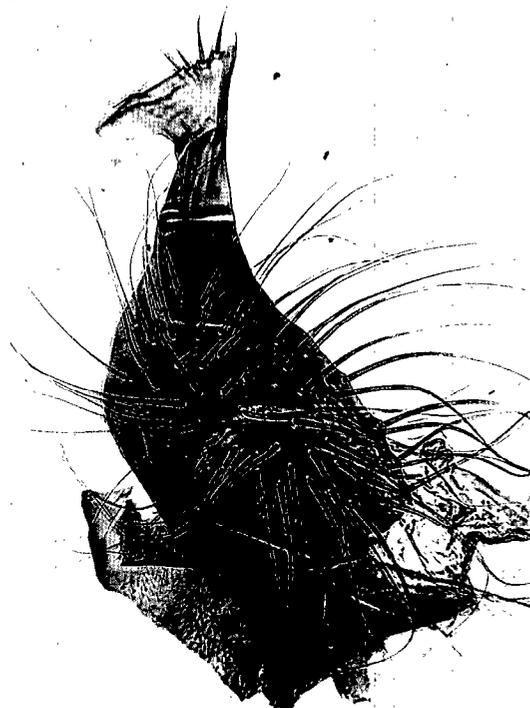
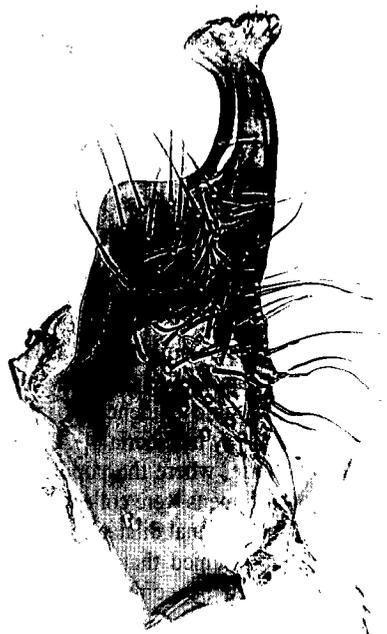
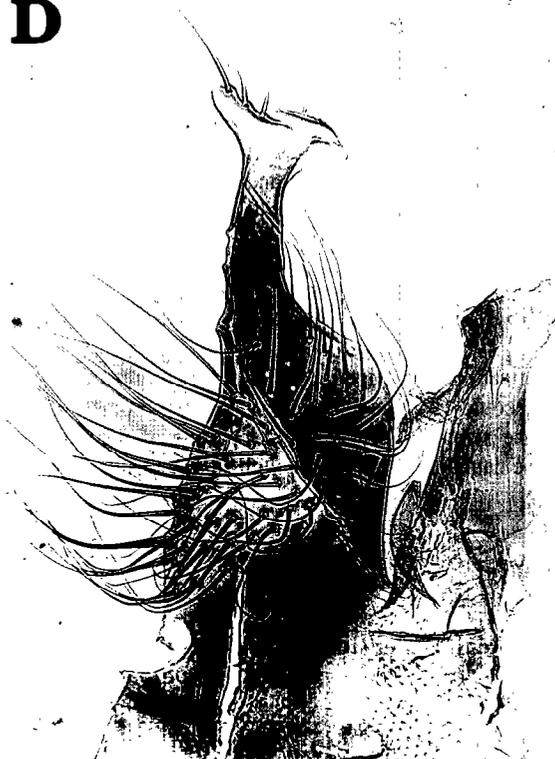
#### Morphological aspects

The general morphology of the inferior claspers of the *Gpp* and *Gpg* parental lines used in the laboratory crosses is shown in figure 2. The inferior clasper body of *Gpp* of Nigerian origin was characterized by (i) parallel internal and external borderlines, (ii) a



**Figure 1:** Frequency distribution of the different size classes of the width of the terminal dilatation of the inferior claspers of male (A) *Glossina palpalis palpalis* (*Gpp*), (B) *Glossina palpalis gambiensis* (*Gpg*), (C) hybrids from *Gpg* x *Gpp* cross and (D) hybrids from *Gpp* x *Gpg* cross (1 unit is 5  $\mu$ m,  $n$  = sample size,  $x$  is mean (in  $\mu$ m),  $SD$  = standard deviation,  $G_1$  = skewness,  $G_2$  = kurtosis).

neck which has the same width over its entire length, (iii) an internal border of the body making a straight line, (iv) the absence of an internal hunk, but a pronounced external hunk with tangents making an angle of approximately 90°, (v) narrow terminal dilatations with the internal lobe very little pronounced and the external lobe varying from a round structure to a larger hammer-like character.

**A B****C D**

**Figure 2:** Diagrams of the inferior claspers of male (A) *Glossina palpalis palpalis* (Gpp), (B) *Glossina palpalis gambiensis* (Gpg), (C) hybrids from Gpp x Gpg cross and (D) hybrids from Gpg x Gpp cross.

The inferior clasper body of *Gpg* of Burkina Faso origin was characterized by (i) the inner side of the body being bent externally, resulting in non-parallel internal and external borderlines, (ii) a clasper neck narrowing gradually towards the terminal dilatation making the external hunk less prominent as in *Gpp*, (iii) a small internal hunk apparent at the base of the body and (iv) large terminal dilatations with a very pronounced external lobe.

Marked differences were observed in the general morphological appearance of the inferior claspers of the hybrids depending on the cross. The inferior claspers of male hybrids from *Gpp* x *Gpg* cross were characterized by (i) the internal and external lobes of the terminal dilatations equal in size, (ii) an internal border only slightly bent, (iii) a very prominent external hunk, with at the base a depression or internal indentation, (iv) an indentation in the

terminal dilatation, present but less prominent, as in the hybrids from the *Gpg* x *Gpp* cross (figure 2C). Hybrid males from the reciprocal *Gpg* x *Gpp* cross had inferior claspers with (i) a hammer-like terminal dilatation with the external lobe larger than the internal lobe, (ii) a bent internal borderline (with less inclination as in *Gpp*) resulting in an internal hunk, (iii) a prominent external hunk (more prominent as in *Gpg*), but with considerable variation in size, (iv) an indentation present at the distal end of the terminal dilatation (not present in *Gpg*) (figure 2D).

### Biometry of the female genital armature

Female *Gpg* displayed dorsal plates, which were on average significantly longer and significantly less wide than those of *Gpp* (table I). The dorsal plates of female hybrids from *Gpp* x *Gpg* cross were significantly longer but had a width similar to those of female *Gpp*, whereas female hybrids from *Gpg* x *Gpp* cross had dorsal plates which were significantly less long but had a width similar to those of the parental *Gpg*. Analysis of the length of the anal plates showed significant differences between the two subspecies, between *Gpp* and female hybrids from the two crosses and between female *Gpg* and females resulting from *Gpg* x *Gpp* cross.

Frequency distributions of the length of the dorsal and anal plates overlapped considerably for both parental lines and their hybrids (figure 3). Both subspecies could be separated for 93% by plotting the length of the dorsal plates against their width (figure 4). Characters overlapped more (18.7%) in females resulting from crosses.

The length and width of the dorsal plates were significantly correlated in female *Gpp*, in female *Gpp* x *Gpg* and in female *Gpg* x *Gpp* but not in female *Gpg* (table II). There was no correlation between the length of the dorsal plates and the length of the anal plates in female *Gpp*, in female *Gpg* and in female *Gpg* x *Gpp*. Both parameters were, however, positively correlated in females of the *Gpg* x *Gpp* cross.

### DISCUSSION

Male *Gpp* originating from Nigeria and male *Gpg* originating from Burkina Faso could be completely separated morphometrically, based upon the size of the terminal dilatations of the inferior claspers. These data are in accordance with survey results of West

Africa carried out to outline the geographical distribution of both subspecies (2, 3, 4, 7, 9). In addition, male hybrids of both crosses showed intermediate values for the size of the head of the parameres, but significant differences were obtained between hybrids of both crosses depending on the maternal descentance. This study also revealed that the general morphology of the inferior claspers of male hybrids depends on the cross.

In the past, the occurrence of hybrids in nature had remained an enigmatic issue due to the lack of a detailed description of hybrid morphology. Machado alludes to the existence of specimens with intermediate morphological characters in Liberia, Ghana and Côte d'Ivoire and considers the entire South of the latter as a large zone of hybridization (8). These findings are questioned by Gouteux and Dagnogo who point out the existence of considerable morphological variation in the size of the head of the inferior claspers of male flies sampled in the Southern part of the Côte d'Ivoire (6): their statistical analysis reveals a homogeneous *Gpp* population. Likewise, no evidence of intergradation was found during a detailed survey in Liberia (4). Only in the narrow contact zone in Côte d'Ivoire, where the populations of both subspecies converge, a few specimens were collected with intermediate values for the width of the terminal dilatations of the inferior claspers (3, 7, 9). It has been assumed that these specimens were hybrids, which was confirmed by comparison with only 11 specimens resulting from laboratory crosses (7). The present more extensive study can now confirm these observations and corroborate previously made assumptions, i.e. (i) the apparent absence of ethological mating barriers between both subspecies, (ii) the occurrence of inter-subspecific mating in nature resulting in (iii) offspring with intermediate morphological characters in a very narrow hybridization zone. Furthermore, the data of the present study showed that female flies of both subspecies, too, could be separated with a minimal overlap (7%) by using morphometrical data of the dorsal plates of the genital armature. This allowed a better separation of both subspecies than the one described by Garms *et al.* (4). Characters of female hybrids overlapped more, but 80% of the individuals could be clearly identified as descending from *Gpp* x *Gpg* cross or from the reciprocal cross.

Laboratory studies have shown that *Gpp* and *Gpg* males and females mate readily when confined to small laboratory fly holding cages (5, 7, 11, 13) and during large cage laboratory tests (13). The resulting hybrid male sterility is attributed to an

Table I

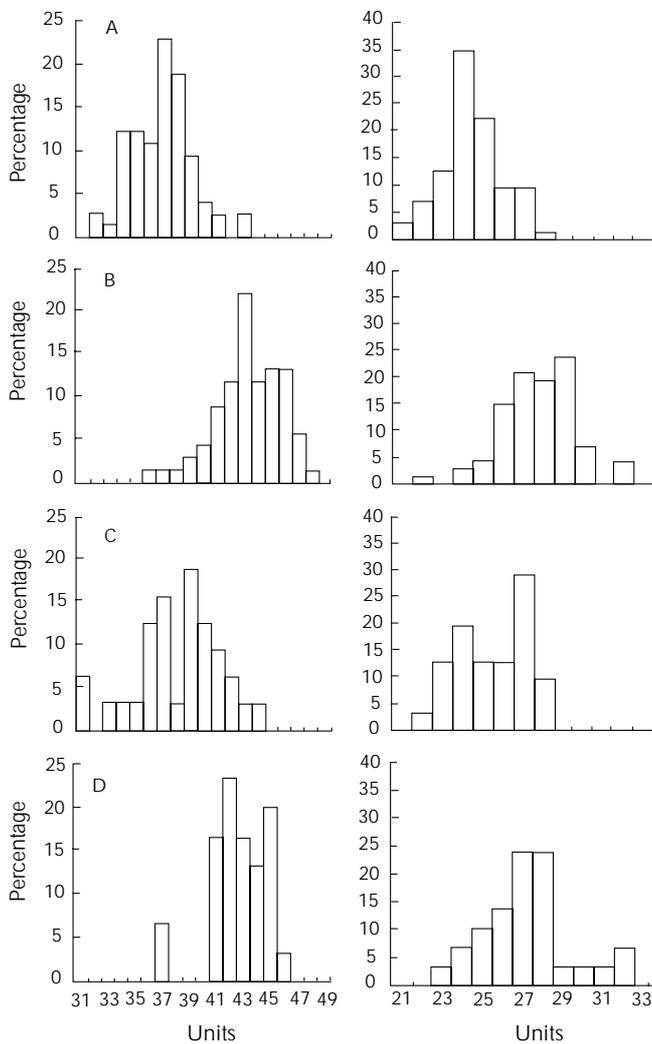
Mean dimensions of the dorsal and anal plates of female *Glossina palpalis palpalis* (*Gpp*), *Glossina palpalis gambiensis* (*Gpg*) and their hybrids

Female	Male	Num. of females	Length of dorsal plates (µm)		F-ratio [df*]	Width of dorsal plates (µm)		F-ratio [df*]	Length of anal plates (µm)		F-ratio [df*]
			Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD	
<i>Gpp</i>	<i>Gpp</i>	74	362.8 <sup>a</sup>	22.4	99.9***	340.3 <sup>a</sup>	20.1	21.4***	248.5 <sup>a</sup>	14.4	43.3***
<i>Gpg</i>	<i>Gpg</i>	69	427.2 <sup>b</sup>	24.4	[3,203]	321.2 <sup>b</sup>	19.7	[3,203]	280.4 <sup>b</sup>	19.0	[3,203]
<i>Gpp</i>	<i>Gpg</i>	30	420.9 <sup>b</sup>	21.2		346.5 <sup>a</sup>	22.5		275.7 <sup>b</sup>	21.9	
<i>Gpg</i>	<i>Gpp</i>	32	374.6 <sup>a</sup>	31.5		313.6 <sup>b</sup>	26.5		258.3 <sup>c</sup>	16.6	

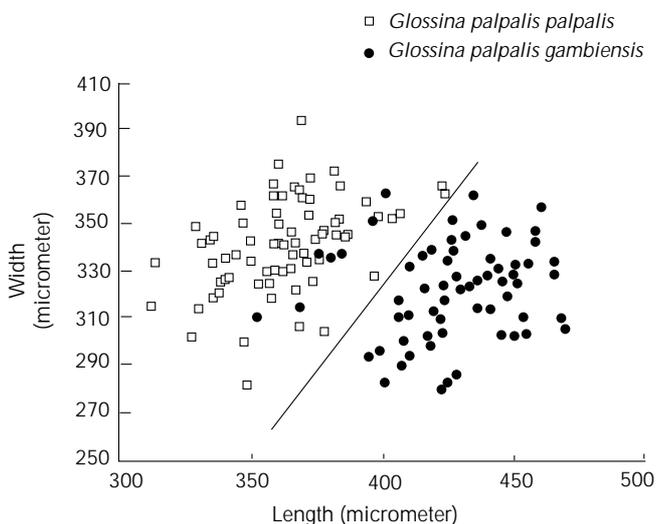
<sup>a, b</sup> Means not followed by the same letter are significantly different (Tuckey's HSD,  $P < 0.05$ )

\* Degrees of freedom

\*\*\*  $P < 0.001$



**Figure 3:** Frequency distribution of the different size classes of the length of the dorsal (left) and anal (right) plates of female (A) *Glossina palpalis palpalis* (Gpp), (B) *Glossina palpalis gambiensis* (Gpg), (C) hybrids from Gpg x Gpp cross and (D) hybrids from Gpp x Gpg cross (1 unit is 10  $\mu$ m).



**Figure 4:** Length of the dorsal plates plotted against their width.

**Table II**

Pearson's correlation coefficient between the length and width of the dorsal plates and the length of the dorsal and anal plates of female *Gpp*, *Gpg* and their hybrids

	Length and width of dorsal plates	Length of dorsal and anal plates
<i>Gpp</i>	0.4369 **	0.2262 n.s.
<i>Gpg</i>	0.1069 n.s.	0.0150 n.s.
<i>Gpp</i> x <i>Gpg</i>	0.4389 *	0.1427 n.s.
<i>Gpg</i> x <i>Gpp</i>	0.5979 ***	0.5543 **

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ ; n.s. = not significant

interruption of the spermatogenesis process (11) and to the low or complete absence of motility of sparsely produced mature hybrid sperm (13). The field and laboratory data accumulated to date indicate the potential of using these subspecies for control purposes based on male hybrid sterility (13). In addition, as the mating behavior of both *Gpp* and *Gpg* is not altered by a sterilizing radiation treatment (13), gamma sterilized males of one subspecies could be used to eradicate target populations of both subspecies.

The morphological characterization of male and female hybrids resulting from *Gpp* and *Gpg* crosses described here confirms the hypothesis that male and female hybrids exhibit intermediate morphological characters. The hybrid morphology described in this paper is, however, derived from hybrids descending from parental lines of two distinct geographical areas (Nigeria and Burkina Faso). It would be worthwhile extending this study to analyze the reproductive parameters and to morphometrically characterize the hybrids from subspecies originating from two neighboring localities.

#### Acknowledgments

The authors would like to thank Dr. J.C. van Lenteren and Dr. W. Takken (Wageningen Agricultural University), and Dr. U.H. Feldmann (IAEA) for reviewing the manuscript.

#### REFERENCES

- BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. An account of the biology of the genus *Glossina* (Diptera). London, UK, Lewis HK, 816 p. (Mem. London Sch. Hyg. trop. Med. No. 10)
- CHALLIER A., DEJARDIN J., 1987. Variations morphologiques chez les mâles de *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) et *G. p. gambiensis* Vanderplank. Leurs implications taxinomiques. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, n° spécial : 83-99.
- CHALLIER A., GOUTEUX J.-P., COOSEMANS M., 1983. La limite géographique entre les sous-espèces *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) et *G. palpalis gambiensis* Vanderplank (Diptera : Glossinidae) en Afrique occidentale. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **21**: 207-220.
- GARMS R., MEHLITZ D., ZILLMANN U., 1987. Geographical distribution of *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina palpalis palpalis* in Liberia. *Med. vet. Ent.*, **1**: 343-347.
- GOODING R.H., 1988. Preliminary analysis of genetics of hybrid sterility in crosses of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) and *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank. *Can. Ent.*, **120**: 997-1001.
- GOUTEUX J.-P., DAGNOGO M., 1985. Homogénéité morphologique des genitalia mâles de *Glossina palpalis palpalis* (Diptera : Muscidae) en Côte d'Ivoire. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **23** : 55-59.

7. GOUTEUX J.-P., MILLET P., 1984. Observations sur le contact entre *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv., 1830) et *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949, dans la région de Bouaké (Côte d'Ivoire). *Tropenmed. Parasit.*, **35** : 157-159.
8. MACHADO de BARROS A., 1954. Révision systématique de glossines du groupe *palpalis* (Diptera). *Publ. Cul. co. diam. Angola*, **22** : 189 p.
9. NEKPENI E.B., DAGNOGO M., EOUZAN J.P., 1989. Détermination de la limite géographique entre deux sous-espèces de glossines en Côte d'Ivoire : *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) et *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. *Trop. Med. Parasit.*, **40** : 12-15.
10. SOKAL R.R., ROHLF F.J., 1995. Biometry, 3rd ed. New York, NY, USA, WH Freeman, 887 p.
11. SOUTHERN D.I., 1980. Chromosome diversity in tsetse flies. In: Blackman R.L., Hewitt, G.M., Ashburner M. Eds., Insect cytogenetics (Symposia of the Royal Entomological Society of London, No. 10). Oxford, UK, Blackwell's, p. 225-243.
12. VANDERPLANK F.L., 1949. The classification of *Glossina palpalis* including the description of a new subspecies and hybrids. *Proc. R. ent. Soc. London (b)*, **18**: 69-77.
13. VREYSEN M.J.B., VAN DER VLOEDT A.M.V., 1990. The effect of intersubspecific hybridization and gamma radiation on the reproductive biology of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) and *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **70**: 145-158.

Reçu le 19.1.99, accepté le 12.3.99

## Résumé

**Vreysen M.J.B., Van der Vloedt A. M.V.** Caractérisation morphologique de l'armature génitale des hybrides mâles et femelles issus de croisements entre *Glossina palpalis palpalis* et *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera : Glossinidae)

Les sous-espèces *Glossina palpalis palpalis* (*Gpp*) provenant du Nigeria et *G. p. gambiensis* (*Gpg*) provenant du Burkina Faso pouvaient être différenciées par des caractères morphologiques, en se basant, pour les mâles, sur la largeur des dilatactions terminales des forcipules inférieurs. Des valeurs intermédiaires ont été mesurées chez les hybrides mâles, mais la dimension moyenne de la tête des paramères était déterminée, significativement, par la descendance maternelle. Ainsi, la largeur moyenne de la tête des forcipules inférieurs des hybrides mâles issus du croisement *Gpg* x *Gpp* était plus grande, d'une manière significative, que celle des hybrides issus du croisement inverse. Les caractères morphologiques des forcipules inférieurs des hybrides mâles montraient des différences nettes en fonction du croisement. Les plaques dorsales de l'armature génitale des femelles *Gpg* étaient plus longues mais moins larges, de manière significative, que celles des femelles *Gpp*. Les deux sous-espèces pouvaient être séparées avec un chevauchement minimal (7 p. 100) en reportant la longueur des plaques dorsales sur l'axe des abscisses et la largeur sur celui des ordonnées. Les plaques dorsales de l'armature génitale des hybrides femelles *Gpp* x *Gpg* étaient significativement plus longues et plus larges que celles des hybrides du croisement inverse.

**Mots-clés :** *Glossina palpalis palpalis* - *Glossina palpalis gambiensis* - Hybride - Morphologie - Système génital.

## Resumen

**Vreysen M.J.B., Van der Vloedt A. M.V.** Caracterización morfológica del armazón genital de los machos y hembras híbridos de cruces entre *Glossina palpalis palpalis* y *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae)

Las subespecies *Glossina palpalis palpalis* (*Gpp*), originaria de Nigeria, y *Glossina palpalis gambiensis* (*Gpg*), originaria de Burkina Faso, pueden separarse morfométricamente en base al ancho de las dilataciones terminales de los apéndices copulatorios inferiores de los machos. Se obtuvieron valores intermedios para los machos híbridos, pero el tamaño medio de la cabeza de los parámetros fue significativamente determinado por descendencia materna, es decir el ancho medio de la cabeza de los apéndices copulatorios inferiores de los machos híbridos del cruce *Gpg* x *Gpp* fue significativamente más largo que el de los híbridos de los cruces recíprocos. Los caracteres morfológicos de los apéndices copulatorios inferiores de los machos híbridos fueron diferentes según el cruce. Las placas dorsales de la armazón genital de la *Gpg* hembra fueron significativamente más largas, pero menos anchos, cuando comparados con los de la hembra *Gpp*. Ambas subespecies pueden diferenciarse con un traslapeo mínimo (7%), mediante la esquematización del largo de las placas dorsales contra el ancho. Las hembras híbridas de cruces *Gpp* x *Gpg* presentaron placas dorsales significativamente más largas y anchas que las de cruces recíprocos.

**Palabras clave:** *Glossina palpalis palpalis* - *Glossina palpalis gambiensis* - Híbrido - Morfología - Aparato genital.

# Fly Picture Measurement, un nouvel outil informatique pour l'étude des glossines

F. Borne <sup>1\*</sup> L. Petiteau <sup>1</sup> B. Geoffroy <sup>2</sup>  
S. de La Rocque <sup>3,4</sup> D. Cuisance <sup>3</sup>

## Mots-clés

Glossinidae - *Glossina* - Biométrie -  
Logiciel - Mensuration - Aile.

## Résumé

La biométrie intéresse l'entomologiste, d'une part comme élément de systématique, d'autre part comme indicateur des conditions de vie de l'insecte. Réalisée traditionnellement avec les moyens optiques classiques, elle est rendue plus rapide, fiable et précise grâce aux progrès de l'informatique (saisie et traitement informatisé des données). Un logiciel de mesure de la taille de segments remarquables et du niveau de gris moyen de l'aile a été conçu et appliqué à l'aile de glossine (Diptera : Glossinidae). Son intérêt pour l'entomologiste médical et vétérinaire est ici souligné.

## ■ INTRODUCTION

La taille des insectes est un paramètre intéressant en entomologie médicale, car elle peut être reliée aux caractéristiques notamment abiotiques du milieu de vie et à la longévité des individus (9, 10). Dans le cas d'insectes vecteurs, la durée de vie est particulièrement importante à connaître puisque, compte tenu de la durée des cycles parasitaires, elle est un des éléments de base pour évaluer leur capacité vectorielle (15).

Chez les glossines, la taille des individus est appréciée à partir de mesures réalisées sur l'aile de l'insecte, organe dont les dimensions sont proportionnelles à celles du corps (4). Dans le genre *Glossina*, l'aile a une nervation constante et une cellule caractéristique en forme de hache, dont le côté coupant est fréquemment retenu pour les mesures (5). Celles-ci se réalisent sous le microscope, à l'aide d'un oculaire micrométrique. La méthode est évidemment lourde et fastidieuse. L'outil présenté ici permet de réaliser rapidement un ensemble de mesures de manière semi-automatique.

## ■ PRESENTATION DU LOGICIEL FLY PICTURE MEASUREMENT (FPM )

Sur l'image, l'utilisateur sélectionne avec sa souris huit points remarquables, situés à des intersections de nervures. Parmi ces points figurent notamment les cinq angles de la cellule en hache (figure 1). Il positionne également deux petits disques de 3 mm de diamètre, l'un sur une partie membraneuse de l'aile, l'autre en dehors de l'organe.

Le logiciel calcule alors la longueur en millimètres de trois segments, entre les points 6 et 8 (segment 1), 7 et 3 (segment 2), et 2 et 8 (segment 3). Il indique les rapports segment 1/segment 2 et segment 1/segment 3, ainsi que la surface de la cellule en hache. Enfin, le niveau de gris moyen de l'aile est calculé par différence entre les valeurs obtenues dans les deux disques.

## ■ MODE D'EMPLOI

Les ailes des glossines sont individualisées et montées à sec entre lame et lamelle. La préparation est ensuite observée à la loupe binoculaire Olympus SZH au grossissement 75 (objectif : x 7,5 ; oculaire : x 10), sur laquelle est adaptée une caméra Canon XE1 reliée à un ordinateur. Il est également possible d'utiliser un scanneur si celui-ci a une résolution suffisante pour fournir une image supérieure à 500 x 500, afin de conserver une bonne précision géométrique. L'image est capturée sur l'écran et enregistrée (différents formats sont possibles : .tif, .bmp, .img).

1. Cirad-amis, Unité de modélisation des plantes, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1  
Tél. : 04 67 54 87 28 ; Fax : 04 67 54 87 29 ; E-mail : frederic.borne@cirad.fr

2. Ird, Laboratoire de taxonomie et de chorologie des vecteurs, avenue du Val de Montferrand, 34032 Montpellier

3. Cirad-emvt, programme Econap, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

4. Cirdes, 01 BP 454, Bobo Dioulasso 01, Burkina Faso

\* Auteur pour la correspondance

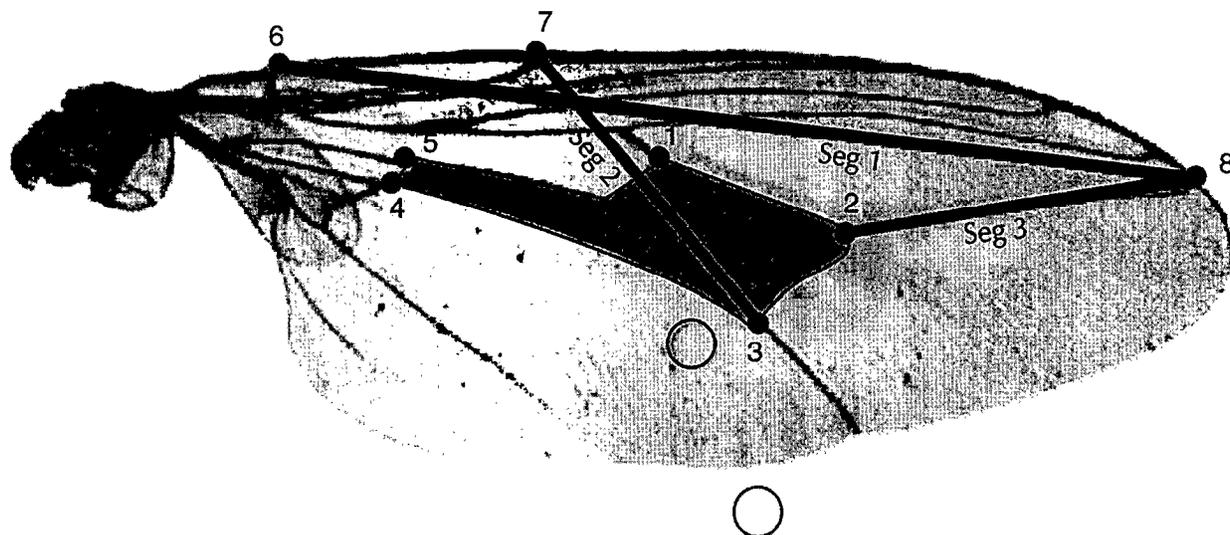


Figure 1 : localisation des points à saisir sur l'aile de glossine et paramètres calculés.

La simplicité a été recherchée dans l'utilisation de ce logiciel. Les principales étapes à suivre par l'utilisateur sont successivement : i) le chargement de l'image ; ii) un calibrage éventuel grâce à un étalon ; iii) la sélection des huit points de base.

Des outils ont été développés pour corriger de possibles imperfections de l'image : nettoyage de petites impuretés, amélioration de la netteté et de la lumière, renversement symétrique, agrandissement... Le logiciel est aussi capable de réaliser certaines des mesures, même en l'absence d'un des points remarquables. Il est également possible de demander des calculs supplémentaires sur l'image : surface de zones délimitées au curseur, longueur d'autres segments ou niveau de gris à l'intérieur de cercles de diamètres variables.

Les ailes de glossines « sauvages » présentent très occasionnellement de petites anomalies, comme des moignons de nervures sur-numéraires, en rapport, selon certains auteurs, avec les températures supportées dans le sol par la puppe de l'insecte (12, 20). Ces anomalies peuvent gêner le logiciel lorsqu'il délimite la cellule en hache et nécessitent alors une retouche de l'image.

Une aide en ligne est proposée. Elle est illustrée par des images d'écrans, afin de guider l'utilisateur, et enrichie de liens hypertextes, rendant son utilisation rapide et facile. Les résultats obtenus sont enregistrés dans un fichier de type tableur (.prn) ou en format texte (.txt) et peuvent alors être directement importés dans un logiciel de statistique.

Une démonstration du fonctionnement de ce logiciel est accessible sur Internet à l'adresse suivante :

<http://www.multimania.com/bornef/FPM/FPM.htm>

## ■ INTERET EN ENTOMOLOGIE

FPM représente un apport important par rapport aux techniques utilisées jusqu'alors. Tout d'abord, ce logiciel donne accès à un ensemble de paramètres non mesurables visuellement ou avec une précision très incertaine. Ensuite, les résultats sont reproductibles et utilisables pour des analyses statistiques fiables. Enfin, le gain

de temps est important puisque, avec un peu d'habitude, deux à trois images peuvent être traitées en une minute. En revanche, la préparation des échantillons (montage entre lame et lamelle) est relativement laborieuse, surtout sur le terrain. Différents essais sont à réaliser pour définir un milieu de montage facile d'utilisation.

L'époque de l'entomologiste armé de son seul filet à papillon est bien révolue. L'entomologie bénéficie actuellement des technologies de pointe (3) et les études morphométriques, en particulier, bien qu'anciennes chez les insectes, connaissent un regain d'intérêt avec le développement d'outils tels que le logiciel présenté ici. Les applications des mesures morphométriques sont très vastes en entomologie (6). Elles offrent notamment de nouvelles possibilités pour l'identification d'espèces et de sous-espèces d'insectes (2, 14, 19). Elles ont également été utilisées pour comparer des populations d'insectes à différentes échelles géographiques et apprécier par exemple leurs déplacements, que ce soit dans le cas de ravageurs tels que les acridiens (1) ou de vecteurs de maladies (11). Dans ce domaine de l'entomologie médicale, et notamment chez les glossines, mieux définir les populations de vecteurs (statut taxonomique, état physiologique, âge, histoire) permet d'apprécier leur aptitude à transmettre les parasites à un moment et en un lieu donnés (7, 8, 9, 13, 16, 18). Le logiciel FPM a, par exemple, été utilisé sur des populations « sauvages » de *Glossina tachinoides* et de *Glossina palpalis gambiensis* capturées dans la zone de Sidéradougou, au Burkina Faso. Les mesures obtenues sur les ailes sont suffisamment discriminantes pour différencier les deux espèces et le sexe des individus selon la forme, la taille ou la couleur de l'organe. Des variations ont également été observées selon la date de capture et les caractéristiques du milieu fréquenté (de La Rocque et coll., en préparation), informations de première importance pour juger de l'état physiologique des populations. A ces caractérisations de plus en plus précises peuvent également être superposés des profils génétiques à l'intérieur des espèces (17). Ces connaissances sont des éléments importants pour la compréhension du fonctionnement des divers « paysages épidémiologiques » et donc pour les décisions de lutte contre les maladies à transmission vectorielle qui restent dramatiquement d'actualité.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BLACKITH R.E., 1971. Morphometrics in acridology: A brief survey. *Acrida*, **1**: 7-15.
2. BROWN K.R., 1979. Comparative wing morphometrics of some calyptate Diptera. *J. Aust. Entomol. Soc.*, **18**: 289-303.
3. BRUHNS J., CUISANCE D., CUNY G., MANGUIN S., DE LA ROCQUE S., GEOFFROY B., 1998. Entomologie médicale : l'explosion technologique. *Méd. trop.*, **58** : 15-20.
4. BURSELL E., 1960. The measurement of size in tsetse flies (*Glossina*). *Bull. entomol. Res.*, **51**: 33-37.
5. BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. An account of the biology of the genus *Glossina* (Diptera). London, UK, London School of Hygiene and Tropical Medicine, 816 p. (Memoir No. 10. Lewis H.K.)
6. DALY H.V., 1985. Insect morphometrics. *Ann. Rev. Entomol.*, **30**: 415-438.
7. DE DEKEN P., VAN DER BOSSCHE P., SANGARE M., GNANVI C., MISSANDA J.H., VAN HEES J., 1997. Effect of the life span of female *Glossina palpalis gambiense* on the weight and size of its progeny. *Med. vet. Entomol.*, **11**: 95-101.
8. DE LA ROCQUE S., GEOFFROY B., CUISANCE D., 1996. Nouvelle approche pour l'estimation de l'âge des glossines par analyse d'image de l'aile. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49** : 46-48.
9. DEJARDIN J., MAILLOT L., 1964. Biométrie de la glossine : étude statistique des mensurations de l'aile dans diverses communautés (*Glossina fuscipes quansensis*, Pires). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **17** : 97-102.
10. DRANSFIELD R.D., BRIGHTWELL R., 1989. Problems of field testing theoretical models. A case study. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **69**: 147-154.
11. DUJARDIN J.P., MUNOZ M., CHAVEZ T., PONCE C., MORENO J., SCHOFIELD C.J., 1998. The origine of *Rhodnius prolixus* in Central America. *Med. vet. Entomol.*, **12**: 113-115.
12. GLASGOW J.P., 1960. Variation in the venation of *Glossina Wiedermann* (Diptera: Muscidae). *Proc. R. Entomol. Soc. London*, **35**: 49-57.
13. GLASGOW J.P., 1961. Seasonal variation in size and colour, and daily changes in the distribution of *Glossina pallidipes* Aust. in the South Busoga Forest, Uganda. *Bull. Entomol. Res.*, **52**: 647-666.
14. LEBBE J., TORREZ M.E., VIGNES R., DEDET J.P., 1991. Wing morphology and species characterisation of sandflies. *Parasitologia*, **33**: 365-372.
15. RODHAIN F., PEREZ C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris, France, Maloine S.A. Editeur, 458 p.
16. ROGERS D.J., RANDOLPH S.E., 1991. Mortality rate and population density of tsetse flies correlated with satellite imagery. *Nature*, **351**: 739-741.
17. SOLANO P., DUVALLET G., DUMAS V., CUISANCE D., CUNY G., 1997. Microsatellite markers for genetic population studies in *Glossina palpalis* (Diptera: Glossinidae). *Acta trop.*, **65**: 175-180.
18. WALL R., 1990. Ovarian ageing of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) - Interspecific differences. *Bull. entomol. Res.*, **80**: 85-89.
19. WEEKS P.J.D., GAULD I.D., GASTON K.J., O'NEILL M.A., 1997. Automating the identification of insects: a new solution to an old problem. *Bull. entomol. Res.*, **87**: 203-211.
20. WELCH J.R., 1960. Variation in the venation of *Glossina morsitans orientalis* Vanderplanck (Diptera: Muscidae). *Proc. R. Entomol. Soc. London*, **35**: 58-60.

Reçu le 14.1.99, accepté le 31.3.99

**Summary**

**Borne F., Petiteau L., Geoffroy B., de La Rocque S., Cuisance D.** Fly Picture Measurement, a new software tool to study tsetse flies

Entomologists have shown interest in biometry, on one hand as a systematics tool, on the other hand because it gives indications on the living conditions of insects. Although it traditionally requires classical optical tools, it has now been made more reliable, precise and faster thanks to advances in computer science (data entry and processing). A software that measures the size of remarkable segments and the mean gray level of the wing was developed and applied to tsetse fly wings (Diptera: Glossinidae). Its applications for medical and veterinary entomologists are highlighted here.

**Key words:** Glossinidae - *Glossina* - Biometry - Computer software - Body measurement - Wing.

**Resumen**

**Borne F., Petiteau L., Geoffroy B., de La Rocque S., Cuisance D.** Fly Picture Measurement, un nuevo instrumento informático para el estudio de las glosinas

La biometría interesa al entomologista, como elemento de sistemática por un lado y como índice de las condiciones de vida del insecto por otro. Tradicionalmente llevada a cabo mediante los métodos ópticos clásicos, gracias al progreso de la informática (toma y tratamiento informático de datos), se vuelve más rápida, fiable y precisa. Se concibió un programa para medir el tamaño de los segmentos evidentes y del nivel medio de gris del ala, el cual se aplicó al ala de la glosina (Diptera: Glossinidae). Se señala el interés para el entomologista médico y veterinario.

**Palabras clave:** Glossinidae - *Glossina* - Biometria - Programa de ordenador - Medición del cuerpo - Ala.



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

Thèmes techniques de la 66<sup>e</sup> Session générale (Paris, mai 1998), et thèmes des Conférences régionales des Commissions de l'Oie pour les Amériques (Winnipeg, Canada, avril 1998) et pour l'Europe (Prague, République tchèque, septembre 1998)

■ **La biosécurité dans les laboratoires**, par F. Clavel et M. Grimaldo (original en espagnol - traduit en anglais)

Deux microbiologistes, membres de la Commission Panama-Etats-Unis d'Amérique pour la prévention de la fièvre aphteuse, rappellent quelles sont les règles indispensables pour s'assurer que les agents pathogènes manipulés dans les laboratoires vétérinaires ne puissent contaminer ni les animaux, ni les êtres humains, ni l'environnement.

■ **Importance de la rhinotrachéite infectieuse et diarrhée virale bovine pour la santé animale et le commerce international**, par D. Deregt (original en anglais - traduit en espagnol)

Les principaux problèmes soulevés par ces deux maladies concernent le portage silencieux des virus, le diagnostic de l'infection, le choix de la méthode de prophylaxie la plus appropriée et des meilleurs vaccins, si une prophylaxie médicale est appliquée. Ces différents aspects sont traités par l'expert du Laboratoire de référence de l'Oie à Lethbridge (Canada).

■ **Le renforcement des services vétérinaires par la restructuration et par la participation du secteur privé et des groupes spécifiques**, par V. Astudillo (original en espagnol - traduit en français, en anglais et en russe)

Selon le directeur du Centre panaméricain de la fièvre aphteuse, la tendance mondiale est à la réduction du rôle de l'Etat en tant que prestataire des services vétérinaires, d'où la nécessité de rechercher de nouveaux modèles d'organisation zoosanitaire. Cela passe par une participation accrue des communautés d'éleveurs à la mise en place de ces nouveaux modèles, même si l'Etat doit en rester le principal moteur.

■ **Systèmes de prévision fondés sur l'épidémiologie et le laboratoire, destinés à prévenir l'apparition de foyers de maladies existantes ou nouvelles**, par M. Rweyemamu (original en anglais - traduit en français, en espagnol et en russe)

Les événements récents ont mis en évidence les dangers d'un accroissement de la fréquence et de l'importance économique des épizooties. Le responsable des systèmes de prévention d'urgence des maladies animales à l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (EMPRES-FAO) plaide pour la prise en compte des concepts de préparation aux situations zoosanitaires d'urgence et pour le développement d'un système mondial d'alerte immédiate fondé sur les progrès de l'épidémiologie quantitative assistée par ordinateur.

■ **Contribution de la biologie moléculaire à la lutte contre les maladies animales**, par C.J. Bostock (original en anglais - traduit en français, en espagnol et en russe)

Une excellente revue de tous les progrès réalisés dans le domaine de la surveillance et du contrôle des maladies animales grâce à l'emploi des nouvelles méthodes de biologie moléculaire : amélioration du diagnostic, découverte des vaccins plus performants et plus sûrs, détermination des gènes de résistance aux maladies, identification des agents pathogènes à l'origine des foyers des maladies, etc. L'auteur est membre du Groupe de travail sur la biotechnologie de l'Oie et Directeur de l'Institut de santé animale de Compton (Royaume-Uni).

■ **Le rôle du commerce international des animaux, des produits d'origine animale et des aliments du bétail dans la transmissibilité de l'antibiorésistance et les moyens de maîtriser la propagation des facteurs de résistance des agents infectieux**, par J. Boisseau (original en français - traduit en anglais et en russe)

Ce rapport, préparé par le Centre collaborateur de l'Oie pour les médicaments vétérinaires à Fougères (France), constitue une synthèse exhaustive des résultats d'une enquête conduite auprès des 50 pays membres de l'Oie en Europe en 1998. Il contient une infor-

mation totalement originale et particulièrement riche sur les systèmes de surveillance et de contrôle de l'antibiorésistance en Europe. Il fait ressortir la nécessité d'un renforcement et d'une harmonisation internationale de ces systèmes, dans le but de protéger les élevages et leur productivité, sans jamais mettre en péril la santé publique.

■ **Les méthodes de lutte contre la peste porcine classique, y compris le recours à des vaccins de nouvelle génération**, par V. Moennig (original anglais - traduit en français et en russe)

La peste porcine classique (Ppc) est une maladie infectieuse virale dont l'impact économique a sévèrement affecté l'industrie porcine de plusieurs pays européens. Ce rapport du Laboratoire de référence de l'Oie pour la Ppc décrit les problèmes posés par cette maladie du fait de l'évolution de l'industrie de la production porcine et de l'existence d'un réservoir de virus chez les suidés vivant à l'état sauvage. Il traite également de façon détaillée du progrès que pourrait constituer le recours aux vaccins à marqueur sérologique qui permettent de distinguer les animaux infectés des animaux vaccinés.

1999

21 x 29,7 cm - 315 p.

ISBN 92-9044-482-7  
ISSN 1022-1050

Prix unitaire : 25 euros  
(Frais d'envoi inclus)

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

# Etude de la variabilité génétique de *Glossina palpalis gambiensis* par le polymorphisme de l'ADN microsatellite. Implications épidémiologiques \*

Philippe Solano

Résumé de la thèse de Doctorat en parasitologie  
soutenue le 21 novembre 1998  
à l'Université de Montpellier II (205 pages)

**Mots-clés :** *Glossina palpalis gambiensis* - Génétique - Microsatellite - Diagnostic - Epidémiologie - Burkina Faso.

Les glossines ou mouches tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) sont des insectes qui transmettent les trypanosomes (Kinetoplastida : Trypanosomatidae), responsables des trypanosomoses animales (ou nagana) et de la trypanosomose humaine (ou maladie du sommeil), en Afrique intertropicale. Ces maladies ont un impact considérable sur le développement économique de cette zone du monde (pertes en viande, en lait, en travail, géographie de l'élevage, utilisation de trypanocides).

Pour maîtriser cette contrainte, les méthodes de lutte doivent être efficaces et économiquement supportables, c'est-à-dire précisément ciblées. Ceci implique une connaissance approfondie de l'épidémiologie de la maladie, donc de la biologie et de l'écologie des glossines, des parasites, de leurs interactions, et des rapports existants entre ce système pathogène et son environnement.

Cependant, les connaissances sur les glossines montrent beaucoup de lacunes, certainement à cause du manque d'outils adaptés à l'étude de la variabilité génétique des vecteurs. L'objectif du travail effectué a été :

- de développer un outil adapté à l'étude de la variabilité génétique des populations de glossines ayant le potentiel de déceler une structuration de populations intra-taxon ;
- d'observer les conséquences de cette structuration sur l'épidémiologie de la trypanosomose animale africaine sur le terrain, à différentes échelles spatiales.

Le cas retenu a été celui de *Glossina palpalis gambiensis*, vecteur efficace des trypanosomoses humaines et animales en Afrique occidentale.

Contrairement à d'autres organismes mieux connus, il n'existait pas de banque informatisée de données sur les séquences ADN des glossines. Il a donc fallu, pour chercher des microsatellites, créer une banque génomique partielle, par une méthode classique utilisant un bactériophage M13 et des bactéries *E. coli* XL1. Cette méthodologie a été rendue possible par l'existence de l'élevage de glossines Cirad-Ird à Montpellier. Une séquence microsatellite est constituée de répétitions d'un court motif de nucléotides (par exemple, GT GT GT GT GT GT). Après obtention de ces séquences microsatellites (chacune constituant un locus), des amorces situées de part et d'autre du motif répété sont définies, de manière à ensuite amplifier celui-ci par réaction PCR. C'est la variation du nombre de répétitions de ce motif microsatellite qui détermine les changements de longueur des fragments d'ADN amplifiés (appelés allèles).

Après avoir effectué un test sur des individus d'insectarium, trois loci microsatellites polymorphes ont été obtenus. Sur le terrain, le prélèvement de deux à trois pattes par glossine capturée fournit l'ADN soumis à amplification.

D'après la taille des bandes observées (qui représentaient les allèles) après PCR à chacun des loci microsatellites, le génotype des individus analysés a été déduit.

Pour analyser les données, trois logiciels de génétique des populations ont été utilisés de manière complémentaire : Genepop (Raymond, Rousset, 1995) versions 1.2 et 3.1, FSTAT v.1.2 (Goudet, 1996), Genetix (Belkhir, Borsa, Goudet, Chiki, Bonhomme, 1996-1998).

Les principaux paramètres mesurés ont été :

- l'écart aux proportions attendues en cas d'équilibre de Hardy-Weinberg ;
- le déséquilibre de liaison entre loci ;
- la différenciation entre les populations (*F* statistiques de Weir et Cockerham).

## Glossines d'insectarium

Les deux premiers loci (*Gpg55.3* et *Gpg19.62*) étaient situés sur le chromosome X (une bande chez les mâles, XY ; une ou deux bandes chez les femelles, XX). Le troisième locus (*Gpg69.22*) semblait situé sur un autosome. Des expériences de transmission entre générations de ces allèles aux loci microsatellites ont été réalisées sur les individus d'insectarium. Elles ont permis de confirmer la transmission mendélienne des allèles, importante à vérifier avant d'entreprendre des études de génétique sur les populations naturelles.

## Glossines « naturelles »

Au niveau macrogéographique, deux loci microsatellites ont montré des différences importantes entre les glossines du Sénégal et celles capturées au Burkina Faso. Ces différences génétiques impliquaient aussi la taille des ailes de ces mêmes glossines, étudiée par la morphométrie grâce à un logiciel de mesures semi-automatiques (Fly Picture Measurements ; Borne, Petiteau, de La Rocque, Geoffroy, Cuisance, en prep.).

A l'échelle de la zone agropastorale, deux terroirs ont été retenus : Samorogouan et Sideradougou, au Burkina Faso. A Samorogouan, des captures ont été réalisées en saison sèche et en saison des pluies. Les principaux résultats suggèrent que cette zone peut être considérée comme une unité panmictique au sein de laquelle les individus capturés se reproduisent au hasard entre eux. Les mouvements plus fréquents en saison des pluies semblent

\* Ce travail est le fruit d'une collaboration entre des équipes du Cirad-emvt (programme Econap), de l'Ird (Lemv), et du Cirades Bobo-Dioulasso au Burkina Faso

homogénéiser les flux de gènes entre groupes d'individus. A Sidéradougou, deux campagnes de capture ont été réalisées, l'une en 1997, l'autre en 1998, le long du réseau principal du Koba, entre l'est (village de Yéguéré) et l'ouest (village de Nyarafo et bois sacré voisin). Au total, 360 *G. palpalis gambiensis* ont été analysées.

A l'échelle de la zone de Sidéradougou, un premier niveau de structuration apparaît entre les glossines situées à l'est et à l'ouest du réseau (éloignées d'une quinzaine de kilomètres), structuration qui persiste chaque année de capture. Le *Fst* moyen mesuré a atteint une valeur de 0,039 et était très significatif ( $p < 0,0001$ ), indiquant une différenciation génétique entre ces populations appartenant pourtant au même réseau hydrographique.

Le *Fst* obtenu équivaudrait, en termes de flux de gènes entre l'ouest et l'est, à un échange de 5 à 6 individus par génération.

Les résultats épidémiologiques obtenus distinguent également ces deux parties du réseau hydrographique : taux d'infection différents chez les glossines, diversité des trypanosomes reconnus par PCR.

Cependant, en plus de ce premier degré de structuration, de fortes valeurs du *Fis* (déficit en hétérozygotes) ont été observées à l'ouest de la zone, notamment près d'un bois sacré à proximité du village de Nyarafo.

Après avoir testé plusieurs hypothèses, techniques et biologiques, une analyse factorielle des correspondances a été réalisée sur les génotypes des glossines présentes dans le bois. Cette analyse a mis en évidence deux groupes princi-

paux d'individus qui ne présentaient chacun aucun déficit en hétérozygotes et qui étaient génétiquement très différents entre eux.

Ces données reflètent l'existence d'un effet *Wahlund* dans les glossines capturées : dans l'échantillon total étaient regroupés artificiellement deux groupes d'individus ne se reproduisant pas au hasard entre eux. Lorsque, une fois reconnus, ils étaient séparés, le déficit en hétérozygotes disparaissait.

L'utilisation du polymorphisme de l'ADN microsatellite a permis de déceler une structuration des populations chez *G. palpalis gambiensis*, à des échelles spatiales distinctes. A l'évidence, un nombre supérieur de loci serait appréciable, mais des conclusions préliminaires peuvent déjà être émises.

C'est à notre connaissance la première fois qu'une subdivision des populations de glossines a été mise en évidence au niveau intraspécifique à l'échelle d'un réseau hydrographique, sur quelques kilomètres. Dans la zone de Sidéradougou, cette subdivision a persisté lors des deux prospections, en 1997 et 1998. A cette structuration génétique, s'est superposée une structuration épidémiologique : différentes populations de vecteurs appartenant à la même sous-espèce ont semblé pouvoir jouer des rôles différents dans l'efficacité de la transmission de la trypanosome animale.

En sympatrie dans le bois de Nyarafo, un mélange de populations a été détecté. Parmi plusieurs hypothèses, ce mélange pourrait refléter la jonction, en ce point, de deux populations de *G. palpalis gambiensis* d'origine différente par leur appartenance à des bassins versants dis-

tincts. Au niveau de la falaise de Banfora, s'établit en effet un contact entre les eaux du bassin de la Comoé, qui coule ensuite plein sud vers la Côte d'Ivoire, et celui du Mouhoun (ex-Volta noire) auquel appartient le réseau du Koba sur lequel s'est déroulée l'étude.

A l'échelle de l'aire de répartition de cette glossine, les différences génétiques mises en évidence n'apparaissent ainsi pas simplement liées à la distance géographique. Il est probable que d'autres facteurs écologiques, comme l'appartenance au bassin versant, jouent un rôle dans la structuration des populations de ce vecteur.

Les implications de ce travail sur le contrôle des trypanosomoses en Afrique peuvent contribuer au choix des stratégies. Si le contrôle repose sur l'éradication des vecteurs (par lâchers de mâles stériles par exemple), ces études pourront permettre, d'une part, d'identifier les populations cibles en terme de compatibilité génétique avec les individus lâchés et, d'autre part, de préciser l'origine géographique des réinvasions éventuelles par les glossines de zones traitées. En revanche, si l'option choisie est le contrôle par l'abaissement des populations de vecteurs afin de maîtriser la contrainte, ces études trouvent leur intérêt dans la prévision spatiale fine du risque trypanosomien.

Les trois loci microsatellites isolés chez *Glossina palpalis gambiensis* amplifient également l'ADN de tous les taxons de glossines appartenant au même sous-genre (*Nemorhina*, ou groupe *palpalis*). Ce résultat suggère donc l'extension possible de ce type d'étude à d'autres glossines, dont l'importance médicale et vétérinaire est reconnue.

## ERRATUM

Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1998, 51 (4) : 304. Dans le résumé espagnol, 6<sup>e</sup> ligne : *G. morsitans morsitans* (Mall).

# Modélisation de l'occupation de l'espace par les bovins. Applications à l'épidémiologie des trypanosomoses animales

J.F. Michel <sup>1,2\*</sup> V. Michel <sup>1,2</sup> S. de La Rocque <sup>1,2</sup>  
I. Touré <sup>1</sup> D. Richard <sup>1</sup>

## Mots-clés

Bovins - Modèle - Système d'information - Distribution spatiale - Densité - Trypanosomose - Epidémiologie - Burkina Faso.

## Résumé

L'approche suivie au Burkina Faso pour étudier l'épidémiologie des trypanosomoses bovines repose sur l'exploration des relations spatiales entre les hôtes principaux (bétail) et les glossines. A partir d'un recensement exhaustif et géoréférencé des bovins dans une zone de 1 200 kilomètres carrés, une modélisation des déplacements et des zones occupées par les animaux en fin de saison sèche, période d'interfaces maximales, a été effectuée. Basée sur deux points remarquables du parcours des animaux à cette époque, les parcs de nuit et les points d'eau, elle a permis, par manipulation simple de polygones, d'obtenir des cartes de répartition des bovins, à l'échelle de la zone d'étude.

## ■ INTRODUCTION

Avec le développement des moyens informatiques et de l'analyse spatiale, l'utilisation des cartes ne se limite plus à leur simple interprétation ou comparaison visuelle. Il est désormais possible de mettre en relation spatiale diverses informations et d'appliquer diverses méthodes statistiques pour modéliser et expliquer un phénomène. La cartographie est donc un outil de base précieux pour l'étude de phénomènes à composante spatiale, comme les systèmes parasitaires, en particulier ceux des maladies à transmission vectorielle, comme les trypanosomoses animales.

Ces trypanosomoses représentent une des contraintes pathologiques majeures de l'élevage dans les zones intertropicales d'Afrique où elles sont considérées comme les plus importantes maladies du bétail transmises par des vecteurs (14). Le risque de transmission est lié à l'intensité de rencontres entre les vecteurs de trypanosomes et les bovins. A partir d'études pluridisciplinaires menées au Burkina Faso par le Cirad-emvt \*\*, le Cirde \*\*\* et l'Inera \*\*\*\*, une approche innovante de l'épidémiologie des trypanosomoses

bovines, basée sur l'exploration des relations entre les divers acteurs du système pathogène (glossines, trypanosomes, bovins) par la spatialisation d'informations multi-sources (1, 10, 12, 21, 23, 24) et leur intégration dans un système d'information géographique (SIG) (25) est proposée. L'objectif est de mettre en évidence les zones d'interfaces entre glossines et bovins et, à terme, de disposer d'une méthode rapide de diagnostic des situations de risque de trypanosomose à l'échelle d'une petite région (1 200 km<sup>2</sup>) pour mettre en œuvre des stratégies de lutte adaptées (6, 10, 11, 13, 16).

Le cheptel bovin, hôte et victime des trypanosomes, constitue une couche d'information fondamentale pour l'étude du système parasitaire. Il apparaît donc nécessaire de disposer de cartes de distribution du cheptel. Cependant, la représentation cartographique d'animaux, notamment des bovins en zone tropicale, constitue un paradoxe ; en effet, comment donner une représentation, statique par définition, d'objets mobiles par essence (33) ? Certes, les déplacements locaux et journaliers des bovins peuvent être appréhendés par des points relevés régulièrement (17, 27), mais pour des raisons opérationnelles évidentes, la méthode est peu applicable lorsque le nombre de troupeaux et la taille de la zone d'étude augmentent. Pour intégrer, à partir de quelques points remarquables, les déplacements des bovins dans les représentations cartographiques, une approche alternative de modélisation a été développée.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude et données disponibles

L'étude a été menée dans une partie (1 200 km<sup>2</sup>) de la zone agropastorale de Sidéradougou, située au sud de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), à 11° de latitude Nord et 4° de longitude Ouest, dans le

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

2. Cirde, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

\* Auteur pour la correspondance : Le Rieu, 38300 Saint Savin, France  
Tél./fax : +33 (0)4 74 28 85 09 ; e-mail : jf.michel@wanadoo.fr

\*\* Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département d'élevage et de médecine vétérinaire, France

\*\*\* Centre international de recherche-développement pour l'élevage en zone subhumide, Burkina Faso

\*\*\*\* Institut de l'environnement et des recherches agricoles, Burkina Faso

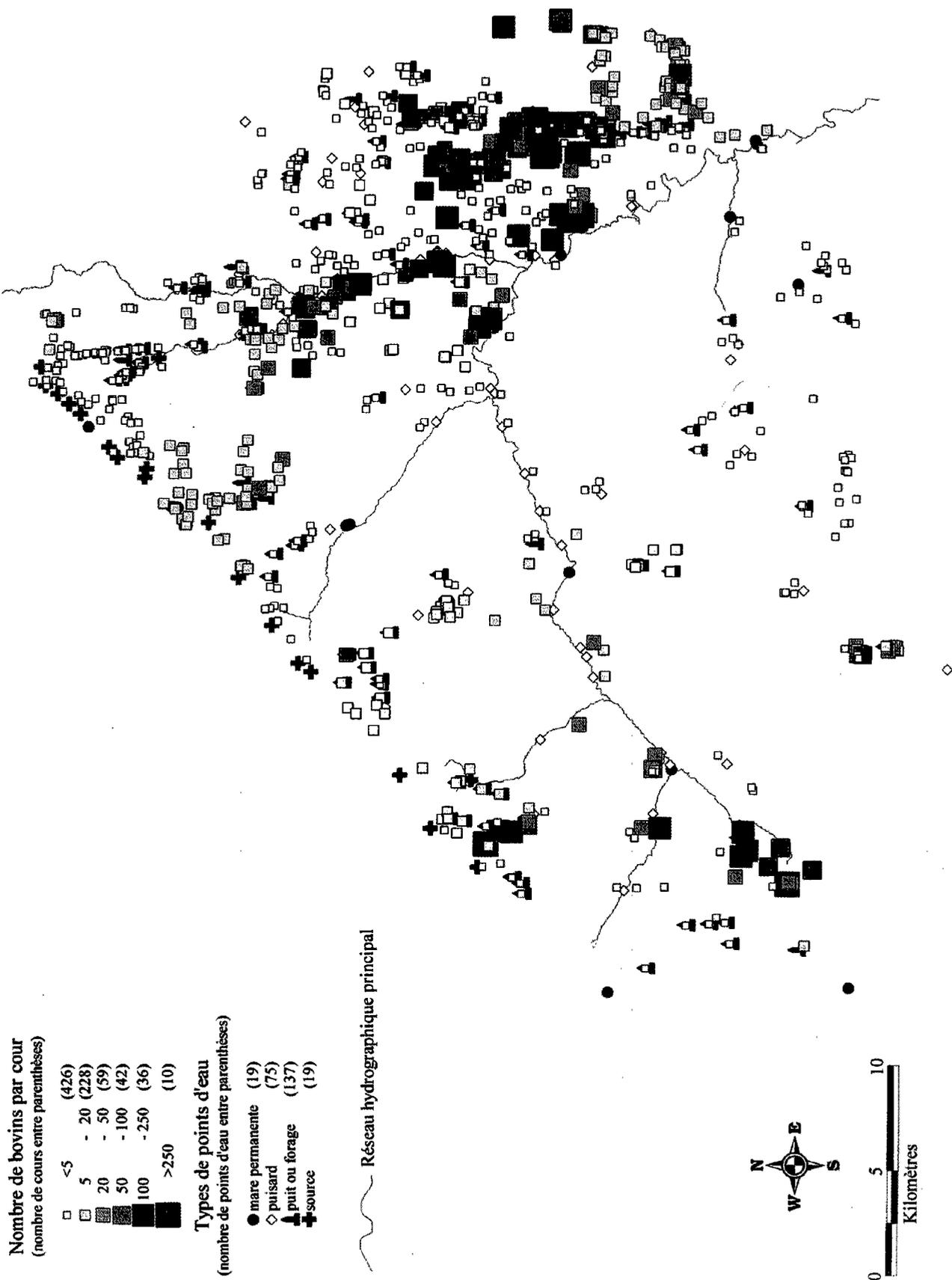


Figure 1 : représentation ponctuelle des cours et des points d'eau.

domaine tropical soudanien (1 000 à 1 100 mm d'eau par an). Elle est peuplée d'agriculteurs autochtones, Bobo et Tiefo, d'éleveurs Peuls et d'agro-éleveurs migrants, majoritairement Mossi.

Un recensement terrestre exhaustif des bovins a été effectué en 1997 à partir des cours ou concessions, qui sont des entités géographiques d'habitation formées d'un ensemble de constructions où cohabitent un ou plusieurs ménages (2) de même sang (24). A chaque cour est rattaché un certain nombre de bovins, correspondant en fait au « troupeau de nuit ». Pour chaque cour, la position géographique, le nombre de bovins, l'emplacement du ou des points d'eau de fin de saison sèche (deux au plus), période où le risque d'infestation est le plus grand, ainsi que d'autres informations thématiques (ethnie des habitants, ancienneté de présence dans la zone, nombre de bovins de trait, type de point d'eau fréquenté, etc.) ont été notés. Seuls les bovins résidant dans la zone, c'est-à-dire liés à une cour de la zone, ont été dénombrés. Les bovins traversant la zone au cours des diverses périodes de transhumance n'ont pas été pris en compte.

Les positions géographiques des cours et des points d'eau ont été relevés par GPS (Global Positioning System, GARMIN<sup>ND</sup>). Plus de 800 cours, représentant plus de 16 500 bovins, et 250 points d'eau ont ainsi été répertoriés et positionnés (figure 1). La cartographie brute de ces données souffre de plusieurs inconvénients :

- la superposition qui entraîne un manque de lisibilité de l'information ;
- le caractère ponctuel des données ;
- les liaisons non visualisées entre les cours et les points d'eau fréquentés par les bovins, qui ne permettent par conséquent aucune représentation des déplacements locaux de ces bovins en fin de saison sèche ;
- la mise en relation difficile avec les autres couches d'informations, notamment les zones de présence des glossines, par défaut de forme (les données relatives aux glossines sont surfaciques alors que celles concernant les bovins sont ponctuelles).

Pour pouvoir utiliser au mieux les résultats du recensement et mettre en évidence des relations spatiales entre hôtes et vecteurs de la trypanosomose, il a paru nécessaire de modifier et d'améliorer cette représentation de la répartition des bovins en intégrant leurs déplacements à partir des points relevés (cours et points d'eau).

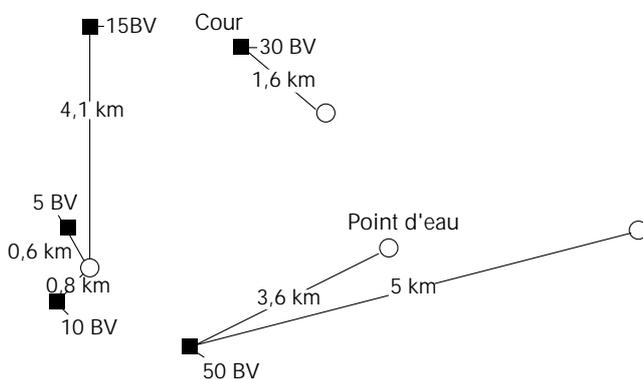


Figure 2 : traçage des trajectoires cour-point d'eau.

## Modélisation

Les bovins, au cours de leurs déplacements quotidiens, passent obligatoirement par deux points remarquables : la cour, correspondant au lieu de stabulation, et au moins un point d'eau. En saison des pluies, les points d'eau temporaires sont nombreux et le choix du parcours est dicté principalement par la recherche de fourrage. En fin de saison sèche, la contrainte principale devient l'abreuvement (3, 5, 22) et les points d'eau pérennes, généralement peu nombreux, deviennent, d'après Benoît, « les points d'appui uniques de l'espace pastoral » (4). Dans cette zone, ces points d'eau sont essentiellement des portions de réseau hydrographique encore en eau, des puisards (trous creusés dans les bas-fonds), des puits, des forages ou des sources naturelles.

Une première amélioration de la représentation ponctuelle des données consiste à tracer une trajectoire fictive des bovins en reliant chaque cour (point de départ des bovins) avec le ou les points d'eau fréquentés en fin de saison sèche (point d'arrivée, sinon de passage, des bovins) (figure 2). Ces trajectoires ne correspondent pas aux parcours réels des bovins mais plus à leur axe de déplacement, axe qui est insignifiant lorsque le point d'eau (généralement un puits familial) se situe dans la cour. La zone autour de cet axe correspond alors à une « zone d'influence » ou zone de présence très probable des bovins au cours de la journée, en fin de saison sèche.

Cette modélisation repose par conséquent sur deux principes appliqués à cette zone de parcours soudaniens d'Afrique de l'Ouest :

- le déplacement des bovins en fin de saison sèche s'organise essentiellement en fonction des ressources en eau ;
- les bovins se répartissent plus ou moins largement autour de cet axe de trajectoire cour-point d'eau.

Le point critique du modèle réside dans le choix de la forme et de la taille des polygones représentant, pour chaque cour, la zone d'influence du troupeau.

La forme choisie correspond à un polygone, de forme oblongue, dont seule la largeur est paramétrable (figure 3). La détermination de cette largeur repose sur deux hypothèses concernant la distance entre la cour et le point d'eau et le nombre de bovins :

- les bovins sont d'autant plus proches de l'axe de la trajectoire que la distance entre la cour et le point d'eau est importante (le polygone devient plus étroit avec l'éloignement du point d'eau) ;

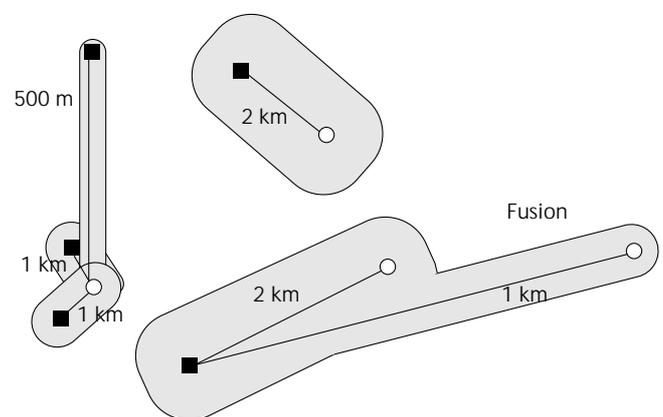


Figure 3 : traçage et fusion des polygones de zone d'influence des bovins.

- les bovins se répartissent d'autant plus largement autour de leur trajectoire que leur nombre est important (le polygone devient plus large quand le nombre de bovins augmente).

La seule contrainte dans le choix des dimensions des polygones est qu'ils soient suffisamment étroits pour ne pas trop diluer l'information, tout en demeurant proches de la réalité. Une étude des parcours réels des bovins en fin de saison sèche, sur un échantillon représentatif selon ces deux critères (éloignement du point d'eau et nombre de bovins dans le troupeau), a été réalisée pour valider les hypothèses (19). Ainsi, les parcours de 28 troupeaux ont été déterminés en relevant par GPS les positions géographiques des points de changement de direction.

Les polygones définis et validés sont ensuite appliqués à chaque cour et, dans le cas où les bovins d'une cour fréquentent plusieurs points d'eau, ils sont fusionnés en un seul polygone, auquel est affecté le nombre de bovins recensés dans cette cour (figure 3). Par ailleurs, étant donné que ce sont les déplacements de fin de saison sèche qui sont modélisés et que certains animaux ne sont plus présents à cette époque dans la zone car ils transhument, le nombre de bovins affecté aux polygones de ces troupeaux est corrigé. Une étude des systèmes d'élevage sert de base à cette correction des effectifs (6, 18). D'après cette étude, en plus d'un certain nombre de bovins, les propriétaires conservent généralement dans leur cour les femelles en lactation. Les corrections appliquées sont présentées dans le tableau I.

### Agrégation des données

Les polygones de zone d'influence obtenus par la modélisation intègrent bien les déplacements réels des animaux. Cependant, à la manière des représentations obtenues avec les seules données ponctuelles, ils peuvent se superposer et masquer l'information située dessous. Pour synthétiser cette information, peu lisible et peu utilisable en l'état, il est nécessaire d'en faire une agrégation pour passer à une échelle plus petite : de l'unité d'enquête (la cour) à l'échelle de la zone d'étude. La méthode utilisée s'apparente à celle mise en place par le groupe Cassini (26) pour synthétiser des données spatiales. Un carroyage ou maillage régulier va permettre de réduire l'échelle, par l'intermédiaire d'une requête spatiale de projection et de somme des polygones de zones d'influence sur chaque unité de ce carroyage (figure 4). Selon les informations projetées et les opérateurs de projection, diverses représentations sont obtenues comme suit :

- si le nombre total de bovins rattachés à un polygone de zone d'influence est affecté à tous les carrés du maillage touchant ce polygone, la projection de tous les polygones de zones d'influence génère une carte de densité de fréquentation de l'espace par les bovins (figure 4). Le nombre de bovins dans chaque carré du maillage correspond au nombre maximal de bovins susceptibles de fréquenter ce carré. Cette représentation ne correspond à aucune réalité (les bovins ne sont pas tous à la fois dans tous les carrés du maillage), mais à une fréquentation potentielle, particulièrement intéressante pour évaluer l'intensité du contact entre les bovins et les zones de présence des glossines ;

- si c'est la densité des bovins dans le polygone de zone d'influence (obtenue en divisant le nombre de bovins par la surface du polygone) qui est projetée sur le carroyage, alors la projection engendre une carte de densité vraie.

L'information présentée sur un seul plan est donc plus lisible. Cependant, elle est plus ou moins diluée selon la taille des carrés

Tableau I

Correction des effectifs pour les troupeaux transhumants

Nb. de bovins initial	Moins de 50	50 à 100	Plus de 100
Nb. de bovins corrigé	0	20	30

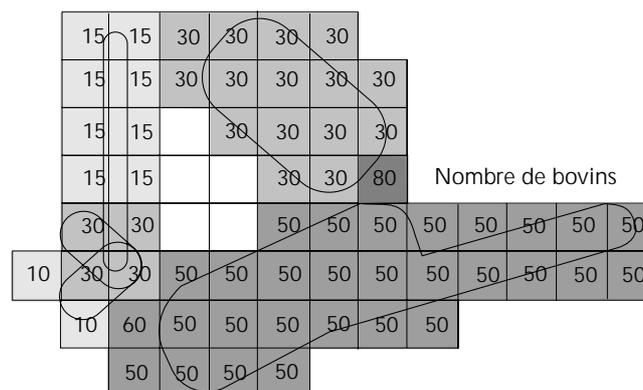


Figure 4 : projection des polygones sur un carroyage régulier, fréquentation de l'espace par les bovins.

constituant le maillage (l'information est d'autant plus diluée et faussée que la taille des carrés est importante). Le choix de la taille des carrés est alors important. Il est guidé par deux contraintes :

- celle de minimiser la dilution et la perte de l'information ;
- celle des limites de calcul de l'ordinateur, rapidement atteintes lorsque le maillage est très fin.

Le choix se fait à partir de ces contraintes, selon la pertinence de la représentation attendue pour les utilisations ultérieures. Un maillage grand est facile à réaliser (calculs rapides) mais dilue trop l'information dans l'espace : toute la zone est recouverte de bovins. Inversement, un maillage très petit est lourd à réaliser techniquement (limites informatiques), mais donne une image juste des polygones de zone d'influence des bovins. Sachant que ces polygones sont déjà issus d'une modélisation (qui schématise une réalité), il n'est pas vraiment intéressant de les représenter très fidèlement et de conserver toute l'information. Le meilleur compromis semble être atteint pour des carrés variant de 500 m à 1 km de côté. Le choix dans cet intervalle dépend de la précision nécessaire à l'utilisation ultérieure de cette couche « bétail ».

## ■ RESULTATS

### Validation de la modélisation

Les résultats obtenus lors du protocole de validation de la modélisation, par suivi de troupeaux et détermination des parcours réels, sont présentés dans la figure 5. Dans la très grande majorité des cas, le parcours réel des animaux est englobé dans le polygone issu de la modélisation de ce parcours, notamment lorsque le point d'eau fréquenté est situé loin de la cour d'origine. En revanche, lorsque le point d'eau et la cour sont très proches il peut y avoir incohérence entre la modélisation et les déplacements réels, comme c'est le cas pour un troupeau (figure 5).

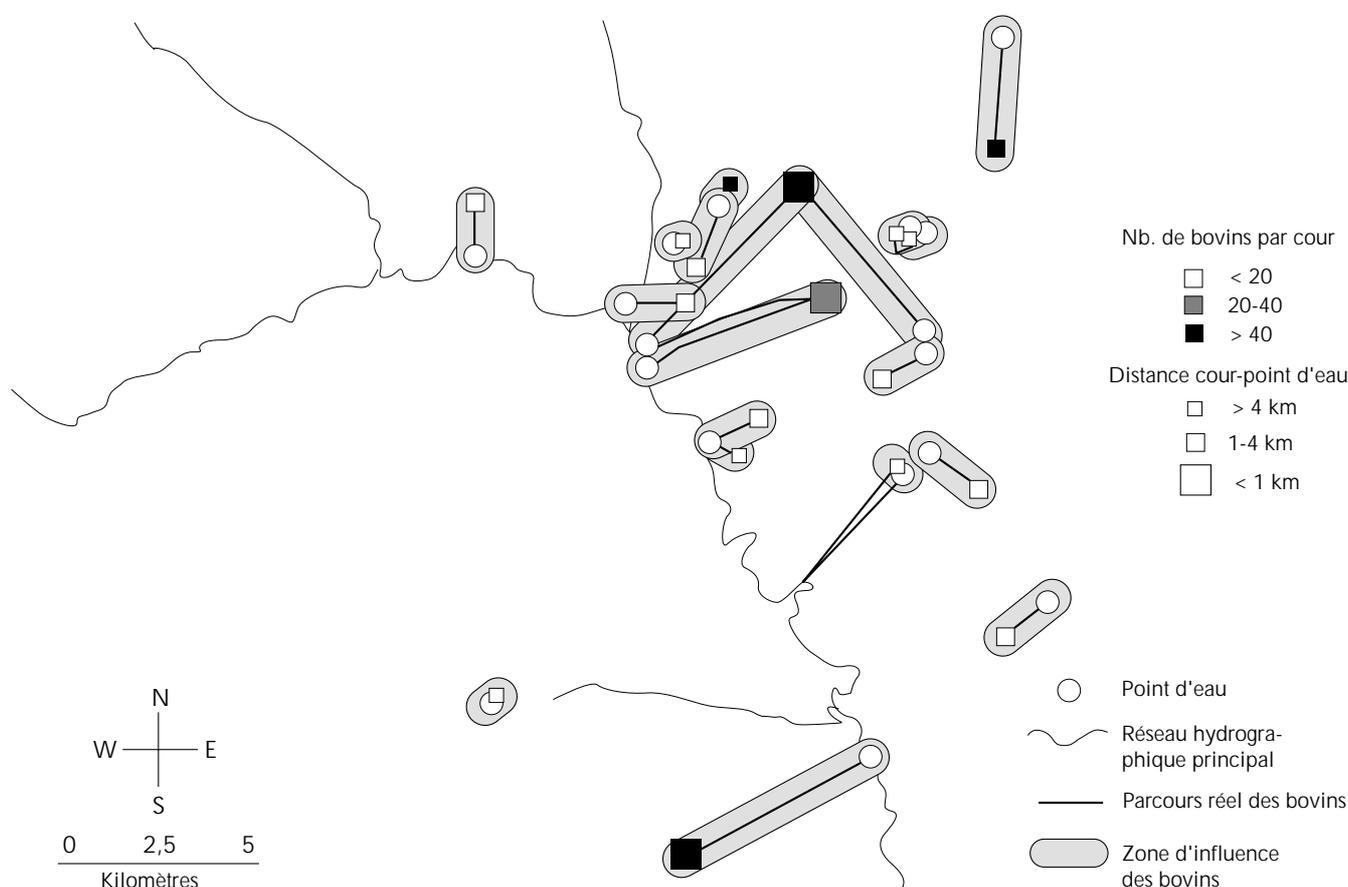


Figure 5 : validation de la modélisation, comparaison des parcours réels et des zones d'influence des bovins.

Néanmoins, ce protocole permet de valider la taille des polygones de zone d'influence (tableau II) qui correspondent largement à la réalité observée et restent suffisamment petits, limitant ainsi les pertes d'information par dilution dans l'espace.

### Projection et représentation finale

La représentation obtenue par projection de la modélisation des déplacements sur un carroyage de 500 m de côté, soit 0,25 km<sup>2</sup>, en utilisant l'effectif total et l'opérateur de somme, correspond à la fréquentation potentielle de l'espace par les bovins en fin de saison sèche (figure 6).

A titre de comparaison, la même méthode d'agrégation de données spatiales par projection sur un carroyage a été appliquée directement aux cours positionnées lors du recensement, c'est-à-dire aux données ponctuelles, et le nombre de bovins des cours présentes dans chaque carré a été sommé. Cette représentation correspond donc à la densité de bovins dans les points de stabulation, mais en aucun cas à l'espace potentiellement fréquenté par les bovins puisqu'elle ne tient pas compte des déplacements des animaux (figure 7).

Pour étudier les interfaces entre les glossines et les bovins, il est capital de connaître l'espace maximal fréquenté par les bovins, et ce de manière quantitative, c'est-à-dire de connaître le nombre de bovins pouvant fréquenter une zone donnée. Sachant que seules deux espèces de glossines ripicoles (*Glossina palpalis* et *Glossina tachinoides*) sont présentes dans la zone de l'étude, leur localisation correspond grossièrement au réseau hydrographique principal figuré sur les cartes (10). L'intérêt de la modélisation des déplacements des bovins et de son intégration dans les représentations cartographiques par projection (figure 6) pour l'étude des interfaces

Tableau II

Stratification de la population et largeur des polygones

Distance cour-point d'eau	Moins de 4 km		Plus de 4 km	
	< 20	> 20	< 40	> 40
Nb. de bovins	< 20	> 20	< 40	> 40
Largeur du polygone	1 km	2 km	500 m	1 km

géographiques entre glossines et bovins apparaît alors nettement, puisque les recouvrements entre les deux espaces (glossines sur le réseau hydrographique et bovins) sont bien plus importants après la modélisation (figure 6) qu'avant (figure 7). Par ailleurs, la prise en compte des déplacements des animaux donne une vision plus réaliste de leur répartition qu'une simple représentation ponctuelle de leurs lieux de parage de nuit.

### DISCUSSION

Le choix de la taille des polygones représentant les déplacements et l'espace occupé par les bovins constitue le point critique de cette modélisation qui révèle ses limites quand les cours et les points d'eau sont très proches, comme c'est le cas pour un troupeau (figure 5), qui peut s'expliquer par des effets d'enquête. Cependant, le modèle est validé globalement par l'enquête sur les parcours, mais ce n'est qu'une validation interne et il serait souhaitable de valider plus largement les représentations obtenues par un protocole de comptage qui prendrait en compte non seulement le point de stabulation des

■ PATHOLOGIE PARASITAIRE

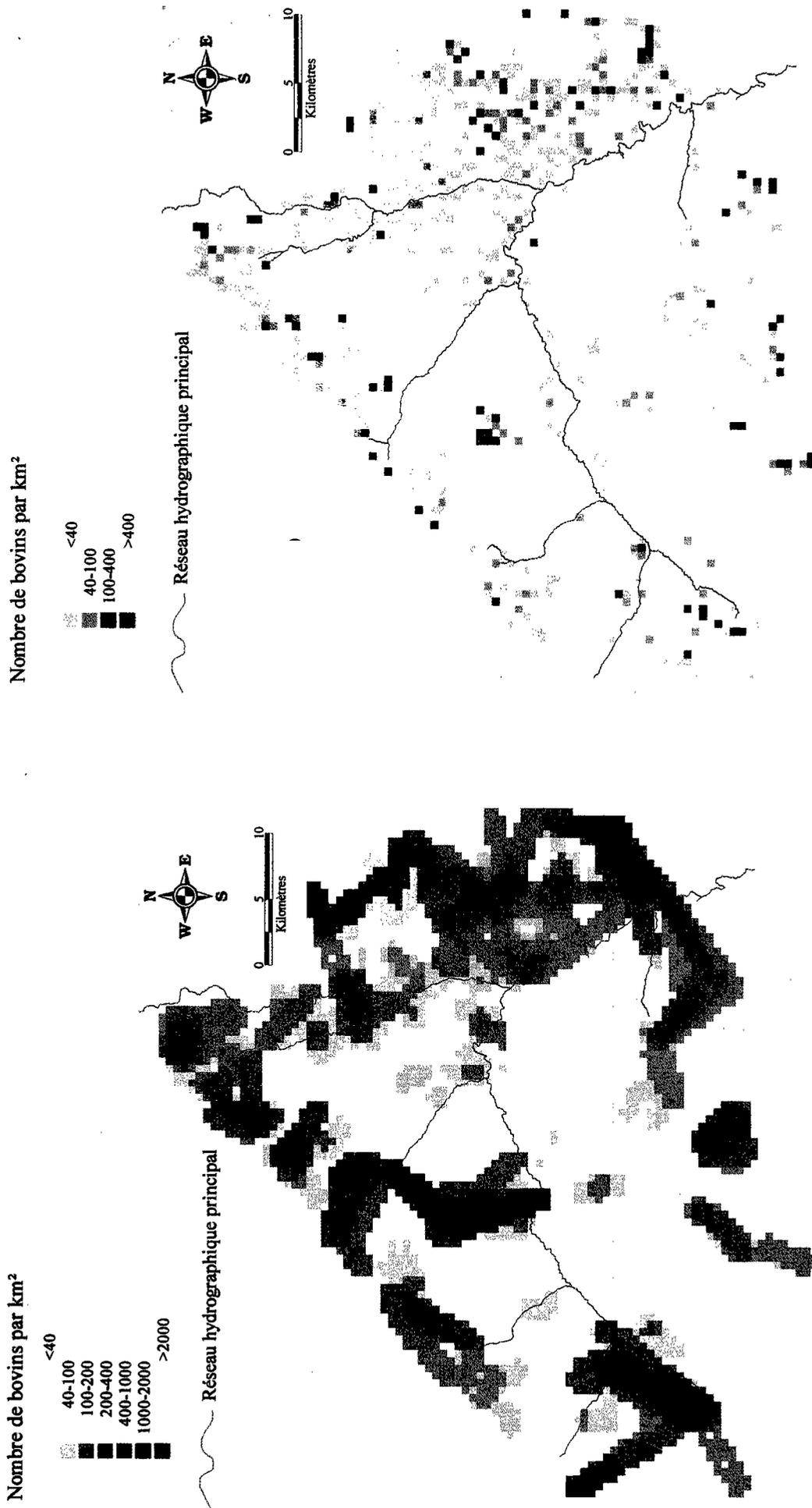


Figure 6 : densité de fréquentation de l'espace par les bovins, après modélisation des déplacements.

Figure 7 : densité ponctuelle de bovins, après modélisation des déplacements.

troupeaux, mais aussi leur localisation dans l'espace au cours de la journée. De plus, ce changement d'unité d'enquête permettrait d'éclaircir le rapport entre « troupeau de nuit » (unité d'enquête du recensement effectué) et « troupeau de jour », et d'évaluer les effets de regroupement ou de fragmentation des troupeaux de nuit en troupeaux de jour correspondant aux unités de conduite sur les parcours. Pour cela, un dénombrement aérien exhaustif, avec positionnement par GPS des troupeaux de jour survolés, a été effectué sur une partie de la zone de l'étude (440 km<sup>2</sup>). Les résultats obtenus sont en cours de traitement.

Pour améliorer le modèle, il est envisageable d'introduire des contraintes spatiales dans le tracé des zones d'influence des bovins, comme le relief, les obstacles naturels ou sociaux (notons que les espaces cultivés ne sont pas une contrainte en fin de saison sèche puisqu'ils sont libres d'accès). Cependant, la projection gommerait certainement les petites variations de forme des polygones induites par la prise en compte de ces contraintes. En outre, le modèle, en gagnant en complexité, perdrait probablement de sa robustesse et surtout de sa facilité d'application.

Par ailleurs, cette modélisation a été effectuée pour des déplacements de fin de saison sèche pour plusieurs raisons :

- l'abreuvement est la contrainte principale et les déplacements sont dictés essentiellement par les points d'eau, généralement peu nombreux et faciles à repérer. Il est donc logique de s'appuyer sur ces points pour appréhender les déplacements des animaux ;

- la densité des glossines ripicoles présentes dans la zone est la plus faible de l'année, mais elles sont concentrées dans les quelques habitats favorables qui perdurent et qui correspondent aussi aux points d'abreuvement des bovins. C'est la période de l'année où la taille des zones de rencontre potentielle entre les glossines et les bovins est la plus réduite mais où les contacts sont les plus intenses. De ce fait, c'est certainement une des périodes les plus dangereuses pour la transmission de la maladie à cause de la fréquence plus élevée des piqûres, du cycle plus rapide de maturation et de transmission des trypanosomes et de la plus grande sensibilité du bétail due à l'affaiblissement de son état général (8, 20, 30).

- c'est la période d'efficacité maximale des interventions de lutte puisque la densité des glossines dans le milieu est minimale et que l'aire de répartition des glossines est la plus réduite. Les surfaces à traiter sont minimales et les doses d'insecticides réduites puisque les pertes par lessivage lors des pluies sont très faibles.

La fin de la saison sèche constitue une période clé pour l'étude des contacts hôtes-vecteurs et l'identification des zones où ils se produisent. Au cours des autres périodes de l'année, les contraintes de milieu (zones cultivées, abondance de l'eau) sont très différentes et les modèles de déplacement basés sur une trajectoire cour-point d'eau ne sont vraisemblablement plus réalistes.

## ■ CONCLUSION

La démarche décrite permet de représenter la répartition d'un effectif bovin dans l'espace à partir d'un nombre relativement faible de données ponctuelles (deux points par troupeau recensé). Elle ne prétend pas donner une représentation exacte de la réalité, mais permet de s'en approcher, ou du moins d'obtenir une meilleure représentation que la simple cartographie des points relevés. En revanche, cette représentation offre directement et indirectement des opportunités intéressantes d'exploitation : directement, car elle permet de mieux appréhender les informations concernant les bovins en améliorant la lecture des cartes ; indirectement, car elle est homogène dans sa forme et présente d'autres couches d'informations (réseau hydrographique, présence des glossines, cultures) auxquelles elle pourra être

reliée dans un système d'information géographique. Comme toute modélisation, cette démarche est réductrice, et ce d'autant plus que le phénomène modélisé est très variable dans le temps et dans l'espace. Néanmoins, son objectif principal est de produire, d'une part, une représentation de la présence des bovins à l'échelle d'une zone d'étude, d'autre part, une représentation compatible avec la cartographie des glossines obtenue par ailleurs (10) pour croiser ces deux couches d'informations et identifier les zones de risque d'infestation pour les bovins. Celles-ci constitueront alors la cible privilégiée des opérations de lutte contre les vecteurs. L'identification de ces zones à risque a été effectuée et devrait faire l'objet d'une prochaine publication. Concernant les maladies à vecteurs, cette approche du bétail est indispensable et originale, puisque l'épidémiologie a besoin de prendre en compte la composante spatiale relative aux animaux et à leurs déplacements qui ne sont pas toujours limités par les frontières du pays (15, 29, 34).

L'utilisation et l'intérêt de cette couche d'information spatialisée sur le bétail doivent se concevoir à cette échelle et pour cet objectif. Il n'est pas question, en l'état, de s'appuyer sur ces représentations pour étudier les pratiques de conduite des animaux sur les parcours ou pour évaluer finement les rapports entre biomasses animale et végétale. Néanmoins, le schéma de cette modélisation peut constituer un canevas plus général pour représenter l'espace fréquenté par les bovins. Selon les objectifs et l'échelle de l'étude, les polygones de zones d'influence des bovins pourront être modifiés et affinés, en leur donnant par exemple une forme annulaire en « huit » ou triangulaire, plus conformes à la réalité de l'occupation de l'espace dans certaines situations (17).

L'intégration des déplacements des animaux par la transformation d'une information ponctuelle en une information continue dans l'espace permet d'ouvrir un nouveau champ d'exploration des données concernant le bétail, comme la recherche d'indicateurs spatiaux de la présence des bovins ou l'étude des modes d'agrégation des animaux ou des groupes d'animaux en fonction du milieu. Par ailleurs, cette réflexion sur la transformation des données peut être prolongée et adaptée plus largement à d'autres thématiques.

La spatialisation des données et leur intégration dans des systèmes d'information géographique constituent un nouvel outil de diagnostic de situations très variées par visualisation pratique de données géoréférencées sur le bétail, qui intéressent le chercheur mais aussi le développeur (9, 31, 32). Les possibilités de mise en relation de diverses informations spatialisées offrent un moyen méthodologique efficace pour étudier l'épidémiologie de diverses pathologies à transmissions directe ou indirecte (16, 28), mais aussi pour comprendre les interactions élevage-environnement, ou l'effet de divers facteurs anthropiques et environnementaux sur la distribution du bétail (31). Dans un contexte d'intégration croissante entre l'agriculture et l'élevage (7), l'exploration quantifiée des relations spatiales entre ces deux activités constitue un outil prometteur de diagnostic de situation sur les systèmes de production agricole.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Cirad (Action thématique programmée n° 70/96), le Cnrs (programme interdisciplinaire : Environnement, vie et sociétés n° 96/6/12) et la Coopération française qui ont apporté leur soutien à ce travail. Ils remercient également le docteur D. Cuisance, le docteur S.M. Touré, directeur du Cirdes au Burkina Faso, et le personnel du centre pour leur appui et leur soutien. Leur reconnaissance s'adresse également à Monsieur V. Bado chef du programme Gestion des ressources naturelles et systèmes de production de l'Ouest de l'Inera, ainsi qu'aux chercheurs de la station de Farako Bâ, notamment Messieurs S. Ouedraogo et A. Lalba.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AUGUSSEAU X., PARE S., FARE B., 1998. Caractérisation régionale de l'emprise agricole et de sa dynamique dans une zone de migration. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Inera, 19 p.
2. BAHILI J., BAKARY D., 1993. L'enquête nationale sur les effectifs du cheptel au Burkina Faso. *STATECO*, **73** : 49-62.
3. BENOIT M., 1979. Le chemin des Peuls du Boobola : contribution à l'écologie du pastoralisme en Afrique des savanes. Paris, France, Orstom, 208 p.
4. BENOIT M., 1997. Introduction à la géographie des aires pastorales soudaniennes de Haute-Volta. Paris, France, Orstom, 95 p.
5. BOUTRAIS J., 1994. Eleveurs, bétail et environnement. In : A la croisée des parcours, pasteurs, éleveurs, cultivateurs. Paris, France, Orstom, p. 304-319.
6. CUISANCE D., DE LA ROCQUE S., 1998. Tsé-tsé et trypanosomes : du système pathogène à l'évaluation du risque. Montpellier, France, Cirad-emvt/Cnrs, 91 p.
7. D'AQUINO P., LHOSTE P., LE MASSON A., 1994. Systèmes de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zone humide et sub-humide d'Afrique. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 90 p.
8. DAVIES H., 1967. Tsetse flies in Northern Nigeria. Ibadan, Nigeria, Ibadan University Press, 268 p.
9. DE HAAN C., STEINFELD H., BLACKBURN H., 1997. Livestock and the environment. Finding a balance. Brussels, Belgium, EU, 115 p.
10. DE LA ROCQUE S., 1997. Facteurs discriminants majeurs de la présence des glossines dans une zone agropastorale du Burkina Faso. Intérêt dans la prévision du risque trypanosomien. Thèse Doct., Université Montpellier II, Montpellier, France, 213 p.
11. DE LA ROCQUE S., CUISANCE D., 1997. Facteurs discriminants de la présence de glossines au Burkina Faso. In : Proc. VIIIth International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Paris, France, 8-11 July 1997. *Epidémiol. Santé Anim.*, n° spécial : 31-32.
12. DE LA ROCQUE S., LEFRANCOIS T., REIFENBERG J.M., SOLANO P., KABORE I., BENGALY Z., AUGUSSEAU X., CUISANCE D., 1997. PCR analysis and spatial repartition of trypanosomes infecting tsetse flies in Sideradougou area (Burkina Faso). In: Biennial Meeting of the Society for Tropical Veterinary Medicine, Montpellier, France, 5-9 May 1997. Montpellier, France, Cirad, 11 p.
13. DE LA ROCQUE S., MICHEL J.F., 1997. SIG comme outil dans l'étude et la lutte contre la trypanosomose animale africaine. In : Actes du séminaire conjoint Cirdes-Ilri-Irc/Snra, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, avril 1997. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cirdes.
14. FAO, 1994. Approche systématique de la lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomiase. Rome, Italie, FAO, 195 p.
15. HENDRICKX G., ROGERS D., NAPALA A., SLINGENBERGH J.H.W., 1995. Predicting the distribution of riverine tsetse and the prevalence of bovine trypanosomiasis in Togo using ground-based and satellite data. In : 22<sup>e</sup> réunion du Conseil scientifique international pour la recherche et la lutte contre les trypanosomiasis (CSIRLT), Kampala, Ouganda, 1993, OUA/CSTR.
16. HENDRICKX G., SLINGENBERGH J.H.W., DAO B., BASTIAENSEN P., NAPALA A., 1997. Système d'information géographique (SIG), outil puissant de prise de décision. In : 24<sup>e</sup> réunion du Conseil scientifique international pour la recherche et la lutte contre les trypanosomiasis (CSIRLT), Maputo, Mozambique, 1997, OUA/CSTR.
17. ICKOWICZ A., RICHARD D., USENGUMUREMYI J., 1999. Computing of grazing pressure to estimate organic matter flows from cattle on Senegalese villages. In: Sixth International Rangeland Congress, "People and rangelands - Building the future", Townsville, Australia, 18-23 July, 1999. (in press)
18. INERA, 1997. Etude des systèmes d'élevage de la zone de Sideradougou. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Inera/Cirdes/Cirad, 60 p.
19. INERA, 1998. Etude des systèmes d'élevage de la partie Nord de la ZAP de Sideradougou. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Inera/Cirdes/Cirad, 28 p.
20. ITARD J., TRONCY P.M., MOREL P.C., 1981. Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, France, Ministère de la coopération et du développement, 717 p. (Coll. Manuels et précis d'élevage n° 10)
21. LEFRANCOIS T., SOLANO P., DE LA ROCQUE S., BENGALY Z., REIFENBERG J.M., KABORE I., CUISANCE D., 1998. New epidemiological features on animal trypanosomosis by molecular analysis in the pastoral zone of Sideradougou, Burkina Faso. *Mol. Ecol.*, **7**: 897-904.
22. LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Manuel de zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevage. Paris, France, Ministère de la coopération, 288 p. (Coll. Manuels et précis d'élevage)
23. MEALLET C., 1997. Recensement et cartographie du cheptel bovin dans la zone de Sideradougou (Burkina Faso). Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, 61 p.
24. MICHEL J.F., 1997. Recensement du cheptel bovin dans le cadre de l'ATP Santé-environnement. Montpellier, France, Cirad-Emvt, 11 p.
25. MICHEL V., 1998. Spatialisation du risque trypanosomien dans la zone agropastorale de Sideradougou (Burkina Faso) : pour une méthode d'intégration de données multi-sources dans un SIG. Mémoire DEA, Université Paris X, Nanterre, France, 52 p.
26. RAYNAL L., DUMOLARD P., D'AUBIGNY G., WEBER C., RIGAUX P., SCHOLL M., LARCENA D., 1996. Gérer et générer des données spatiales hiérarchisées. *Revue int. Géomatique*, **6** : 365-382.
27. RICHARD D., POUYE B., BLANFORT V., AHOKPE B., 1992. Estimation des surfaces utilisées au pâturage par les ruminants dans une zone agropastorale soudanienne (Moyenne Casamance, Sénégal). In : Gibon A., Matheron G. ed., Actes du symposium Approche globale des systèmes d'élevage et étude de leurs niveaux d'organisation : concepts, méthodes et résultats, Toulouse, France, juillet 1990. Luxembourg, Lux., Office des publications officielles des communautés européennes, p. 333-339.
28. ROBINSON T., 1997. La base de données intégrées sur la maladie et le vecteur. In : 24<sup>e</sup> réunion du Conseil scientifique international pour la recherche et la lutte contre les trypanosomiasis (CSIRLT), Maputo, Mozambique, 1997, OUA/CSTR.
29. ROGERS D., WINT W., 1996. Towards identifying priority areas for tsetse control in East Africa. Rome, Italy, FAO, 46 p.
30. ROWLANDS G.J., MULATU W., AUTHIE E., D'ETEREN G.D.M., LEAK S.G.A., NAGDA S.M., PEREGRINE A.S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 2. Factors associated with variations in trypanosome prevalence, incidence of new infections and prevalence of recurrent infections. *Acta trop.*, **53**: 135-150.
31. SLINGENBERGH J.H.W., WINT W., 1997. Livestock geography and land use. In: International Conference on Livestock and Environment, FAO, World Bank, International Agricultural Centre in the Netherlands, Wageningen, the Netherlands, 1997.
32. TACHER G., JAHNKE H.E., ROJAT D., KEIL P., 1988. Livestock development and economic productivity in tsetse infested Africa. In: Proc. Meeting on Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa, Ilca-Cirad, Nairobi, Kenya, 23-27 November 1987.
33. VISSAC B., 1994. Mouvements et mémoire de l'élevage. In : Blanc-Pamard C., Boutrais J. ed., A la croisée des parcours : pasteurs, éleveurs, cultivateurs. Paris, France, Orstom, p. 79-108.
34. WINT W., ROGERS D., ROBINSON T., 1997. Ecozones, farming systems and priority areas for tsetse control in East, West et South Africa. Rome, Italy, FAO, 44 p.

Reçu le 15.12.98, accepté le 26.5.99

## ***Summary***

---

**Michel J.F., Michel V., de La Rocque S., Touré I., Richard D.**  
Modeling cattle land use. Applications to the epidemiology of animal trypanosomoses

In order to study the epidemiology of bovine trypanosomoses in Burkina Faso, the authors explored spatial relations between main hosts (cattle) and tsetse flies. An exhaustive georeferenced census of cattle located within a 1200 square kilometer area enabled modeling cattle moves and land use at the end of the dry season, when the animals interface the most with tsetse flies. Based on two remarkable points, i.e. night pens and water sources, on the animals' path at this period cattle distribution maps were established at the scale of the study area by simply moving polygons.

**Key words:** Cattle - Model - Information system - Spatial distribution - Density - Trypanosomosis - Epidemiology - Burkina Faso.

## ***Resumen***

---

**Michel J.F., Michel V., de La Rocque S., Touré I., Richard D.**  
Modelización del uso del espacio por los bovinos. Aplicaciones a la epidemiología de las tripanosomosis animales

El enfoque seguido en Burkina Faso para el estudio de la epidemiología de las tripanosomosis bovinas, se basa en la exploración de las relaciones espaciales entre los principales huéspedes (ganado) y las glosinas. A partir de un censo exhaustivo y con referencias geográficas de los bovinos en una zona de 1200 kilómetros cuadrados, se realizó una modelización de los desplazamientos y de las zonas ocupadas por los animales al final de la estación seca, período de interfaces máximas. Esta permitió, por simple manipulación de polígonos y en base a dos puntos evidentes del curso de los animales en esta época, los parques de noche y las fuentes de agua, la obtención de mapas de distribución de los bovinos, en la escala de la zona estudiada.

**Palabras clave:** Ganado bovino - Modelo - Sistema de información - Distribución espacial - Densidad - Trypanosomosis - Epidemiología - Burkina Faso.

## Société de Pathologie exotique

# Génétique et maladies infectieuses dans l'environnement tropical

13 octobre 1999 - Institut Pasteur à Paris

sous la présidence de Monsieur le Professeur François Jacob, Prix Nobel

Coordonnateur : Professeur Guy Charmot

Attention : le nombre de places est limité. Les inscriptions se font avant le 1<sup>er</sup> septembre 1999 à l'aide d'un bulletin à demander à :

### Société de Pathologie exotique

Journée « Génétique et maladies infectieuses dans l'environnement tropical »

25, rue du Docteur-Roux, F-75015 Paris

Tél. : +33 (0)1 45 66 88 69 ; fax : +33 (0)1 45 66 44 85

E-mail : [socpatex@pasteur.fr](mailto:socpatex@pasteur.fr) ; Web : <http://www.pasteur.fr/socpatex>

Frais de participation avant le 15.09.99 (comprenant le numéro thématique du Bulletin)

Membre de la SPE : 150 F ; non membre : 330 F ; étudiant du diplôme de médecine tropicale : gratuit

Un repas facultatif vous est proposé au tarif de 110 F

Inscription tardive (après le 01.09.99) : + 50 F

### Matin 9 h

Allocution d'ouverture

*Pr François Jacob, Paris*

Originalité et spécificités biogéographiques des zones tropicales. *B. de Foucault, Lille*

Interactions génétiques entre populations vectrices parasitaires et humaines : l'exemple du paludisme à *P. falciparum*

Co-animateurs

*Odile Puijalon (Institut Pasteur)  
et A. Dessein (Inserm, Marseille)*

● **Génétique des populations anophéliennes, vectrices du paludisme.** *P. Guillet et coll., Ird (ex Orstom), Montpellier*

● **Génétique des populations de *P. falciparum***

Polymorphisme et évation immune. *D. Parzy, Le Pharo, Marseille*

Mécanismes et dynamique des chimio-résistances. *J. Le Bras, Paris*

● **Génétique des populations humaines**

Les variétés d'hémoglobine. *D. Bensimon-Charmot, Faculté des sciences, Marseille*

Bases génétiques de l'immuno-physiopathologie. *D. Mazier, Inserm, Paris*

Apport de l'épidémiologie et de la génétique pour l'étude de la susceptibilité/résistance au paludisme dans les populations humaines. *L. Abel, Inserm UR 436, Paris*

### Après-midi 14 h 30

Génétique épidémiologique

Co-animateurs

*Luc Eyckmans (Anvers)  
et Guy Baranton (Institut Pasteur)*

● Epidémiologie génétique de la répartition des sous-types du virus du VIH 1 en Afrique. *F. Brun-Vézinet, Paris*

● Epidémiologie moléculaire des grandes endémies bactériennes dans l'Afrique sub-saharienne. *B. Picard, Brest*

● Compétence vectorielle et génétique des populations des moustiques vecteurs du genre *Aedes*. *A.B. Failloux et coll., Institut Pasteur, Paris*

● Virus de l'hépatite E : répartition géographique des sous-types. *Y. Buisson, Paris*

### Conférence

● Bases génétiques de la variation de virulence des agents infectieux. *Ph. Sansonetti, Institut Pasteur, Paris*

# An outbreak of *Trypanosoma vivax* infection in a dairy herd in the Pantanal, Brazil

R.A.M.S. Silva <sup>1</sup> L. Ramirez <sup>2</sup> S.S. Souza <sup>2</sup>  
A.G. Ortiz <sup>3</sup> S.R. Pereira <sup>3</sup> A.M.R. Dávila <sup>4</sup>

## Key words

Dairy cattle - *Trypanosoma vivax* - Blood - Biochemistry - Pantanal - Brazil.

## Summary

In this study is reported for the first time an outbreak of trypanosomosis due to *Trypanosoma vivax* in dairy cattle from the Pantanal of Nabileque, Brazil. Animals presented pale mucosae, ophthalmitis, progressive weakness, loss of condition, inappetence and abortions during the third trimester of pregnancy. Among the most important hematological and blood chemistry findings were leukopenia, macrocytic hypochromic anemia and high total lipid serum levels.

## ■ INTRODUCTION

Trypanosomosis is one of the most devastating diseases of animals and man in sub-Saharan Africa and has a profound effect on rural development over vast areas (10). Non-tsetse transmitted trypanosomosis, caused by *Trypanosoma evansi* and *T. vivax*, occurs in various forms in South America, Africa and Asia (including China), and is a potential risk for 500 million cattle, 100 million buffaloes and 12 million camels (20). In South America, four species of trypanosomes have social or economic importance. They are *Trypanosoma cruzi*, the cause of Chagas' disease in humans, *T. equiperdum* causing a chronic sexually transmitted disease of horses, *T. evansi* causing Mal de Caderas in horses and other mammals and *T. vivax* causing disease in bovines (27, 30). *T. vivax* is found throughout the tsetse belt in Africa. It has, however, spread to other parts of Africa, Central America,

South America, the West Indies and Mauritius (16). *T. vivax* was reported in the New World for the first time in French Guyana (15) and later in others parts of South America, Central America, and some Caribbean islands (17). In Brazil, Shaw and Lainson reported the first occurrence of *T. vivax* (25). The parasite was observed in a water buffalo (*Bubalis bubalis*) from the vicinity of the city of Belém, Pará, Brazil. Twenty-three years later, *T. vivax* was recorded in the North of the Pantanal (26). In the following year, *T. vivax* outbreaks were reported in the lowlands of Bolivia (28). The purpose of the present study was to characterize the hematological and some blood chemistry changes as well as clinical observations of the natural infection in dairy cattle from the Pantanal.

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Study area

The Pantanal is one of the most important beef cattle breeding regions of Brazil. Extensive cattle ranches varying from 10,000 to 200,000 ha occupy most of this wetland. It is populated by 3,996,000 beef cattle, 4966 buffaloes and 49,000 horses (3, 24, 26). Milk production is economically insignificant and usually consumed by poor people. The Pantanal is divided into 11 subregions (figure 1). This study was carried out in the Pantanal of Nabileque subregion. It is a high flooding plain with abundant water bodies surrounded by mountains forested mainly by species from the Paraguayan Chaco.

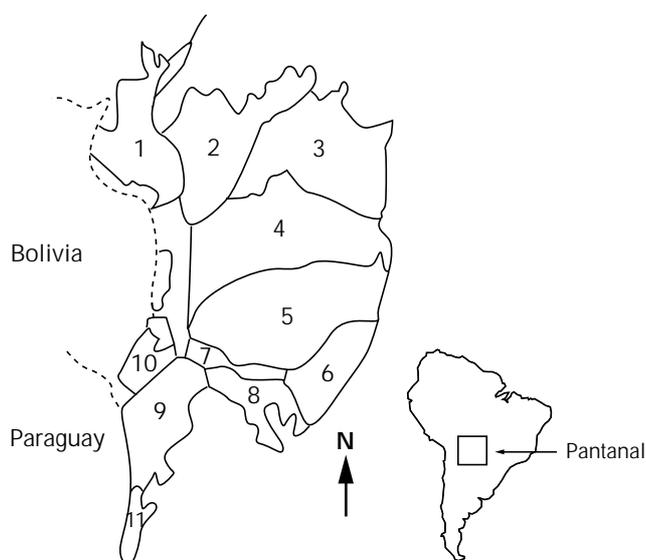
1. Laboratory of Animal Health, EMBRAPA/CNPASA, km 153, Vila Tamandua, CEP: 89700-000, Concordia, SC, Brazil

E-mail: rsilva@cnpasa.embrapa.br

2. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEUC/DAM, Av. Rio Branco 1270, Corumbá, MS, Brazil

3. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Aquidauana, Departamento de Zootecnia, Rodovia Aquidauana- CERA, km 12, Aquidauana, MS, Brazil

4. Lab. de Biologia Molecular de Tripanosomatídeos, DBBM - Oswaldo Cruz Institute, FIOCRUZ, CEP: 21045-900, Av. Brasil 4365, Rio de Janeiro, RJ, Brazil



#### Pantanal subregions

1. Pantanal of Cáceres
2. Pantanal of Poconé
3. Pantanal of Barão de Melgaço
4. Pantanal of Paiaguás
5. Pantanal of Nhecolândia
6. Pantanal of Aquidauana
7. Pantanal of Abobral
8. Pantanal of Miranda
9. Pantanal of Nabileque
10. Pantanal of Paraguay
11. Pantanal of Porto Murtinho

**Figure 1:** Location of the Pantanal and its subregions.

### Animals

In August 1997, an outbreak of bovine trypanosomosis occurred in a dairy-cattle ranch of 40 crossbred cows (Holstein Friesian x White Nelore) with three cows dead, five abortions and seven placenta retentions.

### Blood sampling

All animals were blood sampled. Refrigerated blood and serum samples were submitted to EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal for analysis.

### Diagnosis

The diagnosis of trypanosomosis was done using the hematocrit centrifuge technique (31) and Giemsa-stained smears. Following the diagnosis a study was carried out on hematological changes in all 17 *T. vivax* infected animals.

### Hematological determinations

Hematological examinations were performed on EDTA-treated blood samples collected into evacuated tubes by jugular venipuncture. The packed red cell volume (PCV) was measured using the standard microhematocrit method, and the red cell count (RBC) and total white cell count (WBC) were obtained using a Neubauer chamber. The hemoglobin (Hb) concentration was determined colorimetrically (Micronal digital spectrophotometer, B 34212, São Paulo, SP, Brazil) after its conversion to cyanomethemoglobin.

### Blood chemistry determinations

Serum concentrations of total protein, total lipids and blood urea nitrogen were determined by spectrophotometric methods (Labtest Sistemas Diagnosticos, São Paulo, SP, Brazil).

## RESULTS

The prevalence for *T. vivax* was 42.5% (17/40). The trypanosomes were identified based on morphological and biometrical data according to Hoare (9).

The clinical signs observed were pale mucosae, ophthalmitis, progressive weakness, loss of condition, inappetence and abortion in the third trimester of pregnancy. The main hematological changes produced by *T. vivax* infections were anemia and severe leukopenia. The cattle presented macrocytic hypochromic anemia (table I). The leukocyte changes were characterized by a decrease in the leukocyte count (table II). Increased values of total serum lipids were observed. No change in serum total protein and blood urea nitrogen values was observed (table III). The animals were treated with diminazene aceturate and survived.

## DISCUSSION

*T. vivax* has been reported to cause natural and experimental diseases in South America and other countries of the world. Bovine trypanosomosis due to *T. vivax* affects the health and productivity of cattle in Colombia (29) and Venezuela (17). The parasite was recorded in Colombia in 1932, when an epidemic with high associated mortality occurred on the Atlantic coast, allegedly following the importation of infected cattle from Venezuela. In 1932 in Colombia, Virviescas found outbreaks of *T. vivax* severe enough for a butter factory and a cheese factory to shut down in El Piñon due to lack of milk (29). According to Desquesnes and Gardiner, despite the absence of clinical signs during a two to three years' epidemiological survey in French Guyana, the antigen and/or antibody seroprevalences of *T. vivax* showed a stable infection in the country (7). Natural pathogenicity of Guyanan *T. vivax* should be confirmed; very low parasitemia or extravascular foci might explain the apparent absence of bloodstream forms between two outbreaks. However, severe trypanosomosis is reported here and the findings of this study agree with those of Camus and Martenchar (4). These authors found that experimental infections of Brahman zebu with a strain of *T. vivax* isolated in Guyana resulted in moderate, transient fever, a decrease in packed cell volume and a rapid, severe weight loss, diarrhea, swollen glands in the neck, lacrimation, weakness and death (4). Otte *et al.* observed decreased milk production and loss of weight in bovines of endemic regions of Colombia (19). In Nigeria, Kalu reported on anemia, abortion and death caused by *T. vivax* in Friesian dairy cows (13). According to Ogwu and Njoku non-pregnant heifers and heifers in the third trimester of pregnancy, when infected with *T. vivax*, developed a more severe form of the disease than pregnant heifers in the first and second trimesters of pregnancy (18). Anemia is one of the most consistent findings in trypanosomosis. The nature of the anemia has not been completely elucidated (2). Leukopenia has been reported in trypanosomosis and is attributed to reduced myelopoiesis (12). The anemia due to a *T. vivax* infection is described as normocytic normochromic with a tendency to being macrocytic normochromic (22). The main hematological changes were macrocytic hypochromic anemia and a severe leukopenia. This kind of anemia can be found in acute processes. Severe leukopenia could cause

Table I

Red blood cell values of *Trypanosoma vivax* infected dairy cattle of Pantanal (mean  $\pm$  SD)

	Infected dairy cattle	Normal values* Zebu Gobra	Normal values* Zebu Maure	Normal values** (average)
Erythrocytes (x 10 <sup>6</sup> /μl)	3.11 $\pm$ 1.12	8.07 $\pm$ 0.32	8.06 $\pm$ 0.71	5.0-10.0 (7.0)
Hemoglobin (g/dl)	7.74 $\pm$ 1.41	11.80 $\pm$ 0.50	11.60 $\pm$ 0.90	8.0-15.0 (11.0)
PCV (%)	29.60 $\pm$ 4.43	37.80 $\pm$ 1.30	36.80 $\pm$ 2.60	24.0-46.0 (35.0)
MCV (fl)	98.07 $\pm$ 26.60	46.80	44.90	40.0-60.0 (52.0)
MCH (pg)	27.04 $\pm$ 7.23	-	-	11.0-17.0 (14.0)
MCHC (g/dl)	27.36 $\pm$ 3.22	31.20	30.40	30.0-36.0 (32.7)

PCV: packed cell volume; MCV: mean corpuscular volume; MCH: mean corpuscular hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration

\* Cuq *et al.*, 1977, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*

\*\* Jain N.C., 1986, Lea and Febinger

Table II

White blood cell values of *Trypanosoma vivax* infected dairy cattle of Pantanal (mean  $\pm$  SD)

Leucocytes (%)	Infected cattle	Normal values*
Neutrophils	35.62 $\pm$ 10.44	15-45
Lymphocytes	44.43 $\pm$ 10.85	48-75
Monocytes	11.87 $\pm$ 4.61	2-7
Eosinophils	7.5 $\pm$ 4.58	2-15
Basophils	0.56 $\pm$ 1.50	0-2
Total leucocytes (x 10 <sup>3</sup> /μl)	1.54 $\pm$ 0.81	4-12

\* Coles E.H., 1984, Editora Manole

Table III

Serum blood chemistry of *Trypanosoma vivax* infected dairy cattle from the Pantanal (mean  $\pm$  SD)

	Infected cattle	Normal values
Total proteins (g/dl)	7.84 $\pm$ 1.24	7.56 $\pm$ 0.5* 7 (6-8)**
Blood urea nitrogen (mg/dl)	23.40 $\pm$ 8.73	6-27* 25 (10-40)***
Total lipids (mg/dl)	136 $\pm$ 86.12	34.8** 30 (15-45)***

\* Coles E.H., 1984, Editora Manole; \*\* Kolb E., 1976, Editorial Acribia

\*\*\* Rosenberg G., 1983, Guanabara-Koogan

immunosuppression. Ilemobade *et al.* studied groups of cattle vaccinated against contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) and experimentally infected singly with *T. vivax* or *T. congolense* or a combination of *T. vivax* and *T. congolense* (11). The results of this experiment suggest that the protective immunity to CBPP engendered by vaccination is impaired during an infection with African trypanosomes. High total lipid serum levels found in this investigation could represent endocrine dysfunction. Diehl and Risby reported increases in the lipid concentration of the serum from *T. gambiense* infected rabbits suggesting altered lipid metabolism (8). According to Seed and Hall, in addition to the changes observed in the glycogen, lipid, and protein metabolism in African trypanosome infections, there are strong indications of endocrine dysfunction (23). Abebe and Eley (1) found a significant reduction of total plasma thyroxine during the acute stage of a trypanosome infection in cattle, indicating the presence of hypothyroidism possibly caused by dysfunction of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis. Because severe leukopenia could cause immunosuppression the importance of trypanosomosis control in ensuring success of vaccination campaigns against the foot and the mouth disease in the Pantanal could be considered. Although evidence of pathophysiological changes in the hematology and lipid metabolism of infected bovines is presented here, further studies should be carried out to increase our knowledge of the disease in South America.

## REFERENCES

1. ABEBE G., ELEY R., 1992. Trypanosome-induced hypothyroidism in cattle. *Br. vet. J.*, **148**: 63-71.
2. ANOSA V.O., KANEKO J.J., 1983. Pathogenesis of *Trypanosoma brucei* in deer mice (*Peromyscus maniculatus*): Hematologic, erythrocyte biochemical, and iron metabolic aspects. *Am. J. vet. Res.*, **44**: 639-644.
3. CADAVID GARCIA E.A., 1986. Estudo técnico econômico da pecuária bovina de corte do Pantanal Mato-Grossense. Belém, Brazil, EMBRAPA/CPAP, p. 126-127. (Documento 4)
4. CAMUS E., MARTRENCAR A., 1990. Infection expérimentale de zébus guyanais avec *Trypanosoma vivax*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43**: 467-472.
5. COLES E.H., 1984. Patologia clínica veterinária, 3e ed. São Paulo, Brazil, Editora Manole, 566 p.
6. CUQ P., AKAKPO A.J., FRIOT D., 1977. Caractéristiques biologiques des hématies des bovins de la zone tropicale de l'Afrique de l'Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30**: 281-292.
7. DESQUENES M., GARDINER P.R., 1993. Epidemiologie de la trypanosomose bovine (*Trypanosoma vivax*) en Guyane française. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46**: 463-470.
8. DIEHL E., RISBY E.L., 1974. Serum changes in rabbits experimentally infected with *Trypanosoma gambiense*. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **23**: 10-19.

## T. vivax infection in dairy cattle in Brazil

9. HOARE C.A., 1972. The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Oxford and Edinburgh, UK, Blackwell Scientific Publications, 749 p.
10. HOLMES P.H., 1997. New approaches to the control of trypanosomosis. *Vet. Parasitol.*, **71**: 121-135.
11. ILEMOBADE A.A., ADEGBOYE D.S., ONOVIRAN O., CHIMA J.C., 1982. Immunodepressive effects of trypanosomal infection in cattle immunized against contagious bovine pleuropneumonia. *Parasite Immunol.*, **4**: 273-282.
12. JAIN N.C., 1986. Schalm's veterinary hematology, 4th ed. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febinger, 1221 p.
13. KALU A.U., 1996. Acute trypanosomosis in a sedentary herd on the tsetse-free Jos Plateau, Nigeria. *Br. vet. J.*, **152**: 177-179.
14. KOLB E., 1976. Fisiología veterinaria. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1115 p.
15. LEGER M., VIENNE M., 1919. Epizootie à trypanosomes chez les bovidés de la Guyane française. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **12**: 258-266.
16. LEVINE N.D., 1973. Protozoan parasites of domestic animals and of man, 2nd ed. Minneapolis, Minnesota, USA, Burgess Publishing Company, 406 p.
17. MELENDEZ R.D., FORLANO M., FIGUEROA W., 1995. Perinatal infection with *Trypanosoma vivax* in a calf in Venezuela. *Trypnews*, **2**: 4-5.
18. OGWU D., NJOKU C.O., 1987. Effects of pregnancy on clinical manifestation of bovine trypanosomiasis. *Vet. Parasitol.*, **24**: 25-33.
19. OTTE M.J., ABUABARA J.Y., WELLS E.A., 1992. *Trypanosoma vivax* in Colombia: epidemiology and production losses. In: 1st int. Seminar on non-transmitted animal trypanosomoses, Annecy, France, October 14-16, 1992. Paris, France, Fondation Marcel Mérieux, p. 26
20. PEREGRINE A.S., 1994. Chemotherapy and delivery systems: haemoparasites. *Vet. Parasitol.*, **54**: 223-248.
21. ROSENBERG G., 1983. Exame clinico dos bovinos. Rio de Janeiro, Brazil, Guanabara-Koogan, 429 p.
22. SAROR D.I., 1979. Classification of the anaemia of bovine trypanosomiasis. *Vet. Rec.*, **105**: 95-98.
23. SEED R.J., HALL J.E., 1985. Pathophysiology of African trypanosomiasis. In: Tizard I. ed., Immunology and pathogenesis of trypanosomiasis. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 1-11.
24. SEIDL A., MORAES A.S., SILVA R.A.M.S., 1998. A financial analysis of alternative strategies for treatment of *Trypanosoma evansi* in the Brazilian Pantanal. *Prev. vet. Med.*, **33**: 219-234.
25. SHAW J.J., LAINSON R., 1972. *Trypanosoma vivax* in Brazil. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **66**: 25-32.
26. SILVA R.A.M.S., DA SILVA J.A., SCHNEIDER R.C., DE FREITAS J., MESQUITA D.P., MESQUITA T.C., RAMIREZ L., DAVILA A.M.R., PEREIRA M.E.B., 1995. Bovine trypanosomosis due to *Trypanosoma vivax* in the Northern subregion of Pantanal, Brazil. *Trypnews*, **2**: 1-2.
27. SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M., 1995. Trypanosomosis outbreaks due to *Trypanosoma evansi* in the Pantanal, Brazil. A preliminary on risk factors. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48**: 315-319.
28. SILVA R.A.M.S., EGUEZ A., MORALES G., EULERT E., MONTENEGRO A., YBANEZ R., SEIDL A., DAVILA A.M.R., RAMIREZ L., 1998. Bovine trypanosomosis in Bolivian and Brazilian lowlands. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **93**: 29-32.
29. VIRVIESCAS F., 1932. La lucha contra la tripanosomiasis bovina en la costa Atlantica. *Rev. Med. vet.*, **4**: 315-326.
30. WELLS E.A., BETANCOURT A., RAMIREZ L.E., 1982. *Trypanosoma vivax* en Colombia - epidemiologia y repercusion economica. *Rev. Mund. Zootec.*, **43**: 17-23.
31. WOO P.T.K., 1970. The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta trop.*, **27**: 384-386.

Reçu le 28.8.98, accepté le 28.4.99

## Résumé

Silva R.A.M.S., Ramirez L., Souza S.S., Ortiz A.G., Pereira S.R., Dávila A.M.R. Foyer d'infection à *Trypanosoma vivax* chez un troupeau de bovins laitiers dans le Pantanal, au Brésil

Dans cette étude est rapporté pour la première fois un foyer de trypanosomose dû à *Trypanosoma vivax* chez des bovins laitiers au Pantanal de Nabileque, Brésil. Les animaux ont présenté des muqueuses pâles, de l'ophtalmie, un affaiblissement progressif, une nette dégradation de l'état général, ainsi que de l'inappétence et une tendance à l'avortement au cours des trois derniers mois de gravidité. Les résultats les plus importants des analyses hématologiques et biochimiques du sang ont été : une leucopénie, une anémie hypochrome macrocytaire et un niveau élevé des lipides totaux dans le sérum.

**Mots-clés** : Bovin laitier - *Trypanosoma vivax* - Sang - Biochimie - Pantanal - Brésil.

## Resumen

Silva R.A.M.S., Ramirez L., Souza S.S., Ortiz A.G., Pereira S.R., Dávila A.M.R. Una epidemia de infecciones por *Trypanosoma vivax* en un hato lechero en Pantanal, Brasil

En el presente estudio se reporta, por primera vez, una epidemia de tripanosomosis provocada por *Trypanosoma vivax*, en un hato lechero de Pantanal de Nabileque, Brasil. Los animales presentaron mucosas pálidas, oftalmítis, debilidad progresiva, pérdida de condición, falta de apetito y abortos durante el tercer trimestre de preñez. Entre los hallazgos hematológicos y de química sanguínea más importantes se encuentran leucopenia, anemia hipocromica macrocítica y altos niveles séricos de lípidos totales.

**Palabras clave**: Ganado de leche - *Trypanosoma vivax* - Sangre - Bioquímica - Pantanal - Brasil.

# Epidémiologie des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire

C. Komoin-Oka<sup>1</sup> J. Zinsstag<sup>2</sup> V.S. Pandey<sup>3\*</sup>  
F. Fofana<sup>1</sup> A. N'Depo<sup>1</sup>

## Mots-clés

Ovin Djallonké - Helminthe - Contrôle de maladie - Forêt tropicale - Côte d'Ivoire.

## Résumé

Une étude épidémiologique du parasitisme des ovins de race Djallonké a été menée en Côte d'Ivoire, dans la zone sud forestière qui bénéficie d'un climat tropical. Six moutons ont été autopsiés tous les mois durant deux années, d'août 1994 à juillet 1996 (n = 145). La faune parasitaire comportait neuf espèces de nématodes qui étaient, par ordre de prévalence, *Trichostrongylus colubriformis* (89,7 p. 100), *Haemonchus contortus* (84,1 p. 100), *Strongyloides papillosus* (49,7 p. 100), *Cooperia curticei* (42,1 p. 100), *Oesophagostomum columbianum* (25,5 p. 100), *Gaigeria pachyscelis* (20,2 p. 100), *Trichostrongylus axei* (11,7 p. 100), *Trichuris globulosa* (11,7 p. 100) et *Bunostomum trigonocephalum* (2,1 p. 100). Elle comportait également trois cestodes (*Moniezia benedeni*, *M. expansa* et *Cysticercus tenuicollis*) et trois trématodes (*Paramphistomum* spp., *Dicrocoelium hospes* et *Fasciola gigantica*). Les autres parasites observés au cours de l'étude étaient des coccidies, des microfilaires, des protozoaires (*Babesia ovis*, *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* et *T. vivax*) et des oestres (*Oestrus ovis*). Des variations saisonnières du parasitisme ont été mises en évidence, mais sans hypobiose larvaire. Les intensités parasitaires et l'excrétion d'œufs d'helminthes sont restées modérées tout au long de l'année. Les animaux âgés de moins d'un an et les mâles avaient des intensités plus élevées que les autres ovins. Un schéma de prophylaxie antiparasitaire est proposé.

## ■ INTRODUCTION

Dans les pays tropicaux, le polyparasitisme helminthique constitue l'un des obstacles majeurs au développement de l'élevage des petits ruminants, car il est à l'origine de contraintes à la production liées à des pertes de poids et à des retards de croissance et même à des cas de mortalité (8, 31).

Dans la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire, qui regroupe un cheptel ovin évalué à 180 000 têtes, la moitié de la mortalité des agneaux est imputée à ce polyparasitisme (7). Ceci pourrait être expliqué par le fait que les mesures de prophylaxie antiparasitaire établies ne sont pas toujours mises en œuvre et, surtout, ne sont

basées que sur le comptage des œufs fécaux et l'estimation approximative du taux de vers correspondant. En effet, la connaissance préalable du spectre et de l'épidémiologie saisonnière des espèces parasitaires en cause semble être la condition de l'efficacité des schémas de prophylaxie (27, 30, 31). Dans certains pays d'Afrique occidentale, comme le Burkina Faso (25), la Gambie (12), le Ghana (4), la Guinée (2), le Mali (26), le Nigeria (10), le Sénégal (20), la Sierra Leone (3) et le Togo (6), de telles données existent, mais en Côte d'Ivoire aucune publication n'est disponible.

Par conséquent, les auteurs ont jugé utile de mener une enquête sur l'épidémiologie des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire, afin qu'une stratégie de lutte qui minimiserait le nombre d'interventions prophylactiques tout en améliorant la production ovine puisse être développée.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Zone de l'étude

La zone sud forestière de la Côte d'Ivoire est située au bord de l'océan Atlantique, entre 4° et 7° de latitude Nord et 2° et 9° de longitude Ouest. Le climat est de type tropical humide avec des

1. LANADA, Laboratoire central de pathologie animale de Bingerville, BP 206, Bingerville, Côte d'Ivoire

2. Centre suisse de recherches scientifiques, BP 1303, Abidjan 01, Côte d'Ivoire

3. Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Nationalestraat 155, 2000 Antwerp, Belgium

Tél. : +32 (0)3 24 76 396 ; Fax : +32 (0)3 21 61 431

E-mail : vpandey@itg.be

\* Auteur pour la correspondance

températures variant entre 25 et 30 °C, une humidité relative toujours supérieure à 80 p. 100 et une pluviométrie annuelle comprise entre 1 400 et 2 400 mm. Elle connaît, au cours de l'année, deux saisons des pluies (une grande de mars à juillet et une petite d'octobre à novembre) séparées par deux saisons sèches (une grande de décembre à février et une petite d'août à septembre). Le relief est essentiellement constitué de plaines et de plateaux. De nombreux cours d'eau et quatre grands fleuves la sillonnent. La végétation y est représentée par une forêt dense humide, remplacée par endroits par des cultures.

Durant la période de l'étude, les températures, les précipitations et l'humidité relative ont été obtenues auprès de la Sodexam (Société d'exploitation et de développement aéroportuaire, aéronautique et météorologique) à Abidjan.

### Les animaux

L'enquête, menée du mois d'août 1994 au mois de juillet 1996, a permis l'autopsie de 145 ovins. Six animaux ont été achetés tous les mois, en fonction de leur disponibilité, sur leur lieu d'élevage. Ils étaient ensuite acheminés au Laboratoire central de pathologie animale de Bingerville où l'abattage et l'autopsie avaient lieu. Plusieurs d'entre eux provenaient du même troupeau (échantillonnage en grappe). Néanmoins, la taille de l'échantillon assure un degré de confiance de 95 p. 100 pour une prévalence anticipée de 80 +/- 10 p. 100 (il fallait un minimum de 61 ovins par an, soit 122 animaux au total, pour une population évaluée à 180 000 têtes).

Le choix des animaux s'est effectué en fonction de leur lieu d'origine (le Sud forestier de la Côte d'Ivoire), de leur âge (deux moutons pour chacune des classes d'âge suivantes : < 1 an, 1-2 ans, > 2 ans) et de leur suivi sanitaire (non déparasités depuis au moins un an). Ainsi, ils provenaient tous d'élevages de type traditionnel. Ces animaux pouvaient divaguer dans la journée, étaient gardés dans un enclos la nuit et recevaient peu de soins, notamment en matière de prophylaxie médicale. Ils appartenaient tous à la race Djallonké (ou race Naine de l'Afrique de l'Ouest), la seule race élevée traditionnellement dans la zone forestière du fait de sa trypanotolérance et de sa rusticité.

Sur les 145 ovins, 104 étaient des femelles dont 60 se sont révélées gravides (soit 57,7 p. 100 des femelles).

### Méthodes parasitologiques

Avant l'abattage, un examen clinique des animaux a été effectué, ainsi que des prélèvements pour des analyses coprologiques et hémoparasitologiques. Les analyses coprologiques comportaient trois méthodes. L'une d'elles, quantitative, correspondait à la technique de McMaster modifiée par Gordon et Whitlock (14). Les deux autres, qualitatives, étaient des méthodes d'enrichissement par sédimentation à l'eau du robinet pour la recherche d'œufs de trématodes et par flottaison dans une solution saturée de NaCl (d = 1,20) pour la recherche d'œufs de nématodes et de cestodes. Les analyses hémoparasitologiques ont été effectuées par la technique de centrifugation en tube à hématocrite selon Murray et coll. (18) et par la lecture au microscope de frottis de sang et de gouttes épaisses colorés au Giemsa.

Après l'abattage, les poumons, le cœur, le foie, le rumen et la carcasse ont été inspectés pour récolter d'éventuels parasites. La tête a été fendue en deux pour la recherche d'œstres et de cénures. Puis, les différentes portions du tractus gastro-intestinal (cailliette, intestin grêle et gros intestin) ont été séparées par une double ligature et, après recherche de schistosomes dans les vaisseaux méésentériques, ouvertes dans le sens de la longueur. Leur contenu a été passé au tamis de 200 µ. Les résidus ont été versés dans un seau où

3 l d'eau ont été ajoutés. Une fois ce mélange homogénéisé, 200 ml (1/15) de la suspension obtenue ont été prélevés. Les parasites présents ont été récoltés, identifiés et comptés, à l'exception des paramphistomes, d'une part, dont le nombre a été évalué approximativement et des cestodes, d'autre part, dont la présence a été signalée seulement. L'identification de chaque espèce a été confirmée par l'Institut international de parasitologie, CAB de Saint-Albans au Royaume-Uni.

Les nodules de l'intestin grêle, du cæcum et du côlon ont été comptés. Puis, la muqueuse d'une moitié de la caillette et celle de la portion du cæcum allant jusqu'à la valvule iléo-cæcale ont été grattées, récoltées, pesées et trois fois leur volume en liquide digestif a été ajouté (10 g de pepsine à 1 200 UI/g + 8,5 g de NaCl + 16 ml de HCl à 37 p. 100 + 1 000 ml d'eau distillée). Après incubation à 37 °C pendant 12 h, les digestats ont été lavés deux fois à une heure d'intervalle, puis le culot de sédimentation a été lu à la loupe binoculaire pour la recherche de larves (17).

### Analyses statistiques

La saisie et la vérification des données ont été effectuées à l'aide du programme EPI-INFO (version 5.0, avril 1990). L'analyse statistique a été faite avec le programme SAS (Statistical Analysis Systems Inc., Cary, USA). Après transformation logarithmique des données brutes afin de normaliser la distribution des résultats, des comparaisons statistiques ont été réalisées à l'aide du test de Wilcoxon ou de l'analyse de variance, avec un seuil de signification de  $p < 5$  p. 100, et des calculs de corrélation entre les espèces effectués selon les procédures Proc-Corr et Proc-GLM de SAS.

Pour faciliter la lecture, la dynamique saisonnière des populations parasitaires a été représentée par des graphiques dont l'axe horizontal ne couvre qu'une année de calendrier. Les données sont les moyennes mensuelles des deux années d'autopsie.

## ■ RESULTATS

Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations sont présentées dans la figure 1. L'humidité relative a été en moyenne de 83 p. 100.

La faune parasitaire comportait 21 espèces/genres/groupes de parasites : 10 nématodes, 3 trématodes, 3 cestodes, 3 protozoaires et 2 arthropodes (tableau I). Le parasitisme gastro-intestinal affectait 100 p. 100 des animaux qui, malgré l'absence de suivi sanitaire et le peu de soins dont ils faisaient l'objet, étaient dans un bon état général. Neuf cas d'infection par une seule espèce ont été observés, dont cinq (3,4 p. 100 des animaux) par *Haemonchus contortus*, avec une intensité variant entre 15 et 1 170 vers, et quatre (2,8 p. 100) par *Trichostrongylus colubriformis*, avec une intensité variant entre 15 et 270 vers.

*T. colubriformis* et *H. contortus* étaient les deux espèces prédominantes, tant du point de vue de la fréquence que de l'intensité moyenne (charge moyenne calculée sur les animaux infestés uniquement, tableau I). *T. colubriformis* a été rencontré dans deux compartiments digestifs (cailliette et intestin grêle), avec pour localisation préférentielle l'intestin grêle où il constituait 79 p. 100 de la population de nématodes. Sa prévalence totale était de 89,7 p. 100 et son intensité moyenne de 858 vers. *H. contortus*, présent uniquement dans la caillette où il constituait 77 p. 100 de la population, avait une prévalence de 84,1 p. 100 et une intensité moyenne de 481 vers. Ces deux espèces étaient suivies, par ordre de fréquence, par *Strongyloides papillosus* (49,7 p. 100), *Cooperia curticei* (42,1 p. 100)

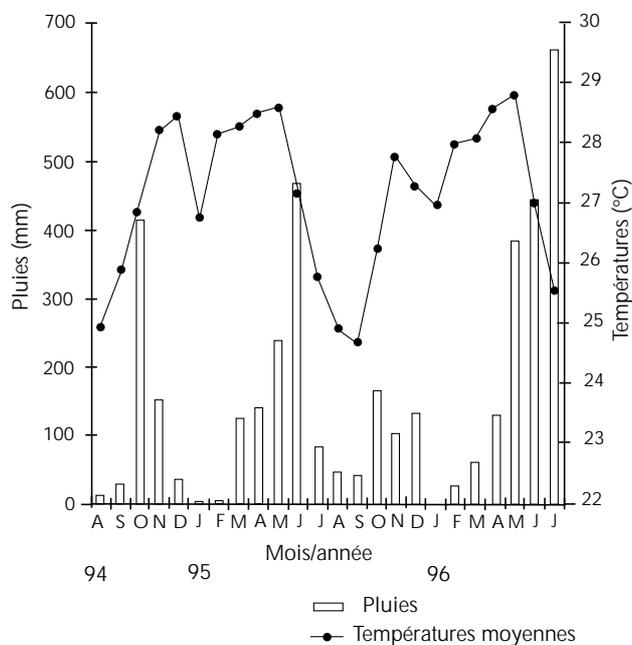


Figure 1 : températures et précipitations moyennes mensuelles dans la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire d'août 1994 à juillet 1996.

et *Oesophagostomum columbianum* (25,5 p. 100). Ce dernier représentait l'espèce dominante dans le gros intestin (79 p. 100 de la population). Bien qu'ayant eu une faible prévalence (11,7 p. 100), l'intensité moyenne de *Trichostrongylus axei* a été élevée, proche de celle des espèces prédominantes (428 vers).

Deux espèces de cestodes (*Moniezia expansa* et *M. benedeni*) ont été observées dans l'intestin grêle de 11,7 p. 100 des ovins et des trématodes (paramphistomes) ont été trouvés dans le rumen de 30,3 p. 100 d'entre eux.

L'intensité parasitaire digestive totale a varié entre 15 et 10 432 nématodes. Cinquante-cinq pour cent des ovins avaient une intensité inférieure à 1 000 et chez 22 p. 100 d'entre eux elle a été comprise entre 1 000 et 2 000 (figure 2). L'intensité abomasale a varié entre 0 et 4 134 nématodes. La majorité des animaux (77,2 p. 100) en hébergeaient de 1 à 1 000 (tableau II). Dans l'intestin grêle, l'intensité parasitaire a varié entre 0 et 7 875 nématodes, avec 62,1 p. 100 des animaux en comportant de 1 à 1 000. L'intensité parasitaire du gros intestin a été comprise entre 0 et 450 vers, avec 70,3 p. 100 des ovins ayant eu une intensité nulle (tableau II). La valeur de l'hématocrite était en moyenne 32. Une analyse de covariance de l'hématocrite en relation avec les différentes espèces helminthiques a montré une influence négative de *H. contortus* ( $r = -0,188$ ,  $p = 0,027$ ).

Tableau I

Inventaire, prévalence, nombres moyens et extrêmes des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire (n = 145)

Parasites	Prévalence (%)	Moyenne des positifs (Nb. de parasites)	Extrêmes des positifs (Nb. de parasites)
Rumen			
Paramphistomes	30,3		
Caillette			
<i>Haemonchus contortus</i>	84,1	481	1-3 669
<i>Trichostrongylus axei</i>	11,7	428	30-1 948
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	49,6	131	1-720
Intestin grêle			
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	84,8	831	15-4 065
<i>Cooperia curticei</i>	42,1	276	15-4 035
<i>Bunostomum trigonocephalum</i>	2,1	56	30-75
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	20,2	36	1-165
<i>Strongyloides papillosus</i>	49,7	124	15-1 305
<i>Moniezia spp.</i>	11,7		
Gros intestin			
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	25,5	97	15-435
<i>Trichuris globulosa</i>	11,7	57	15-300
Autres parasites rencontrés			
<i>Dicrocoelium hospes</i>	6,9		
<i>Fasciola gigantica</i>	0,7		
<i>Cysticercus tenuicollis</i>	36,6		
<i>Oestrus ovis</i>	13,8		
Oocystes de coccidies	87,4	770	50-2 500
<i>Trypanosoma spp.</i>	2,8		
<i>Babesia ovis</i>	0,7		
Microfilaires	5,7		
Tiques	20,7		

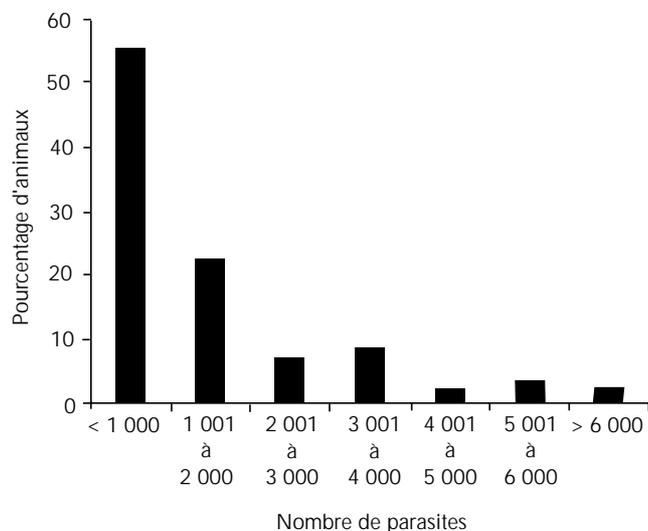


Figure 2 : distribution de la fréquence de l'intensité des nématodes gastro-intestinaux chez les ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire.

Tableau II

Fréquence des intensités parasitaires par compartiment digestif chez les ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire (n = 145)

Nb. de parasites	Caillette (% d'animaux)	Intestin grêle (% d'animaux)	Gros intestin (% d'animaux)
0	7,6	6,9	70,3
1-1 000	77,2	62,1	29,7
1 001-2 000	9,0	19,3	-
2 001-3 000	4,1	4,1	-
3 001-4 000	1,4	4,8	-
4 001-5 000	0,7	1,4	-
> 5 000	-	1,4	-

Toutes les espèces parasitaires ont été présentes tout au long de l'année, à l'exception de *T. axei* qui n'a pas été trouvé pendant les mois d'avril, de mai, de juillet, d'août et de novembre, et de *B. trigonocephalum* qui n'a été rencontré que chez trois animaux, au cours des mois de février et de mars. L'évolution des principales espèces de nématodes au cours de l'année a été marquée par la présence de pics parasitaires (figures 3 à 7). *H. contortus* a présenté un seul pic important, au mois d'août (figure 3). *T. colubriformis* en a présenté deux, en février et en août (figure 4). *C. curticei* en a également présenté deux, en mars et en octobre (figure 5). *S. papillosus* n'en a présenté qu'un seul, en novembre (figure 6). Enfin, *O. columbianum* en a présenté deux, en août et en octobre (figure 7). L'évolution mensuelle de l'intensité parasitaire digestive totale des nématodes au cours de l'année a été marquée par la présence de quatre principaux pics : en février, en juin, en août et en novembre (figure 8). L'analyse de variance effectuée sur les données transformées en logarithmes a montré que ces fluctuations n'étaient statistiquement significatives que pour les espèces *T. colubriformis* ( $p = 0,001$ ) et *O. columbianum* ( $p = 0,022$ ), et pour l'intensité parasitaire digestive totale des nématodes ( $p = 0,046$ ).

Des nodules étaient présents sur la muqueuse intestinale de 40,8 p. 100 des animaux, tout au long de l'année, avec un nombre compris entre 1 et 200. A la digestion artificielle, des larves de *H. contortus* n'ont été trouvées que chez cinq ovins (3,5 p. 100 des animaux), avec un nombre variant entre 2 et 6. Des larves d'*O. columbianum* ont été observées chez trois autres (2,1 p. 100) avec un nombre variant entre 4 et 100.

Quatre-vingt-dix-neuf pour cent des animaux étaient porteurs d'œufs de strongles digestifs, avec une intensité moyenne de 1 003 œufs par gramme de selles (extrêmes des intensités : 100-5 000, avec 68 p. 100 ayant eu une intensité inférieure à 1 000 par gramme). Des œufs de *S. papillosus* ont été présents chez 11,9 p. 100 des ovins (intensité moyenne : 700 œufs ; extrêmes : 100-1 500), ceux de cestodes et de trichures l'ont été respectivement chez 2,1 et 0,7 p. 100 d'entre eux. L'évolution des excrétions d'œufs de strongles au cours de l'année a été marquée par l'existence de trois principaux pics, en février, en août et en octobre (figure 9). Ces variations n'étaient pas statistiquement significatives.

La corrélation entre les valeurs logarithmiques du nombre total de vers des différentes espèces parasitaires et les excrétions d'œufs de strongles dans les fèces n'était significative que pour *T. colubriformis* ( $p = 0,032$ ), *C. curticei* ( $p = 0,044$ ) et surtout *O. columbianum* ( $p = 0,001$ ).

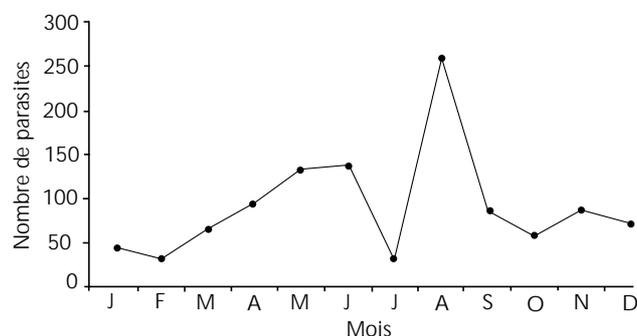


Figure 3 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de l'intensité des principaux nématodes des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire - le cas de *Haemonchus contortus*.

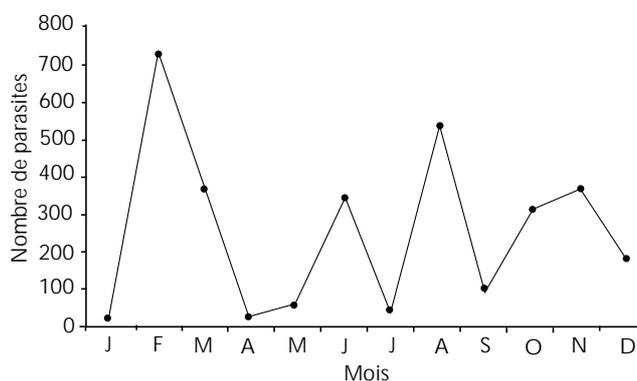


Figure 4 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de l'intensité des principaux nématodes des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire - le cas de *Trichostrongylus colubriformis*.

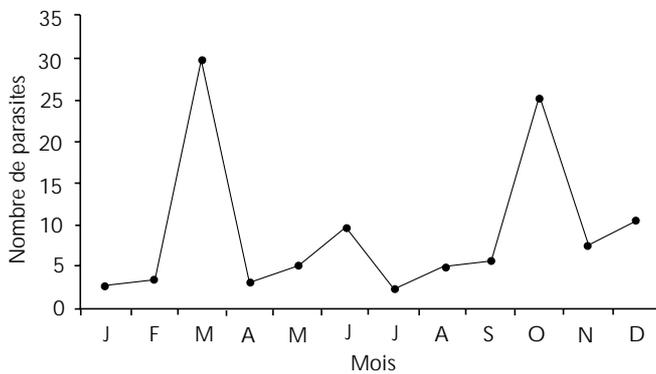


Figure 5 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de l'intensité des principaux nématodes des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire - le cas de *Cooperia curticei*.

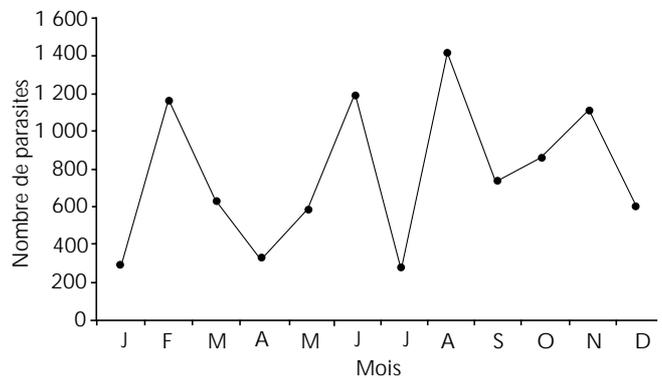


Figure 8 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de l'intensité parasitaire digestive totale des nématodes des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire.

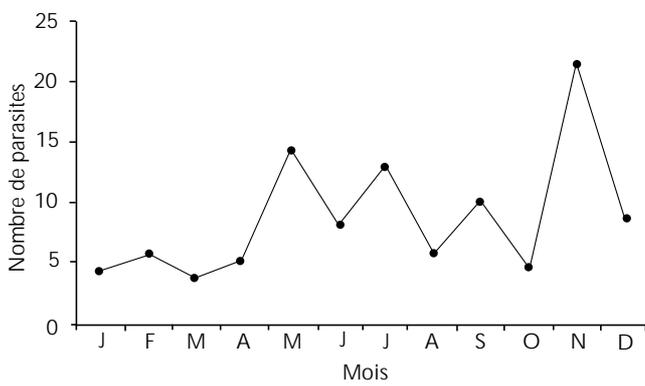


Figure 6 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de l'intensité des principaux nématodes des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire - le cas de *Strongyloides papillosus*.

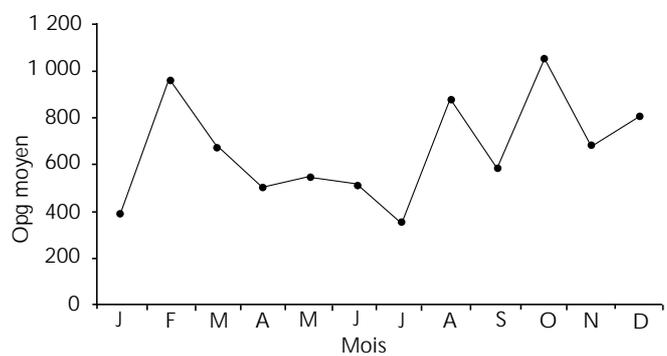


Figure 9 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique des excréctions d'œufs de strongles par gramme de fèces (Opg) chez les ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire.

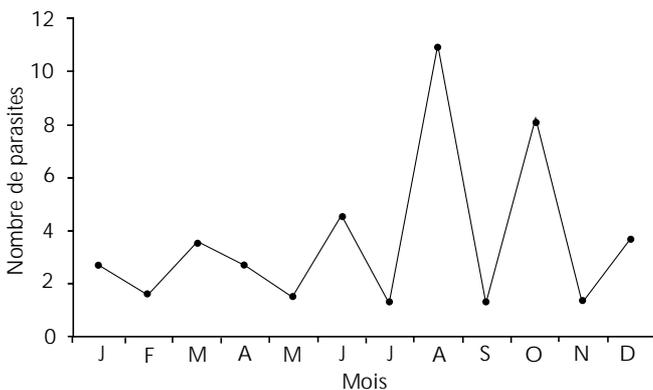


Figure 7 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de l'intensité des principaux nématodes des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire - le cas d'*Oesophagostomum columbianum*.

Chez les animaux âgés de moins d'un an, les intensités des différentes espèces parasitaires et les excréctions d'œufs ont été plus élevées que chez les animaux plus âgés (tableau III). Toutefois, ces différences n'étaient statistiquement significatives que pour les espèces *H. contortus* ( $p < 0,001$ ) et *S. papillosus* ( $p < 0,001$ ).

Le sexe a également eu une influence sur les intensités des différentes espèces parasitaires et les excréctions d'œufs qui étaient plus élevées chez les mâles que chez les femelles. Ces différences n'étaient cependant statistiquement significatives que pour les espèces *T. colubriformis* ( $p = 0,006$ ), *C. curticei* ( $p < 0,001$ ), *S. papillosus* ( $p < 0,001$ ) et *O. columbianum* ( $p < 0,001$ ) (tableau IV). En revanche, l'état de gestation n'a pas eu d'influence sur le parasitisme (tableau V).

*Dicrocoelium hospes* et *Fasciola gigantica* ont été rencontrés avec de faibles prévalences (respectivement 6,9 et 0,7 p. 100). *Cysticercus tenuicollis* (36,6 p. 100) et *Oestrus ovis* (13,8 p. 100) étaient plus fréquents. Les schistosomes, les vers pulmonaires et *Coenurus cerebralis* n'ont pas été observés. Des coccidies ont été trouvées chez 87,4 p. 100 des ovins avec une moyenne d'excrétion d'oocystes de 770 par gramme de fèces (extrêmes : 50-2 500).

Les analyses hémoparasitologiques ont révélé une faible prévalence parasitaire. Les infections trypanosomiennes (à *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* et *T. vivax*) n'ont touché que 2,8 p. 100 des animaux. Des microfilaries et *Babesia ovis* ont été présentes respectivement chez 5,7 et 0,7 p. 100 d'entre eux. La valeur moyenne de l'hématocrite a été entre 24 et 38 avec une moyenne de  $32 \pm 5$ .

Seuls 20,7 et 3,7 p. 100 des ovins ont été porteurs respectivement de tiques et de lésions de gale.

Tableau III

Effet de l'âge sur l'intensité des principales espèces parasitaires et les excrétions d'œufs de strongles chez les ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire (moyenne  $\pm$  écart-type)

Age	Nb. d'animaux	<i>H. contortus</i>	<i>T. colubriformis</i>	<i>C. curticei</i>	<i>S. papillosus</i>	<i>O. columbianum</i>	Œufs de strongles
< 1an	48	628 $\pm$ 903	957 $\pm$ 1 037	217 $\pm$ 678	142 $\pm$ 252	37 $\pm$ 86	1 104 $\pm$ 900
1-2 ans	48	288 $\pm$ 587	655 $\pm$ 832	69 $\pm$ 219	31 $\pm$ 59	24 $\pm$ 72	897 $\pm$ 931
> 2 ans	49	299 $\pm$ 499	698 $\pm$ 969	51 $\pm$ 112	13 $\pm$ 45	13 $\pm$ 47	965 $\pm$ 983
Total	145	404 $\pm$ 698	769 $\pm$ 953	112 $\pm$ 419	62 $\pm$ 161	25 $\pm$ 70	988 $\pm$ 937

Tableau IV

Effet du sexe sur l'intensité des principales espèces parasitaires et les excrétions d'œufs de strongles chez les ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire (moyenne  $\pm$  écart-type)

Sexe	Nb. d'animaux	<i>H. contortus</i>	<i>T. colubriformis</i>	<i>C. curticei</i>	<i>S. papillosus</i>	<i>O. columbianum</i>	Œufs de strongles
Mâle	41	547 $\pm$ 807	1 071 $\pm$ 1 008	251 $\pm$ 677	111 $\pm$ 187	50 $\pm$ 94	1 138 $\pm$ 908
Femelle	104	348 $\pm$ 645	650 $\pm$ 908	57 $\pm$ 238	42 $\pm$ 145	15 $\pm$ 56	932 $\pm$ 945
Total	145	404 $\pm$ 698	769 $\pm$ 953	112 $\pm$ 419	62 $\pm$ 161	25 $\pm$ 70	988 $\pm$ 937

Tableau V

Effet de l'état de gestation sur l'intensité des principales espèces parasitaires et les excrétions d'œufs de strongles chez les ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire (moyenne  $\pm$  écart-type)

Gestation	Nb. d'animaux	<i>H. contortus</i>	<i>T. colubriformis</i>	<i>C. curticei</i>	<i>S. papillosus</i>	<i>O. columbianum</i>	Œufs de strongles
Non	44	459 $\pm$ 757	655 $\pm$ 812	43 $\pm$ 114	50 $\pm$ 99	23 $\pm$ 75	824 $\pm$ 679
Oui	60	273 $\pm$ 545	650 $\pm$ 978	79 $\pm$ 309	36 $\pm$ 172	9 $\pm$ 36	1 015 $\pm$ 1 097
Total	104	352 $\pm$ 646	652 $\pm$ 907	64 $\pm$ 246	42 $\pm$ 145	15 $\pm$ 56	934 $\pm$ 943

## DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que la faune parasitaire digestive des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire a comporté neuf espèces de nématodes, trois de cestodes et trois de trématodes. Elle était semblable à celle observée dans la plupart des pays ouest africains (6, 10, 12, 15, 16, 20, 23, 25, 26). *T. colubriformis* et *H. contortus* ont été les espèces dominantes, à la fois par leur fréquence et par leur intensité. C'est à ces deux espèces, et occasionnellement à *O. columbianum*, que l'on attribue généralement les pertes de production chez les moutons (8) et c'est *H. contortus* qui est incriminé dans la plupart des cas de résistance aux traitements anthelminthiques qui ont été signalés (5, 19, 29).

Les intensités parasitaires digestives et les excrétions d'œufs de strongles ont subi des variations en cours d'année. Ces variations ont été statistiquement significatives pour deux espèces (*T. colubriformis* et *O. columbianum*) et pour l'intensité parasitaire digestive totale des nématodes. Les pics parasitaires se sont situés, pour la plupart des espèces, en février-mars, en août et en octobre-

novembre, périodes qui correspondent approximativement à la fin de la saison sèche, à la fin de la grande saison des pluies et à la fin de la petite saison des pluies. En réalité, il est difficile de parler véritablement de saison sèche dans la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire compte tenu de l'humidité constante et des pluies sporadiques pendant cette saison. Le faible nombre de larves trouvées dans les digestats pouvait être dû à la technique mise en œuvre pour détecter leur présence. Il est possible en effet que certaines larves aient été lysées pendant les 12 heures d'incubation. Pourtant, d'autres auteurs ont trouvé des larves hypobiotiques en grand nombre par cette même méthode (21). Néanmoins, il est peu probable qu'il y ait eu une hypobiose larvaire dans la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire étant donné les conditions climatiques favorables au développement parasitaire présentes toute l'année. L'absence d'hypobiose larvaire chez les ovins a été observée au Ghana (1) où les conditions climatiques sont semblables à celles du Sud forestier de la Côte d'Ivoire, ainsi qu'au Sud du Nigeria (9) et de la Guinée (2). Dans les pays d'Afrique de l'Ouest où les saisons sèche et pluvieuse sont bien marquées, le parasitisme helminthique a une tendance saisonnière, avec une

diminution des populations parasitaires adultes et des excrétions d'œufs en période sèche et une remontée en période de pluies. L'hypobiose larvaire y constitue l'un des principaux modes de survie des parasites, notamment pour ce qui concerne *H. contortus*, pendant la saison sèche (3, 6, 10, 12, 16, 20, 25).

Les intensités parasitaires et les excrétions d'œufs ont été modérées. Cela pouvait s'expliquer par l'existence d'une résistance naturelle des ovins de race Djallonké aux infestations parasitaires (4, 13) et par le mode d'élevage de type extensif, pratiqué pour les ovins ayant fait l'objet de cette étude, favorisant une faible pression parasitaire.

Une influence de l'âge et du sexe sur le parasitisme a été constatée. La forte infestation par *S. papillosus* des ovins âgés de moins d'un an avait également été observée au Nigeria (24). L'état de gestation n'a pas eu d'influence, comme cela a également été observé au Ghana où des auteurs ont trouvé que l'excrétion d'œufs n'augmentait qu'après la mise bas (phénomène de *periparturient rise*) (1).

L'influence négative de *H. contortus* sur l'hématocrite pouvait s'expliquer par le caractère hématophage de celui-ci, associé à sa prévalence et à son intensité moyenne plus importante. *G. pachyscelis* et *B. trigonocephalum*, également hématophages, ont eu de faibles prévalences. *T. colubriformis*, qui a eu une prévalence plus élevée que *H. contortus*, n'est pas hématophage.

L'infection par *D. hospes* et *F. gigantica* a été faible comme cela a été rapporté dans l'Etat de Borno au Nigeria (22). L'œstrose et la cysticercose n'ont pas semblé aussi fréquentes qu'au Sénégal où les prévalences ont été respectivement de 46,39 p. 100 (28) et de 60 p. 100 (20). Le parasitisme sanguin a également été faible : 2,8 p. 100 des animaux ont été porteurs de trypanosomes, contre 15 p. 100 en Gambie (12) et 16,7 p. 100 au Nigeria (11).

Ces différents résultats permettent, en attendant des études portant sur une lutte antiparasitaire ciblée, de préconiser, pour les ovins de race Djallonké des élevages de type extensif, des traitements individuels contre les strongles digestifs au lieu de traitements stratégiques de tous les animaux. Les animaux traités seraient alors les femelles en période d'agnelage, pour réduire les risques de *periparturient rise*, les agneaux au sevrage, car leurs risques d'infection sont plus élevés, et les animaux maigres, car ils sont généralement très infestés. Pour les élevages de type intensif ou semi-intensif, un schéma de prophylaxie médicale serait envisageable compte tenu de la pression parasitaire généralement plus importante. Ce schéma de prophylaxie ne comporterait que deux traitements annuels. Le premier se ferait en fin de grande saison des pluies (juillet-août) afin d'éliminer les vers accumulés pendant cette saison. Le second s'effectuerait en début de la grande saison sèche (décembre-janvier) pour maintenir le parasitisme à un niveau bas.

## ■ CONCLUSION

Le Sud forestier de la Côte d'Ivoire est soumis à un climat tropical humide, favorable tout au long de l'année, au développement parasitaire. Ainsi, les ovins de cette région avaient un polyparasitisme digestif peu influencé par les saisons et dominé par les strongles, notamment *T. colubriformis* et *H. contortus*. Le parasitisme était d'intensité modérée et ne justifiait pas le traitement de masse des troupeaux dans les élevages de type extensif. Le traitement individuel des animaux fortement infectés aurait pu être envisagé. Pour les ovins des élevages intensif ou semi-intensif, où la pression d'infection peut être plus forte, deux traitements par an pourraient se justifier afin de réduire la charge parasitaire. L'évaluation de plusieurs types de programmes de prophylaxie médicale demeure néanmoins nécessaire pour établir un calendrier optimal.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AGYEI A.D., SAPONG D., PROBERT A.J., 1991. Periparturient rise in faecal nematode egg counts in West African dwarf sheep in Southern Ghana in the absence of arrested strongyle larvae. *Vet. Parasitol.*, **39**: 79-88.
2. ANKERS P., FOFANA S., BIAYE A., 1997. Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins, ovins et caprins en Guinée maritime, République de Guinée. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 111-116.
3. ASANJI M.F., 1988. Haemonchosis in sheep and goats in Sierra Leone. *J. Helminthol.*, **62**: 243-249.
4. ASSOKU R.K.G., 1981. Studies of parasitic helminths of sheep and goats in Ghana. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **29**: 1-10.
5. BOERSEMA J.H., PANDEY V.S., 1997. Anthelmintic resistance of trichostrongylids in sheep in the highveld of Zimbabwe. *Vet. Parasitol.*, **68**: 383-388.
6. BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 321-326.
7. DOMENECH J., FORMENTY P., YAO BOUAFFO H., N'DEPO A.E., OUATTARA M., COUACY-HYMANN E., 1992. La pathologie ovine dans le Sud forestier de la Côte d'Ivoire. Abidjan, Côte d'Ivoire, Ministère de l'Agriculture et des ressources animales, 276 p.
8. FABIYI J.P., 1987. Production losses and control of helminths in ruminants of tropical regions. *Int. J. Parasitol.*, **17**: 435-442.
9. FAKAE B.B., 1990. Seasonal changes and hypobiosis in *Haemonchus contortus* infection in the West African dwarf sheep and goats in the Nigerian derived savanna. *Vet. Parasitol.*, **36**: 123-130.
10. FAKAE B.B., 1990. The epidemiology of helminthosis in small ruminants under the traditional husbandry system in Eastern Nigeria. *Vet. Res. Commun.*, **14**: 381-391.
11. FAKAE B.B., CHIEJINA S.N., 1993. The prevalence of concurrent trypanosome and gastro-intestinal nematode infections in West African dwarf sheep and goats in Nsukka area of Eastern Nigeria. *Vet. Parasitol.*, **49**: 313-318.
12. FRITSCHÉ T., KAUFMANN J., PFISTER K., 1993. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastro-intestinal nematodes of small ruminants in The Gambia. *Vet. Parasitol.*, **49**: 271-283.
13. GOOSSENS B., OSAER S., KORA S., JAITNER J., NDAO M., GEERTS S., 1997. The interaction of *Trypanosoma congolense* and *Haemonchus contortus* in Djallonké sheep. *Int. J. Parasitol.*, **27**: 1579-1584.
14. GORDON H.M., WHITLOCK H.V., 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J. Counc. sci. ind. Res. Aust.*, **10**: 50-52.
15. JACQUIET P., CABARET J., COLAS F., DIA M.L., CHEIKH D., THIAM A., 1992. Helminths of sheep and goats in desert areas of South-West Mauritania (Trarza). *Vet. Res. Commun.*, **16**: 437-444.
16. JACQUIET P., COLAS F., CABARET J., DIA M.L., CHEIKH D., THIAM A., 1995. Dry areas: an example of seasonal evolution of helminth infection of sheep and goats in Southern Mauritania. *Vet. Parasitol.*, **56**: 137-148.
17. Manual of veterinary parasitological laboratory techniques. Reference book 418, 3rd ed., 1986. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London, UK, HMSO, 160 p.
18. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
19. NDAMUKONG K.J.N., SEWELL M.M.H., 1992. Resistance to benzimidazole anthelmintics by trichostrongyles in sheep and goats in North-West Cameroon. *Vet. Parasitol.*, **41**: 335-339.
20. NDAO M., BELOT J., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des helminthoses gastro-intestinales des petits ruminants dans la zone sylvo-pastorale au Sénégal. *Vet. Res.*, **26** : 132-139.
21. NDAO M., PANDEY V.S., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Helminth parasites and hypobiosis of nematodes in N'Dama cattle during the dry season in The Gambia. *Vet. Parasitol.*, **60**: 161-166.

22. NWOSU C.O., SRIVASTAVA G.C., 1993. Liver fluke infections in livestock in Borno State, Nigeria. *Vet. Q.*, **15**: 182-183.
23. OKAFOR F.C., 1987. Nematode parasites of goats and sheep in the Imo State, Nigeria. *Beitr. Trop. Landwirtschaft-Veterinarmed*, **25**: 453-457.
24. ONYALI I.O., ONWULIRI C.O.E., AJAYI J.A., 1989. *Strongyloides papillosus* infestations of lambs in Plateau State of Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 223-226.
25. OUEDRAOGO A., OUATTARA L., KAUFMANN J., PFISTER K., 1992. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux des ruminants au Burkina Faso : spectre, fréquences et variations saisonnières. In : 7<sup>e</sup> Conf. AIMVT, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 14-18 septembre 1992, p. 749-750.
26. TEMBELY S., 1986. An abattoir survey of gastro-intestinal helminth parasites in cattle, sheep and goats in Mali (West Africa). PhD Dissertation, Graduate College of Texas A&M University, College Station, TX, USA, 116 p.
27. THYS E., VERCRUYSSSE J., 1990. Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d'Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux ? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 187-191.
28. VASSILIADES G., 1989. L'œstrose des petits ruminants au Sénégal. Note préliminaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 421-422.
29. WALLER P.J., DASH K.M., BARGER I.A., LE JAMBRE L.F., PLANT J., 1995. Anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep: learning from the Australian experience. *Vet. Rec.*, **136**: 411-413.
30. ZINSSTAG J., ANKERS P., MBAKE M., CLIFFORD D., 1994. Recherche appliquée dans la coopération au développement. Le Projet helminthoses de l'Université de Berne en Gambie (Afrique de l'Ouest), pour une amélioration de la productivité du bétail. *Revue suisse Agric.*, **26** : 115-120.
31. ZINSSTAG J., PFISTER K., 1994. Workshop summary: Strategies and economics of parasite control in Africa. *Vet. Parasitol.*, **54**: 309-311.

Reçu le 14.9.98, accepté le 11.3.99

### Summary

**Komoin-Oka C., Zinsstag J., Pandey V.S., Fofana F., N'Depo A.** Epidemiology of parasites of sheep in the Southern-forest zone of Côte d'Ivoire

An epidemiological study of parasites of Djallonke sheep was carried out in the Southern-forest zone of Côte d'Ivoire, where the climate is tropical. Six sheep were necropsied every month for two years, from August 1994 to July 1996 (n = 145). The parasite spectrum comprised nine species of nematodes, which were, in decreasing order of prevalence, *Trichostrongylus colubriformis* (89.7%), *Haemonchus contortus* (84.1%), *Strongyloides papillosus* (49.7%), *Cooperia curticei* (42.1%), *Oesophagostomum columbianum* (25.5%), *Gaigeria pachyscelis* (20.2%), *Trichostrongylus axei* (11.7%), *Trichuris globulosa* (11.7%) and *Bunostomum trigonocephalum* (2.1%). It also comprised three cestodes (*Moniezia benedeni*, *M. expansa* and *Cysticercus tenuicollis*) and three trematodes (*Paramphistomum* spp., *Dicrocoelium hospes* and *Fasciola gigantica*). The other parasites observed during the study were coccidia, microfilaria, protozoa (*Babesia ovis*, *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* and *T. vivax*) and *Oestrus ovis*. Seasonal variations in the parasitism were observed, but there was no hypobiosis. Parasite burdens and helminth-egg excretion were moderate throughout the year. Animals under one year of age and males were more infected than other sheep. Prophylactic measures are suggested.

**Key words:** Djallonke sheep - Helminth - Disease control - Tropical forest - Côte d'Ivoire.

### Resumen

**Komoin-Oka C., Zinsstag J., Pandey V.S., Fofana F., N'Depo A.** Epidemiología de los parásitos de los ovinos en la zona forestal sur de Côte d'Ivoire

Se llevó a cabo un estudio epidemiológico del parasitismo en los ovinos de la raza Djallonké en la zona forestal sur de Côte d'Ivoire, la cual beneficia de un clima tropical. Cada mes y durante dos años, se realizaron autopsias en seis corderos, de agosto 1994 a julio 1996 (n = 145). La fauna parasitaria mostró nueve especies de nematodos, en el siguiente orden de prevalencia: *Trichostrongylus colubriformis* (89,7%), *Haemonchus contortus* (84,1%), *Strongyloides papillosus* (49,7%), *Cooperia curticei* (42,1%), *Oesophagostomum columbianum* (25,5%), *Gaigeria pachyscelis* (20,2%), *Trichostrongylus axei* (11,7%), *Trichuris globulosa* (11,7%) y *Bunostomum trigonocephalum* (2,1%). Se observaron igualmente tres céstodos (*Moniezia benedeni*, *M. expansa* y *Cysticercus tenuicollis*) y tres trematodos (*Paramphistomum* spp., *Dicrocoelium hospes* y *Fasciola gigantica*). Los otros parásitos observados durante el estudio fueron coccidios, microfilarias, protozoarios (*Babesia ovis*, *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* y *T. vivax*) y estros (*Oestrus ovis*). Las variaciones estacionales del parasitismo fueron evidentes, pero sin hypobiosis larval. A lo largo del año, las intensidades parasitarias y la excreción de huevos de helmintos fueron moderadas. Los animales de menos de un año de edad y los machos tuvieron intensidades más elevadas que los otros ovinos. Se propone un esquema de profilaxis anti-parasitaria.

**Palabras clave:** Ovino Djallonke - Helminto - Control de enfermedades - Bosque tropical - Côte d'Ivoire.

# L'œstrose ovine au Niger : enquête de prévalence et traitement par le closantel

R. Tibayrenc<sup>1</sup> B. Roua<sup>1</sup> R. Moumouni<sup>1</sup>  
D. Garba<sup>1</sup> O. Alassane<sup>1</sup> Ph. Dorchies<sup>2\*</sup>

## Mots-clés

Ovin - *Oestrus ovis* - Morbidité - Anthelminthique - Niger.

## Résumé

Une enquête de prévalence a été réalisée à l'abattoir de Niamey, Niger, entre janvier et décembre 1996. Sur les 95 têtes examinées, 63 (66,3 p. 100) étaient parasitées par *Oestrus ovis*. Le pourcentage d'infestation était de 20 à 50 p. 100 au cœur de la saison sèche de mars à juin avec moins de deux larves par tête. Pendant et après la saison des pluies, de juillet à février, le pourcentage d'infestation était de 70 à 100 p. 100, avec jusqu'à 23 larves par porteur en octobre à la fin de la saison des pluies. Aucune hypobiose larvaire n'a été observée bien que l'évolution parasitaire se soit arrêtée pendant la saison chaude et sèche de mars à juin, période durant laquelle de faibles populations résiduelles de larves 2 (L2) ont été présentes. Un essai de traitement avec du closantel, administré par voie orale deux fois à deux mois d'intervalle en période infestante, a été mené en milieu villageois. Deux lots de 49 moutons ont été traités avec des formulations liquides orales, l'une contenant du mébendazole seul (lot témoin), l'autre associant closantel et mébendazole (lot traité). Le gain de poids et, surtout, l'amélioration clinique du lot ayant reçu le closantel étaient significativement différents de ceux du lot témoin (traitement anthelminthique simple). L'intérêt économique du traitement est discuté.

## ■ INTRODUCTION

L'œstrose ovine, myiase cavitaire des premières voies respiratoires due à la larve d'*Oestrus ovis*, est une parasitose répandue dans toutes les régions d'élevage ovin. Au Niger, la maladie est perçue comme une contrariété inévitable dans les conditions d'élevage villageois traditionnel. La maladie est identifiée dans toutes les langues vernaculaires du pays, ce qui démontre son ubiquité. En raison de sa banalité, l'impact de l'œstrose est certainement sous-estimé. L'œstrose est parfois aussi une zoonose. La relation entre les désagréments oculaires chez l'homme et la mouche « qui attaque les moutons » est connue. Les « guérisseuses Orl » traditionnelles pratiquent couramment l'extraction des larves de l'œil des patients avec la pointe de la langue.

Il est difficile de déterminer la part qui revient à l'œstrose dans le mauvais état général qui prévaut dans les troupeaux ovins : les

animaux sont sujets à de nombreuses parasitoses digestives où prédominent strongyloses gastro-intestinales, coccidiose et cestodoses, comme partout en Afrique (14).

Dans le contexte nigérien, il a paru intéressant de faire une enquête de prévalence à l'abattoir pour mieux cerner la cinétique annuelle des larves, et de conduire une expérimentation en milieu rural pour évaluer, dans les conditions de la pratique, l'amélioration des performances et de l'état sanitaire d'un troupeau de moutons soumis à un traitement œsticide.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Une étude de prévalence par la recherche de larves dans les têtes de moutons abattus à l'abattoir de Niamey et un essai de traitement dans un village situé à 135 km de la capitale ont été menés en parallèle.

### *Etude de la prévalence*

Deux fois par mois, quand cela était possible, de janvier à décembre 1996, cinq têtes de moutons ont été achetées à des bouchers de l'abattoir de Niamey. La provenance des animaux n'a pas pu être connue. Après ouverture, les larves ont été recherchées, selon un protocole validé (13), dénombrées et identifiées (15).

1. Labocel, BP 485, Niamey, Niger

2. Laboratoire de parasitologie, Ura/Inra œstrose ovine, Ecole nationale vétérinaire, 31076 Toulouse, France

Tél. : 05 61 19 38 71 ; fax : 05 61 19 39 44

E-mail : p.dorchies@envt.fr

\* Auteur pour la correspondance

## Essai de traitement en troupeau villageois

### Site expérimental

L'essai s'est déroulé à Fandou, village situé à 135 km au nord-est de Niamey. Les villageois avaient formulé une demande de produits œsticides en octobre 1994. Des prélèvements sanguins effectués en mars 1995 dans la région avaient confirmé une forte prévalence de l'affection : 96,4 p. 100 des 28 échantillons testés étaient positifs avec un titre d'anticorps en Elisa élevé.

Le village de Fandou est situé entre les deux bras du dallol Bosso (les dallols sont des affluents temporaires du fleuve Niger, équivalents des oueds en Afrique du Nord). La pluviométrie annuelle est environ de 350 à 400 mm. L'élevage est très développé dans la région. L'existence de sous-produits agricoles facilite l'embouche bovine et ovine en plus de l'élevage traditionnel. D'une manière générale, les petits ruminants circulent librement dans le village, se nourrissant de résidus domestiques pendant la saison sèche avec parfois une complémentation (barbotages de son, feuilles d'acacia). En saison des pluies, ils sont gardés sur les plateaux impropres aux cultures à quelques kilomètres du village.

### Protocole de traitement

Dans le troupeau villageois, 98 moutons de race Bali-Bali ont été sélectionnés au hasard. Une moitié a été affectée au lot traité et l'autre a constitué le lot témoin. D'après les études faites au Burkina Faso (3), les taux d'infestation œstriens sont maximums pendant la première moitié de la saison sèche, d'octobre à janvier, l'activité des mouches étant minimale en août. En fonction de ces données, il a été décidé d'administrer un premier traitement avec le closantel au début de la saison sèche (première quinzaine d'octobre) pour détruire les parasites présents et bénéficier de l'effet résiduel de la molécule qui se prolonge 6 à 8 semaines après traitement (5, 6). Un second traitement a été pratiqué en saison sèche froide (deuxième quinzaine de décembre), pour couvrir les risques de réinfestation. A chaque échéance, pour éviter le biais introduit par l'activité du closantel sur les nématodes et, en particulier, sur *Haemonchus contortus* (7) les deux lots ont été traités avec du mébendazole.

Concrètement, le lot traité a reçu un mélange contenant du closantel et du mébendazole (Supaverm ND, solution orale, laboratoire Janssen). Le lot témoin n'a reçu que le mébendazole (Multispec ND, solution orale, laboratoire Janssen).

### Protocole de suivi des animaux

Une fois par mois, d'octobre 1995 à février 1996, un examen clinique individuel a permis d'apprécier les manifestations cliniques grâce à une échelle d'évaluation du jetage (tableau I). L'hématocrite

a été mesuré sur le sang récolté en vacutainer/Edta puis centrifugé en tubes capillaires à microhématocrite. Des prélèvements individuels de matières fécales ont été faits et les coproscopies réalisées selon la méthode de Stoll. Le même jour et, ultérieurement, tous les mois également jusqu'en avril 1996, tous les moutons ont été pesés.

A quatre reprises au cours du suivi, en octobre 1995, janvier, février et avril 1996, du sang a été récolté en vacutainer afin de recueillir et de congeler les sérums soumis ensuite aux tests Elisa spécifiques de l'œstrose (12).

Enfin, avant le premier traitement en octobre 1995, quatre animaux choisis au hasard ont été sacrifiés pour que des autopsies parasitologiques soient effectuées. Ultérieurement, d'autres autopsies ont été pratiquées : deux mois plus tard, le 17 décembre 1995, sur quatre sujets témoins et quatre traités et, quatre mois plus tard, le 18 février 1996, sur trois sujets de chaque lot.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Enquête de prévalence

Le tableau II récapitule les résultats de recherche de larves sur 95 animaux parmi lesquels 66,3 p. 100 étaient infestés. La prévalence globale a été moins élevée que ce que le sondage Elisa préalable avait révélé. Les pourcentages d'infestation ont varié selon les mois : 20 à 50 p. 100 des têtes ont été parasitées à la fin de la saison sèche et 70 à 100 p. 100 l'ont été pendant et après la saison des pluies (figure 1). La figure 2 montre les charges parasitaires globales mensuelles.

Aucune larve 1 (L1) n'a été présente, ni en avril, ni en mai et ni en juin, ce qui indiquait que les mouches adultes n'étaient pas actives dans le milieu extérieur. Ces mois, correspondant à la période des grandes chaleurs et de la sécheresse, n'ont pas favorisé l'éclosion. Au cours de cette période les charges parasitaires ont été extrêmement réduites : de 1 à 1,3 larves chez 20 à 60 p. 100 des moutons. En avril, en mai et en juin, le seul stade rencontré a été celui des L2. Cette constatation va à l'encontre de celle faite dans les autres pays où la survie pendant la mauvaise saison (froide ou chaude et sèche) est assurée par une accumulation de L1 en hypobiose. Il faut cependant faire certaines réserves puisqu'en avril et en mai 20 p. 100 des sujets (c'est-à-dire une des cinq têtes chaque mois) n'hébergeaient qu'une L2. En mars la moyenne était de 1,3 L2 pour trois des cinq têtes examinées.

Les larves 1 sont réapparues en juillet, période pendant laquelle la prévalence est passée de 20 à 70 p. 100 avec une charge larvaire

Tableau I

Appréciation des signes cliniques d'après Alzieu et coll., 1994, *Point vét.*

Note	Description des symptômes	Type de jetage
0	Aucun trouble en rapport avec l'œstrose	Bout du nez normal
1	Naseaux humides avec écoulement liquide plus ou moins abondant	Jetage séreux
2	Epaississement du jetage qui est mal lié et qui colle à l'orifice des naseaux	Jetage séro-muqueux
3	Jetage plus épais	Jetage muqueux
4	Jetage très épais	Jetage très muqueux
5	Jetage très épais, obstrue les naseaux, provoque des difficultés respiratoires	Jetage muco-purulent

Tableau II  
Récapitulation des résultats de l'abattoir

	Nb. de moutons	Taux de prévalence (%)	Nb. moyen de larves par porteur	Moy. de L1 par porteur *	Moy. de L2 par porteur *	Moy. de L3 par porteur *
Janvier	10	100	7	1,5	1,5	6,5
Février	5	100	1,6	1	2	2
Mars	10	50	1,8	1	2	1
Avril	5	60	1,3	0	1,3	0
Mai	5	20	1	0	1	0
Juin	5	20	1	0	1	0
Juillet	10	70	2,7	3	1,3	2
Août	10	70	2,1	1	2	2,3
Septembre	10	60	13,3	7,6	3,6	4
Octobre	10	80	23	14,9	4,8	3,4
Novembre	10	80	17,8	15,9	2,4	3,2
Décembre	10	70	10,6	4,4	3,2	3

\* Degré d'infestation



Figure 1 : taux de prévalence mensuels globaux.

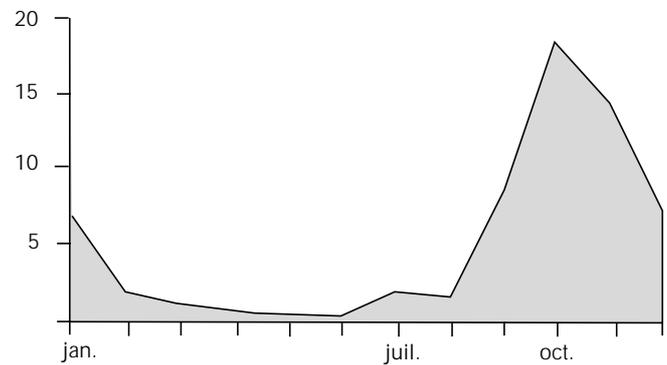


Figure 2 : degrés d'infestation mensuels globaux.

encore basse. Le cycle évolutif a repris dès ce moment-là puisque les pourcentages des trois stades larvaires étaient équilibrés, montrant qu'il n'y avait aucun retard dans l'évolution. Cette situation s'est maintenue pendant le mois d'août, mais de septembre à janvier les populations parasitaires ont été très fortes, atteignant 23 larves par tête en octobre. Dans le même temps, la prévalence a atteint et s'est maintenue à 100 p. 100 en janvier et en février. La pression parasitaire a abouti à une diminution très nette des charges larvaires à partir de janvier, en conséquence du développement de l'immunité - on sait que celle-ci se traduit en particulier par une diminution importante du nombre de L1.

Les résultats obtenus dans d'autres pays sahéliens comme le Sénégal (10, 11) et le Burkina Faso (3) confirment les observations de cette étude. Cependant, au Niger, aucune hypobiose n'a réellement été observée : seules quelques rares L2 ont survécu. Il est possible que la survie des parasites soit assurée par un allongement de la période de pupaison comme le suggèrent Biggs et coll. (4) ainsi que les observations faites sur *Rhinoestrus usbekistanicus* au Niger (résultats non publiés) : aucune larve n'a été trouvée chez l'âne pendant la saison sèche. La survie ne peut être qu'en relation avec celle des pupes à l'extérieur. Les parasites adultes seraient actifs de juillet à mars et tout particulièrement de septembre à décembre, période durant laquelle les générations parasitaires se succèderaient.

Avec l'augmentation de la température, la fréquence des infestations diminue. Les éleveurs signalent qu'à partir de ce moment-là les moutons ne se déplacent plus avec les naseaux près du sol comme ils le font durant les périodes de grande activité des mouches adultes.

### Effet du traitement en troupeau villageois

Les traitements ont été bien tolérés par les animaux et bien acceptés par les éleveurs qui ont remarqué une certaine différence entre les deux groupes de traitement. Le jetage et la gêne occasionnés par l'œstrose leur sont apparus comme atténués par l'un des deux traitements.

### Activité antiparasitaire

Les autopsies réalisées au début de l'essai ont révélé une faible population d'*Oestrus*, sur deux des quatre témoins, ainsi que des *Haemonchus contortus*, en nombres variables comme à l'accoutumée en milieu sahélien (9). Seuls ces deux parasites ont été dénombrés au cours des bilans parasitaires bien que les moutons hébergeaient aussi des paramphistomes, *Trichostrongylus* spp. en grand nombre et de faibles charges d'*Oesophagostomum* spp. Au cours des autopsies réalisées deux et quatre mois après le premier traitement, des larves d'*Oestrus ovis* ont été trouvées ainsi que

quelques paramphistomes (seulement à l'abattage de décembre), des nodules d'*Oesophagostomum columbianum* et des *Stilesia*. Les résultats pour *Oestrus* et pour *Haemonchus contortus* sont rassemblés au tableau III. Le petit nombre d'animaux et les faibles populations parasitaires ne permettent pas d'exploitation statistique des résultats mais autorisent cependant quelques remarques.

#### ■ Activité sur *Oestrus ovis*

##### - Bilan parasitaire

Bien que l'enquête de prévalence ait révélé qu'au mois d'octobre les populations d'œstres étaient élevées et la prévalence forte, dans le troupeau soumis à l'essai ces valeurs étaient très faibles. Il est possible que des traitements traditionnels ou médicamenteux aient été appliqués, avant l'intervention des auteurs ou dans les années précédentes, diminuant ainsi la pression parasitaire bien que des manifestations cliniques caractéristiques aient été observées. On sait qu'elles sont souvent en relation avec des manifestations allergiques de réinfestation et ne sont pas forcément corrélées à la charge parasitaire.

Les résultats d'efficacité antiparasitaire sont difficilement exploitables. Il y a eu, certes, une diminution du nombre de larves d'œstres de 87,5 p. 100 entre octobre et décembre chez les traités mais, dans le même temps, la diminution a été de 62,5 p. 100 chez les témoins. Cette élimination spontanée des parasites pouvait

résulter de l'amélioration des réactions immunitaires après le traitement au mébendazole. Il y avait aussi l'influence de l'immunité spécifique acquise par les moutons dont on sait qu'elle contribue à une limitation des populations parasitaires. Si l'efficacité du closantel est calculée par rapport au lot témoin non traité, elle est de 66,6 p. 100, ce qui est inférieur aux performances habituelles de la molécule. Le closantel étant normalement lié aux protéines plasmatiques, son activité résiduelle peut être diminuée sous les tropiques chez des moutons dont l'état de santé n'est pas excellent. Les taux d'hématocrites relevés au tableau IV en sont un élément de confirmation. Dans les conditions d'expérimentation européennes, le closantel a montré une activité résiduelle de six à huit semaines (5), alors que les autopsies au cours de cet essai ont été faites deux mois après le traitement, ce qui était peut-être trop long. L'activité protectrice du closantel, bien qu'inférieure à l'efficacité généralement obtenue, a cependant été de 66,6 p. 100 deux mois après le traitement dans les conditions de l'élevage nigérien.

##### - Sérologie

L'activité antiparasitaire a aussi été démontrée par le suivi sérologique (tableau V). Au départ, les prévalences et taux d'anticorps en Elisa étaient identiques pour les deux lots qui étaient par conséquent homogènes. En janvier et en février, la prévalence et, surtout, les taux d'anticorps étaient significativement moins élevés dans le lot traité avec une augmentation de l'écart en janvier et en février.

Tableau III

Résultats des bilans parasitaires

Date	Lot et n°	<i>O. ovis</i> L1	<i>O. ovis</i> L2	<i>O. ovis</i> L3	<i>O. ovis</i> total	<i>H. contortus</i>
Octobre (avant traitement)	1	0	0	0	0	13
	2	0	0	0	0	2 007
	3	0	8	15	23	35
	4	0	1	0	1	0
	Moyenne	0	2	3,75	6	513,75
17/12/96	<b>Traité</b>					
	5	0	0	0	0	0
	9	1	0	0	1	0
	11	0	2	0	2	0
	12	0	0	0	0	0
	Moyenne	0,25	0,5	0	0,75	0
	<b>Témoin</b>					
	14	0	1	3	4	0
	16	0	1	2	3	0
	18	0	0	0	0	0
19	0	2	0	2	0	
Moyenne	0	1	1,25	2,25	0	
18/02/97	<b>Traité</b>					
	6	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0
	41	0	0	0	0	0
	Moyenne	0	0	0	0	0
	<b>Témoin</b>					
	13	0	0	0	0	0
	17	0	0	1	1	2
	20	0	0	0	0	0
	Moyenne	0	0	0,33	0,33	0,66

Tableau IV

Résultats des pesées, des taux d'hématocrite et appréciation du jetage

	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril
<b>Poids en kg</b>							
Traité	33,38	37,94	41,58	41,38	39,67	40,58	39,9
Témoin	31,70	35,00	38,63	37,96	37,69	37,63	40,10
Ecart réduit *	-1,22	-1,95	-1,94	-2,31	-1,27	-1,90	0,10
<b>Jetage</b>							
Traité	1,91	0,44	0,80	0,28	0,20	-	-
Témoin	1,20	1,20	1,93	1,97	1,79	-	-
Ecart réduit *	-2,25	3,75	4,12	9,76	7,95	-	-
<b>Hématocrite</b>							
Traité	26,81	34,97	34,77	35,53	30,66	-	-
Témoin	29,51	34,66	35,06	37,26	31,89	-	-
Ecart réduit *	2,37	-0,41	0,25	1,68	1,76	-	-

\* Seuil de signification :  $\epsilon = 1,96$ 

Tableau V

Résultats sérologiques Elisa

	Prélèvement du 24/10/95	Prélèvement du 24/01/96	Prélèvement du 27/02/96	Prélèvement du 18/04/96
<b>Lot traité</b>				
Total de l'effectif	48	42	39	20
Nb. de positifs	48	40	33	17
% de positifs	100	95,24	84,62	85
% moyen (DO) des Elisa +	148,50	77,78	59,39	90,41
<b>Lot témoin</b>				
Total de l'effectif	16	43	37	28
Nb. de positifs	16	42	36	27
% de positifs	100	97,67	97,30	96,42
% moyen (DO) des Elisa +	140,06	127,98	105,58	91,93
<b>Ecart-type</b>				
$\epsilon$	-0,47	5,07	9,57	0,10

Le contrôle effectué en avril montre une égalité des pourcentages moyens des Elisa en termes de densité optique. Le pourcentage d'animaux positifs dans le lot témoin est resté voisin de 100 durant tout l'essai, alors qu'il est descendu aux alentours de 85 dans le lot traité. La baisse (très progressive) des taux d'anticorps du lot témoin s'explique par la diminution saisonnière de la prévalence de la myiase. En revanche, la remontée du taux d'anticorps du lot traité le dernier mois ne s'explique pas.

- Efficacité appréciée par l'examen clinique

Globalement, avant le traitement le jetage a été significativement plus marqué dans le lot qui fut ensuite traité au closantel. La comparaison statistique des moyennes mensuelles entre le lot traité et

le lot témoin (calcul de l'écart réduit) figurant au tableau IV montre les différences significatives enregistrées à la suite des traitements. L'amélioration a été très rapide dans le mois qui a suivi le traitement, comme cela avait déjà été observé en France (5). A partir du moment où les populations de mouches adultes ont diminué, en janvier et février, les indices moyens ont été compris entre 0,28 et 0,20. En revanche, chez les témoins durant la même période, l'indice a été de 1,79 à 1,97, correspondant à un jetage séro-muqueux, condition éminemment favorable à l'accumulation de poussières pendant cette saison sèche et de plus en plus chaude, rendant les conditions de respiration du mouton extrêmement difficiles. Cet état favorise également l'apparition de surinfections bactériennes (1), d'abcès pulmonaires (8) et rend difficiles la prise alimentaire et la rumination.

### ■ Activité sur *Haemonchus contortus*

Les coproscopies réalisées avant le premier traitement avaient révélé en moyenne sur 49 sujets pris au hasard 457 œufs de strongles gastro-intestinaux, 67 de *Strongyloides* et 51 oocystes de coccidies par gramme de matières fécales. Les examens ultérieurs n'ont toujours montré qu'un petit nombre de coccidies. Aucun œuf d'helminthe n'a été trouvé dans aucun des deux lots après le premier traitement ce qui permet d'attribuer, sans risque d'erreur majeure, les différences pondérales entre les deux lots à l'effet néfaste d'*Oestrus ovis*.

### Suivi pondéral, hématoците

Au début de l'essai, il n'y a pas eu de différences de poids significatives bien que le lot traité au closantel ait été un peu plus lourd. Dès le mois de novembre et jusqu'en janvier puis en mars, le gain de poids a été significativement supérieur dans le lot traité au closantel (tableau IV).

La différence des taux d'hématoците n'a été significative qu'en octobre avant le traitement : la disparition des *Haemonchus contortus* dans les deux lots explique que les différences disparaissent ultérieurement.

### Discussion générale

Les résultats obtenus sur un troupeau de moutons traités au closantel contre l'œstrose sont intéressants : une amélioration clinique évidente et un gain de poids appréciable quoique irrégulier ont pu être observés. Les éleveurs de Zouragan ont manifesté une vive satisfaction vis-à-vis de l'évolution de l'état général et de l'embonpoint, dans l'ensemble, des animaux traités comme témoins. Il est certain qu'à leur niveau la différence entre les animaux traités contre l'œstrose et les non traités n'évoque rien lorsqu'elle est exprimée en termes statistiques.

Le traitement antiparasitaire systématique des troupeaux de moutons n'est pas encore entré dans les habitudes des éleveurs, bien que la recherche d'une rentabilité économique soit à l'ébauche, comme cela est le cas dans la région de Fandou-Baléyara. En effet, sous l'impulsion du projet de Gestion des terroirs, projet à terme, l'élevage devrait évoluer et la recherche de l'engraissement et de la qualité est déjà sensible à certaines époques (Tabaski). Le déparasitage devient envisageable, car la valeur économique du mouton tend à augmenter, en particulier en période de fête. Le choix d'un produit antiparasitaire associant œstricide et anthelminthique, par rapport à l'anthelminthique seul, est justifié dans la mesure où les coûts ne sont pas trop différents.

### ■ CONCLUSION

L'enquête de prévalence et l'essai de traitement œstricide en élevage ovin traditionnel a mis en évidence les éléments suivants :

- la prévalence de l'œstrose ovine est importante dans la région considérée, comme elle l'est aussi sur de vastes régions du territoire nigérien ;
- la myiase occasionne une nuisance considérable au niveau respiratoire qui se traduit par des signes cliniques évidents ;
- le traitement qui associe œstricide et anthelminthique procure des effets appréciables, confirmés par l'analyse statistique, en termes de gain de poids et d'amélioration de l'état général. Ces effets sont très bien perçus par les éleveurs.

### Remerciements

Ce travail a été soutenu financièrement par le laboratoire Janssen Santé animale, France. Les auteurs remercient Monsieur Patrick Sorin et le Docteur J. Ph. Collet de leur aide.

### BIBLIOGRAPHIE

1. AKAKPO A.J., BORNAREL P., PANGUI L.J., SARRADIN P., 1993. L'œstrose ovine et le portage bactérien chez les moutons sains du Sénégal. *Revue Méd. vét.*, **144** : 331-334.
2. ALZIEU J.P., DORCHIES PH., DONAT F., CHIARISOLI O., 1994. Données nouvelles sur l'épidémiologie de l'œstrose ovine et sa prévention par le closantel. *Point vét.*, **26** : 63-69.
3. BELEM A.M.G., ROUILLE D., 1988. Œstrose des petits ruminants au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41** : 59-64.
4. BIGGS H.C., MCCLAIN E., MULLER G.L., ANTHONISSEN M., HARE K.M., 1998. A prediction model for strike in the sheep nasal fly *Oestrus ovis* in Namibia. *Prev. vet. Med.*, **33** : 267-282.
5. DORCHIES PH., ALZIEU J.P., BICHET H., CHIARISOLI O., 1989. Traitement et prévention de l'œstrose ovine par le closantel. *Revue Méd. vét.*, **140** : 1121-1124.
6. DORCHIES PH., ALZIEU J.P., YILMA Y.M., JEANCLAUDE D., CHIARISOLI O., 1992. Prévention de l'œstrose ovine par deux traitements au closantel en cours d'été. Appréciation clinique et parasitologique. *Revue Méd. vét.*, **143** : 451-455.
7. DORCHIES PH., DUCOS DE LAHITTE J., 1988. Etude de l'activité résiduelle du closantel sur *Haemonchus contortus* chez l'agneau. *Revue Méd. vét.*, **139** : 529-532.
8. DORCHIES PH., SAVEY J., YILMA J.M., 1993. Prevalence of lung abscesses and interstitial pneumonia in ovine oestrosis. *Vet. Rec.*, **133** : 325.
9. JACQUIET P.H., CABARET J., THIAM E., CHEIKH D., 1998. Host range and the maintenance of *Haemonchus* spp. in an adverse arid climate. *Int. J. Parasitol.*, **26** : 253-261.
10. PANGUI L.J., DORCHIES PH., BELOT J., 1988. Contribution à l'étude épidémiologique de l'œstrose ovine au Sénégal. *Revue Méd. vét.*, **139** : 701-704.
11. VASSILIADES G., 1989. L'œstrose des petits ruminants au Sénégal. Note préliminaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 421-422.
12. YILMA J.M., 1992. Contribution à l'étude de l'épidémiologie, du diagnostic immunologique et de la physiopathologie de l'œstrose ovine (*Oestrus ovis*, Linné 1761). Thèse, Institut national polytechnique, Toulouse, France, 219 p.
13. YILMA J.M., DORCHIES PH., 1991. Epidemiology of *Oestrus ovis* in Southwest France. *Vet. Parasitol.*, **40** : 315-323.
14. ZINSSTAG J., ANKERS P., NDAO M., BONFOH B., PFISTER K., 1998. Multiparasitism, production and economics in domestic animals in sub-Saharan West Africa. *Parasitol. Today*, **14** : 46-49.
15. ZUMPT F., 1965. Myiasis in man and animals in the Old World. London, UK, Butterworths, 267 p.

Reçu le 17.6.97, accepté le 20.4.99

## Summary

Tibayrenc R., Roua B., Moumouni R., Garba D., Alassane O., Dorchies Ph. *Oestrus ovis* infection in Niger: prevalence survey and closantel treatment

A prevalence survey was performed between January and December 1996 at Niamey slaughterhouse (Niger). Of the 95 sheep heads examined 63 (66.3%) were infected with *Oestrus ovis*. From March to June, in the height of the hot and dry season, the infection rate was 20-50% with less than two larvae per head. From July to February, during and after the rainy season, the infection rate was 70-100% with up to 23 larvae per head in October at the end of the rainy season. There was no evidence of larval hypobiosis although parasite development stopped in March-June, during the hot and dry season, when very few residual larvae 2 (L2) were recovered. In a trial carried out in a traditional sheep flock, closantel was administered orally twice, at two-months' interval, during the infestation period. Two groups of 49 sheep were treated with drench formulations. The control group was drenched with mebendazole only, and the treated group with a combination of closantel and mebendazole. Weight gain and especially improvement in the clinical condition of the closantel-treated group were significantly different from those of the control group (single anthelmintic treatment). The economic advantages of this approach are discussed.

**Key words:** Sheep - *Oestrus ovis* - Morbidity - Anthelmintics - Niger.

## Resumen

Tibayrenc R., Roua B., Moumouni R., Garba D., Alassane O., Dorchies Ph. Oestrosis ovina en Niger: encuesta de la prevalencia y tratamiento con closantel

Entre enero y diciembre 1996, se llevó a cabo una encuesta de la prevalencia, realizada en el matadero de Niamey, Niger. De las 95 cabezas examinadas, 63 (66,3%) estaban parasitadas por *Oestrus ovis*. El porcentaje de infestación fue de 20 a 50% en el pico de la estación seca de marzo a junio, con menos de dos larvas por cabeza. Durante y después de la estación lluviosa, de julio a febrero, el porcentaje de infestación fue de 70 a 100%, con hasta 23 larvas por portador en octubre, al final de la estación de las lluvias. No se observó ninguna hipobiosis larval, a pesar de que la evolución parasitaria cesó durante la estación caliente y seca, de marzo a junio, período durante el cual sólo estuvieron presentes bajas poblaciones residuales de larvas 2 (L2). Se llevó a cabo, en medio rural, un estudio de tratamiento con closantel, con dos administraciones por vía oral, a dos meses de intervalo en el período infestante. Dos lotes de 49 ovinos fueron tratados con formulas líquidas orales, una conteniendo únicamente mebendazol (lote testigo) y la otra asociando closantel con mebendazol (lote tratado). La ganancia de peso y sobre todo la mejoría clínica del lote que recibió el closantel fueron significativamente diferentes de aquellos del lote testigo (tratamiento antihelmíntico simple). Se discute el interés económico del tratamiento.

**Palabras clave:** Ovino - *Oestrus ovis* - Morbosidad - Anti-helmíntico - Niger.

# Gestion des urgences zoosanitaires



*Revue scientifique et technique*, vol. **18** (1), avril 1999

Cet ouvrage fournit des données importantes sur la gestion des urgences liées aux maladies des animaux terrestres ou aquatiques. Les auteurs présentent des informations essentielles sur cet aspect crucial des responsabilités qui incombent aux services vétérinaires, et décrivent leur propre expérience à cet égard dans des pays membres de l'Office international des épizooties (Oie). C'est pourquoi ce numéro spécial de la *Revue* est appelé à devenir un ouvrage de référence en la matière.

Cet ouvrage se distingue de la plupart des numéros antérieurs de la *Revue scientifique et technique*, par le fait que ses principaux auteurs sont des délégués de pays membres de l'Oie. Ceci témoigne du rôle majeur et des responsabilités en matière de réglementation qui incombent aux directeurs des services vétérinaires en cas d'urgence zoosanitaire. Par conséquent, le présent numéro est plus un guide technique et pratique qu'un recueil classique d'articles scientifiques.

La première partie de cet ouvrage fait le point sur les principes généraux qui servent de cadre à la gestion des urgences zoosanitaires et présente un modèle général de gestion des urgences. Les articles de cette partie développent également des aspects essentiels de cette gestion, tels que les obligations juridiques et internationales, le financement, l'indemnisation et la participation du secteur privé.

Le but de ce numéro est d'inscrire la gestion des urgences dans une perspective internationale. Dans la deuxième partie les questions de la prévention et de la préparation sont donc traitées par pays pour les différentes régions du monde, puisque chacun de ces pays affronte des risques spécifiques. Cette partie présente également le Système de prévention des urgences (Emergency Prevention System : EMPRES) mis en place par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

L'Oie fonctionne et progresse grâce à la collaboration et à l'expérience de ses pays membres. La troisième partie, intitulée « Les leçons de l'expérience » est par conséquent consacrée à des études de cas, avec des contributions d'auteurs ayant eu à gérer des urgences liées à des maladies exotiques.

La quatrième partie, intitulée « Comment faire face à des urgences imprévisibles ou inconnues », apporte quelques éléments de réponse utiles à cette question ; l'expérience de l'un des pays membres de l'Office, à savoir l'Australie, dans la gestion de situations aussi difficiles, est décrite en détail à titre d'exemple.

La cinquième partie de ce numéro traite des urgences liées aux maladies des animaux aquatiques dont l'Oie reconnaît l'importance croissante pour la production alimentaire comme pour les échanges internationaux.

Enfin, la dernière partie est consacrée à la gestion des urgences zoosanitaires en cas de catastrophes naturelles et au rôle que peuvent jouer les vétérinaires dans ce contexte, notamment dans les pays en développement.

1999  
21 x 29,7 cm - 288 p.  
ISSN 0253-1933  
ISBN 92-9044-486-X

Prix unitaire :  
270 FF/45 US\$/40 euros  
(Frais d'envoi par voie aérienne inclus  
pour tous pays)

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

# Yield and composition of fodder banks on the Adamawa plateau of Cameroon

M.B. Enoh <sup>1\*</sup> S. Yonkeu <sup>1</sup> D.P. Pingpoh <sup>1</sup>  
O. Messine <sup>1</sup> N. Maadjou <sup>2</sup>

## Key words

*Brachiaria ruziziensis* - *Stylosanthes guianensis* - Natural pasture - Chemical composition - Cellulase - Digestibility - Yield - Adamawa - Cameroon.

## Summary

In 1991 and 1992 some *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard and *Stylosanthes guianensis* Aubl. cv. FAO 46004 fodder banks were established in the Adamawa province, located on the Adamawa plateau of Cameroon. A preliminary evaluation of their yields, crude protein (CP) and crude fiber (CF) contents revealed interesting results. In November 1996 and February 1997 another evaluation was carried out on some of these banks, and on similarly managed on-station banks. End of growing season yield, CP, CF, acid detergent fiber (ADF), and cellulase digestibility of the organic matter (CDOM) were 2556 kg of dry matter (DM)/ha, 3.74, 34.04, 38.22 and 39.93% for the on-station *Brachiaria* and 2700 kg DM/ha, 4.26, 33.44, 38 and 43.48% for the on-farm *Brachiaria*, respectively. The corresponding values for on-station native pasture fodder banks were 2485 kg DM/ha, 3.28, 38.19, 43.70 and 23.58%, whereas mixed (*Stylosanthes/Brachiaria*) banks had values of 3646 kg DM/ha, 9.33, 39.95, 42.10 and 42.82%, respectively. DM yields and CP of mixed fodder banks and native pasture banks were significantly different ( $P < 0.01$ ). Native pasture banks had significantly lower yields ( $P < 0.05$ ) than *Brachiaria* banks. However, there was a drastic drop in CP and CDOM as well as in the calculated net energy values of their respective hays. Farmers tended to neglect the banks a few years after their creation. It is recommended that livestock farmers try to stick to recommended stocking rates and above all weed out obnoxious species in order to make fodder banks useful to their livestock.

## INTRODUCTION

Fodder banks are areas of pasture that are not utilized during the wet season when there is plenty of feed available, but are saved for times of scarcity (25). They, like crop residues, are reserves of forage which are left in the field until the animals need them. In the Adamawa plateau of Cameroon there is a heavy concentration of cattle in areas of luxuriant growth, which leads

to overgrazing and artificial shortage in a region where there is plenty of feed during the early rainy season. The cattle, however, lose weight and do not even produce enough milk for their young during the dry season (9, 13, 33). Two forages, namely *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard and *Stylosanthes guianensis* Aubl. cv. FAO 46004, have been introduced (among many other plants) successfully on-station in the 1970's and since 1991, on-farm, by the researchers of the Wakwa Center of the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD, formerly called IRZ). *Tripsacum laxum* and *Pennisetum purpureum*, two evergreen forages, succeeded in a similar sub-humid region in the western part of the country (10). However, they did not do well on the plateau as they require lowlands and a higher water table (37).

The Wakwa station is located 8 km south of Ngaoundere, the province main town. This province covers 75% of the Adamawa plateau, which is at an altitude of 900-1300 m. The plateau soils,

1. Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Wakwa Centre, PO Box 65, Ngaoundere, Cameroon

2. Delegation of Livestock, Fisheries and Animal Industries, Ngaoundere, Cameroon

\* Corresponding author's present address: Institute of Animal Science, Humboldt University of Berlin, Philippstr. 13, Haus 9, 10115 Berlin, Germany

Tel.: +49 30 20 93 63 62; Fax: +49 30 20 93 63 70

E-mail: m.enoh@gmx.de

climate, topography and natural conditions with regard to livestock rearing have been previously described (23). In brief, the province has a mean annual temperature of 22°C, 1600-1700 mm of rainfall mainly between April and October, a relative humidity of 40-60%, granitic and basaltic parent rock-based ferralsols, among others, and a sudano-guinean climate type. Grasses of the genera *Hyparrhenia*, *Panicum*, *Setaria* and *Loudetia* dominate natural pastures. The woody savanna is mainly composed of *Lophira* and *Daniella* spp. Livestock rearing is the main occupation of the 500,000 inhabitants who own more than 1.2 million cattle (28% of the national total) (35).

*Brachiaria* and *Stylosanthes* have been shown here and elsewhere to have yields of 5000 and 4600 kg DM/ha, respectively, even on non-fertilized plots (3, 4, 7, 11). These results were, however, obtained on swards that were less than 8 years old, a time when it is advisable to rejuvenate the plot by reploughing it. On the contrary, native pasture yields of 3500 kg DM/ha and less have been obtained from non-fertilized on-station and on-farm plots in the Adamawa (24). The IRAD Wakwa station recommended that a grazing management pattern be applied for these yields to be maintained. For *Brachiaria*, which resists trampling, a 25 to 30-day rest period between grazings under a rainy season stocking rate of 450-500 kg live weight per hectare has to be respected. Preferably, it should also be made into hay during the dry season (5). As for *Stylosanthes*, the FAO 46004 cultivar was the cultivar found to be anthracnose-resistant. However, like the other cultivars, e.g. cv. Schofield, it does not resist prolonged trampling. It remains green year round and should be grazed at a stocking rate of 350 kg live weight/ha and with a 60-day rest period. Its hay suffers from a lot of leaf loss and therefore should not be used as such during the dry season (1, 6, 7, 15). In a similar agroecological zone in Nigeria, 40 lactating zebu cows with 250 kg live weight maintained their milk yield during four months in the dry season (January to April) grazing 1.5 to 2.5 h daily on a 4-ha *Stylosanthes* plot (17). On-station at Wakwa, *Brachiaria* was used to feed the dairy herd, with higher milk yields obtained than when they were grazed on native pastures (26).

The first on-farm fodder bank that was reported on the plateau was established in 1979 (31). It was a *Stylosanthes guianensis* bank. It suffered from neglect and was later invaded by native pasture species. *Brachiaria ruziziensis* was introduced on-farm much later and was much appreciated by the pastoralists who wanted a crop with a high yield and one that could be made into hay when the pasture quality was low. The livestock owners strongly expressed their interest in it during the livestock system survey conducted province-wide in 1988 by a team of IRAD researchers and staff from the local delegations of livestock in all five divisions that make up the province (12).

The IRAD team set up one fodder bank on a cooperating farmer's farmstead at Likok village in July 1991, 50 km NE of Ngaoundere. It was made up of 1.2 ha of *Brachiaria* on one part and 1.5 ha of *Stylosanthes* on the other part of the plot. This was in accordance with the farmer's wishes who did not want a mixed bank or the two fodders established on separate plots. The local farmers were so impressed by this pilot bank that they asked the researchers to establish such banks in their farmsteads as well. They were told to bear some of the set-up cost and provide some labor, e.g. the installation of permanent fencing using *Ficus thonningi* and *Erythrina senegalensis*, the local readily available species commonly utilized for live fencing on the plateau. The pasture section staff of the Ngaoundere Delegation of Livestock was involved in identifying farmers or cooperatives, particularly

dairy cattle owners, that should benefit from the first wave of creation of the banks. The following year, IRAD succeeded in establishing four more 2-forage fodder banks on the plateau. Later on, the Delegation of Livestock, after seeing the results of these banks applied for funding for the creation of dozens more on-farm banks. Indeed, in 1997 there were at least 50 fodder banks in the vicinity of Ngaoundere alone, including the gigantic (over 20 hectares) mixed (*Stylosanthes* and *Brachiaria*) fodder banks of the Ngaoundere milk processing company, SOGELAIT.

The four fodder banks of 1992 were sown in April to May. All the fodder banks were established on basaltic rock substrata. Their yields were often higher than those based on granitic soils on this plateau (26). One of them failed to produce any crop. In retrospect, it came from the difficulties of making a proper seedbed on the undulating terrain on which the farmer insisted the bank should be established. The investment on a proper seedbed has been shown to result in proper seedling emergence, colonization of space, and ensure a good return on the investment (15, 17). The farmer later realized he had made the wrong decision. There was also the absence of a germination test since the viability of the seed was assumed to be good as it came from a "reliable" source. Inorganic fertilizers were used in all cases, the cost being borne by the farmers. Soils here are deficient in nitrogen and phosphorus because of leaching, particularly during the rainy season (19).

The first cuts for the yield and chemical composition of the banks were performed in early November of each year. This corresponds to the end of the rainy season and the beginning of the dry season. In November 1996, a few of them that had been reserved for hay production, as well as similar on-station banks, were sampled. In February 1997, another trip was made on-farm in order to sample the *Brachiaria* and *Stylosanthes* hay crop. Only a few farmers had succeeded in managing the fodders and producing hay as advised. The others, even including the pilot farmers, had been the victims of bushfires that were set to hunt game. However, they did not weed regularly either and were faced with an invasion of native grasses and legumes so that their farms could not be selected.

The present study is based on on-farm as well as on-station fodder banks, from farms typical of the plateau, that were created both by IRAD and the Delegation of Livestock, Ngaoundere, Cameroon. It is an account of the actual situation of the feed available from these banks during the winter (dry season) months.

## ■ MATERIALS AND METHODS

Each plot was ploughed using a disk plough supplied by the staff of the Wakwa research farm. A harrow then reduced the soil to a fine tilth. Seeding was done manually with sorted *Brachiaria* seeds. The seeds were mixed in local readily available drums at a rate of 7 l of seeds to 70 l of soil and sowed in lines 50 cm apart at a depth of 2-3 cm. They were lightly covered with soil afterwards. Ten kilograms of seed were needed per hectare. On another part of the plot, *Stylosanthes* was seeded at a rate of 20 kg/ha in rows 50 cm apart. Scarification was done by immersing the seeds contained in a fertilizer bag 20 to 30 times in hot water at a temperature of 60°C, i.e. for 6-7 min in all, spreading and drying. Sowing was done the same day. *Stylosanthes* seeds were mixed with soil at a rate of 10 kg of seed to 80 kg of soil prior to sowing. Each plot was given a dressing of 250 kg of N-P-K (20-10-10) fertilizer 1.5-2 months after

sowing and a week after weeding. Some farmers, who had earlier tried kraaling, had had mixed but mainly unsatisfactory results and therefore insisted on the readily available inorganic fertilizers. This is contrary to the preferred practice of kraaling in the sub-humid zone of Nigeria (20).

At the end of the 1996 rainy season, i.e. in November, a survey was carried out on these fodder banks. Most had been invaded by tall native pasture species of the genera *Hyparrhenia* and *Panicum* or had been partially burnt. Therefore, others established the same year by the Delegation of Livestock were also selected for evaluation, together with native pasture on-station fodder banks and the milk processing plant fodder bank. The end of the rainy season yields and botanical composition were done in early November 1996 from 1 x 0.5 m clipped samples using a quadrat that was thrown randomly into the plots 20 times per hectare, cutting all the vegetation therein, which was weighed on the field and taken to the station for species separation, re-weighed and dried (5). Farmers made circular hay bales (minimum weight 22.5 kg) with a rented baler from the dairy processing plant (SOGELAIT), Ngaoundere. The hay, unlike that of the research station, was stored on the field. Hay bales were all sampled by means of a coring device from the sides, the top and the bottom, in early February, one month after the beginning of hay feeding. Sampling was performed on bales of 2 on-station *Brachiaria*, 1 on-farm mixed and 2 on-farm native pasture plots that had similar histories and had not suffered from bushfires that year. Two hundred grams of coring were obtained from each of 10 bales per plot, then mixed, and 500 g were saved for dry matter determination and chemical analysis.

Initial laboratory analysis of the samples collected in 1991 and 1992 was done on 1 mm milled samples at the Department of Animal Science of the University of Ibadan, Nigeria. The 1996 and 1997 samples were analyzed at the Institute of Animal Science Laboratory of Humboldt University of Berlin, Germany. Proximate and fiber analyses, i.e. neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were done according to the AOAC 1975 methods (2). Crude fiber (CF) was calculated by difference of ADF-ADL. The cellulase digestibility of the organic matter (CDOM) was done according to a modification of the method of pepsin-cellulase digestibility of De Boever *et al.* involving pre-incubation in water at 80°C for 45 min before the addition of cellulase (8, 16). Cellulase Onozuka R-10 from *Trichoderma reesei* with a cellulase activity of 1.0 U/mg (courtesy of Boehringer Ingelheim Co., Heidelberg, Germany) was used.

Net energy lactation (NE<sub>l</sub>) values were calculated according to regression equations based on the solubility of the organic matter of tropical forages and hays in cellulase as proposed by Rhodehutsord *et al.* (27) as follows:

$$NE_l = 0.01 OM_c \times 0.0043 CP$$

where OM<sub>c</sub> is the CDOM, CP is the crude protein (g/kg DM) and NE<sub>l</sub> is the net energy lactation (MJ/kg DM).

A completely randomized (CRD) design was used in the selection of the banks. Only those with similar management were chosen. Treatment means were separated using Tukey's test (32).

## ■ RESULTS

The characteristics of the pilot fodder bank at Likok (Likok1) are shown in table I. Both forages grew vigorously, 0.5 m for *Brachiaria* and 0.75 m for the *Stylosanthes* after only three months of growth.

They colonized available space quickly, *Brachiaria* 80% or 1728 kg (DM) from a sward yield of 2160 kg DM/ha, and *Stylosanthes* 75% or 1500 kg (DM) from a total sward yield of 2000 kg DM/ha. Crude protein and crude fiber contents were 8 and 29.3% for *Brachiaria*, and 12.3 and 29.7% for *Stylosanthes* swards, respectively.

The performance of the three IRAD-created on-farm fodder banks of 1992 are shown in table II. They were evaluated in November 1992 at their different locations in the Vina division of the Adamawa province. They were Likok 2, Dibi dairy cooperative, and a private farmer's plot at Dibi village. The mean height for the *Brachiaria* on all plots was 1.08 m and there was a significant difference in height ( $P < 0.05$ ) between the *Brachiaria* at the dairy cooperative on the one hand and Likok 2 and the private farm on the other. There was also a significantly lower height ( $P < 0.05$ ) of the *Stylosanthes* of the dairy cooperative farm compared with that of the other two farms. With respect to the total vegetation yield, the dairy cooperative farm produced yields of 5124 and 5838 kg DM/ha for its *Brachiaria* and *Stylosanthes* sections, respectively. The percentage of the cultivated fodder in the total yield was also low for the dairy cooperative farm. This resulted in a significantly lower true fodder weight ( $P < 0.01$ ) in the biomass for both *Brachiaria* and *Stylosanthes* compared with other farms (table II). The CP content followed a similar trend.

For the sampling of November 1996, average mean yields were 2556, 2700, 2485 and 3646 kg/DM for the on-station, on-farm *Brachiaria*, on-station native pasture and the on-farm mixed banks, respectively (table III). There was non-significance in yields between the three on-station *Brachiaria* plots and the on-farm *Brachiaria* plots. However, the latter had higher yields ( $P > 0.05$ ) compared with the older (more than 8 years) on-station *Brachiaria* plots. The mixed on-farm plots were significantly higher ( $P < 0.01$ ) in yield than the native pastures.

Ash contents were on average 7-8% in all instances (table III). With respect to CP content, the mixed plots had the highest mean value (9.33%), followed by the younger (4-year-old) on-farm *Brachiaria* (4.26%), the on-station *Brachiaria* (3.74%) and lastly the native pastures (3.28%). As for the CF, mean values ranged from 33.44 for *Brachiaria* to 39.95% for native pastures, while ether extract (EE) values ranged from 0.81 for the native pastures to 1.18%, respectively. NDF values ranged from 67.93% for the on-farm *Brachiaria* to 73.67% for the native pastures. Roughly the same trend for CF was obtained for ADF with the on-farm *Brachiaria* having the lowest mean value of 38%. Acid detergent lignin (ADF) was highest (8.76%) on the mixed plots compared with the other mainly grass plots. Cellulase solubility of the organic matter was as low as 15.31% on the native pasture plots and as high as 33.58% on the mixed plots. The same trend was observed for the CDOM. Net energy lactation calculated from the OM and CP (27) gave correspondingly low values for the native pastures (1.52 MJ/kg DM) when compared with those of on-farm *Brachiaria* plots (3.09 MJ/kg DM).

Average hay DM content was 88.66% (table IV). Ash was lowest (5.98%) in the mixed fodder and highest in the *Brachiaria* bales (7.10%) ( $P < 0.01$ ). Crude protein content was only 1.98% in the native pasture bales and 4.35% in the mixed plot bales. With respect to CF the mixed plot bales had the highest value (49.09%) and the *Brachiaria* bales the lowest (37.07%). EE was lowest in the native pasture (0.59%) and highest in the *Brachiaria* on-station (1.04%) bales. NDF was highest in the native pasture and lowest in the *Brachiaria* on-station bales. The same NDF trend was obtained for ADF with mixed plots having the highest value (59.14%) and *Brachiaria* plots the lowest mean

Table I

Characteristics of first on-farm IRAD fodder bank at Likok village (Likok 1) as of 30.10.1991  
(total surface area: *Brachiaria* part 1.2 ha; *Stylosanthes* part 1.5 ha)

No.	Item	<i>Brachiaria</i> part	<i>Stylosanthes</i> part
1	Height of sward (m)	0.5	0.75
2	Biomass of plot (kg DM/ha)	2160 ± 12.35	2000 ± 8.17
3	% space occupied	80.0	75.0
4	Cultivated forage crude protein (% DM)	8.0	12.3
5	Cultivated forage crude fiber (% DM)	29.3	29.7

Table II

Characteristics of other fodder banks in the Vina Division, Adamawa province, as of 02.11.92

Location	Fodder	Height of sward (m)	Total yields (kg DM/ha)	% of cult. fodder in sward	Weight of cult. fodder alone (kg DM/ha)	Cult. fodder CP (%)
Likok 2	B	1.12 <sup>a</sup> ± 0.011	5660 <sup>a</sup> ± 26.59	75 <sup>a</sup> ± 0.29	4,246 <sup>a</sup> ± 20.75	7.8
Dairy coop. at Dibi	B	0.89 <sup>b</sup> ± 0.009	5124 <sup>b</sup> ± 19.45	60 <sup>b</sup> ± 0.34	3093 <sup>c</sup> ± 15.61	5.9
Private farmer	B	1.23 <sup>a</sup> ± 0.023	4850 <sup>c</sup> ± 34.53	78 <sup>a</sup> ± 0.72	3778 <sup>b</sup> ± 29.76	8.3
Sub-mean		1.08 ± 0.020	5211 ± 34.52	71 ± 0.93	3705 ± 53.74	
Likok 2	S	1.03 <sup>c</sup> ± 0.014	5240 <sup>d</sup> ± 21.21	80 <sup>c</sup> ± 0.37	4189 <sup>d</sup> ± 20.47	12.2
Dairy coop. at Dibi	S	0.81 <sup>d</sup> ± 0.004	5838 <sup>f</sup> ± 15.12	55 <sup>d</sup> ± 0.40	3208 <sup>f</sup> ± 25.82	10.5
Private farmer	S	1.05 <sup>c</sup> ± 0.007	5560 <sup>e</sup> ± 10.4	82 <sup>c</sup> ± 0.24	4537 <sup>e</sup> ± 9.53	13.8
Sub-mean		0.96 ± 0.014	5546 ± 29.36	72 ± 1.29	4978 ± 60.36	

<sup>a,b</sup> and <sup>d,e</sup> means within the same column and within the same species type are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>a,c</sup> and <sup>d,f</sup> means within the same column and within the same species type are significantly different ( $P < 0.01$ )

B = *Brachiaria ruziziensis*; S = *Stylosanthes guianensis*; cult. = cultivated; CP = crude protein; coop. = cooperative

value (44.18%). The same trend was observed for the ADL content. With respect to the cellulase solubility of the organic matter, it was as low as 16.52 and as high as 32.13% in native pasture and the *Brachiaria* bales, respectively. These rather low values led to correspondingly low values resulting in CDOM being lower than 50% even in the *Brachiaria* plots. Calculated net energy lactation values were as low as 1.57 and only as high as 3.06 MJ/kg DM for the native on-farm and the *Brachiaria* on-station bales.

## DISCUSSION

For the establishment phase, the spectacular heights of both forages at the pilot fodder bank (table I) and at the private farmer's at Likok (Likok 2) (table II) were probably due to their location in lowlands. Pamo and Tarawali obtained similar heights in an on-station fodder bank at Wakwa in 1989, three months after establishment (22). Similar values have been obtained in similar agroecological zones (18, 20). The performances of the different banks varied according to the intensity of weeding and general care provided by their respective owners. The low yield of the fodders at the Dibi cooperative plot was due to poor post-

seeding weeding as evidenced by the presence of the original vegetation in the samples. On-station, values of 4-5 tons DM/ha and 4-6 tons DM/ha were obtained without fertilization, and 10-15 tons DM/ha and 7-10 tons DM/ha with fertilization in established plots of *Brachiaria* and *Stylosanthes*, respectively (26, 36, 37). The relatively high crude protein and low crude fiber values obtained here, just after establishment, compare favorably with similar values obtained elsewhere in the sub-humid zone of Nigeria (17). The above statistics on a successful establishment corroborate other authors' findings (1, 3, 4).

The yields obtained four years after establishment (table III) are less than the biomass yields obtained on-station (26, 34) and elsewhere (3, 15, 20). However, it should be recalled that the banks in the present study had been previously grazed during the rainy season and were sampled at the end of their growing phase. The values of these authors were obtained from cutting trials with cuts being made during the entire rainy season. Values obtained by such methods are higher, and they estimate the total potential yield (productivity) of a pasture and are used in calculating stocking rates (5, 21). The overall low CP values obtained here, even for the mixed fodder banks, were probably caused by: 1) untimely and prolonged grazing; 2) overstocking; and 3) lack of occasional weeding followed by fertilization of the swards between 1992 and 1996. It should also be pointed out that

**Table III**  
Yield and chemical composition of some on-farm and on-station fodder banks sampled in November 1996 on the Adamawa plateau  
(values expressed on the dry matter (DM) basis)

Location	Num. of plots	Yield (kg DM/ha)	Ash (%)	CP (%)	CF (%)	EE (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	CDOM (%)	NE <sub>i</sub> (MJ/kg DM)
BR on-station	3	2556 <sup>a</sup>	8.31	3.74 <sup>a</sup>	34.04 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	68.14 <sup>a</sup>	38.22 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	39.93 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>
BR on-farm	2	2700 <sup>a</sup>	7.71	4.26 <sup>a</sup>	33.44 <sup>a</sup>	1.18 <sup>b</sup>	67.93 <sup>a</sup>	38.00 <sup>a</sup>	5.11 <sup>a</sup>	43.48 <sup>a</sup>	3.09 <sup>a</sup>
NP on-station	2	2485 <sup>a</sup>	7.81	3.28 <sup>a</sup>	38.19 <sup>b</sup>	0.81 <sup>a</sup>	73.67 <sup>b</sup>	43.70 <sup>b</sup>	5.42 <sup>a</sup>	23.58 <sup>b</sup>	1.52 <sup>b</sup>
Mixed on-farm	2	3646 <sup>c</sup>	7.81	9.33 <sup>c</sup>	39.95 <sup>b</sup>	1.00 <sup>b</sup>	73.37 <sup>b</sup>	42.10 <sup>b</sup>	8.76 <sup>c</sup>	42.82 <sup>a</sup>	2.96 <sup>a</sup>
Mean		2814	7.93	5.00	36.14	0.96	70.48	40.25	6.03	37.06	2.56
SEM		104.31	0.82	0.42	1.29	0.02	0.82	0.76	0.36	2.76	0.24

Means within the same columns with different superscripts are significantly different (<sup>ab</sup> P < 0.05; <sup>a,c</sup> P < 0.01)

BR = *Brachiaria ruzizensis*; NP = native pasture species; mixed = mainly *Stylosanthes* and *Brachiaria*

CP = crude protein; CF = crude fiber; EE = ether extract; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; ADL = acid detergent lignin  
CDOM = cellulase digestibility of the organic matter; NE<sub>i</sub> = net energy lactation

**Table IV**  
Nutritive value of some hays in various farms on the Adamawa plateau, Ngaoundere Region, sampled in February 1997

Location	Num. of plots	DM (%)	Ash (%)	CP (%)	CF (%)	EE (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	CDOM (%)	NE <sub>i</sub> (MJ/kg DM)
BR on-station	2	87.88	7.10 <sup>a</sup>	3.22 <sup>a</sup>	37.07 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	70.75 <sup>a</sup>	44.18	6.33	42.61 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>
Mixed	1	88.63	5.98 <sup>c</sup>	4.35 <sup>a</sup>	49.09 <sup>b</sup>	0.69 <sup>a</sup>	77.21 <sup>b</sup>	59.14	10.39	27.52 <sup>b</sup>	1.71 <sup>c</sup>
NP on-farm	2	89.46	6.69 <sup>a</sup>	1.98 <sup>b</sup>	41.92 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	78.85 <sup>b</sup>	49.15	7.28	16.9 <sup>c</sup>	1.57 <sup>c</sup>
Mean		88.66	6.31	2.95	41.41	0.77	75.28	49.16	7.52	30.97	8.19
SEM		9.41	0.41	0.17	0.94	0.05	0.66	3.24	0.77	3.76	0.05

Means within the same columns with different superscripts are significantly different (<sup>ab</sup> P < 0.05; <sup>a,c</sup> P < 0.01)

NP = native pasture; BR = *Brachiaria ruzizensis* (the only hay stored in a shed, on-station); Mixed = *Stylosanthes* + *Brachiaria*

DM = dry matter; CP = crude protein; CF = crude fiber; EE = ether extract; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; ADL = acid detergent lignin  
CDOM = cellulase digestibility of organic matter; NE<sub>i</sub> = net energy lactation

the fire protection bands that were supposed to be made around the banks were not always wide enough to prevent them from the yearly fires caused by hunters in search of game. If the seasonal workers were asked to increase them by a meter or so, no additional costs would be incurred since they are usually paid a flat rate at the end of the season. The rainy season stocking rate of 300-400 kg and 350-450 kg live weight per hectare recommended for native and *Brachiaria* pastures, respectively, were not also respected. *Stylosanthes guianensis*, in particular, is a species which does not support continuously high stocking rates and does best when the herd is allowed to graze it for 1.5-2.5 h during the dry season or with 60-day rest periods during the rainy season (4, 28, 30, 31). The higher values for DM yield, CP, CF, ADF and the calculated cellulase digestibility of the organic matter of the mixed plots reflected their legume content. The presence of legumes in native pastures in Australia has led to cattle being turned out earlier, at 2-3 years, instead of the usual 5-6 years (14, 29, 30).

Despite the high DM content of the hay (table IV), the very low CP, high CF and NDF values of the natural pasture hay compared with *Brachiaria* or mixed-crop hays showed there was a severe drop in the nutritive value of the native pasture swards, at a time (February), the so-called period of stress, when hays are most needed by the livestock (9, 13, 23, 26). Livestock farmers were therefore forced to buy costly protein concentrates to supplement the hay produced and avoid malnutrition and the certain death of their animals. The extremely low CP content of these hays was not surprising given the low values found in the vegetation. It showed the effect of years of non-fertilization of the pastures added to the recurrence of the original vegetation (26). The protein contents of less than the minimum 7% found in these hays were not enough for proper microbial growth, and this affects their digestibility and total energy intake (8). The relatively high NDF, ADF and ADL contents (all indicators of indigestibility) of the mixed banks resulted from the relatively low leaf content of the mixed swards that had *Stylosanthes* which, as already pointed out, produces hay with a lot of leaf loss. The results of this study showed that the hays from the mixed banks lost a lot of their leaf content during baling as well

as storage. Animals feed themselves by picking up all the leaves on the ground during the first few days but, after that, the quality of the remaining stems cannot cover their maintenance and production needs. The low net energy values found here may be due to the poor quality of the species invading native pasture in the fodder banks. This brings once more into focus the need for farmers to adhere to recommended stocking rates and management guidelines.

## ■ CONCLUSION

This study has shown that there is a great potential for the use of fodder banks to provide cheap protein and energy if management guidelines are adhered to. Something too should be done probably through government intervention to enact laws against the yearly bush burning that frustrates the owners of the banks. Management of the fodder banks studied is poor and does not allow for the true expression of the potential of these banks even though relatively high CP and yields were obtained at the onset. At present, researchers are looking for funding in order to implement on-farm trials. They would involve livestock farmers in the planning and execution of the project and thus eliminate the differences arising from too many types of management.

## Acknowledgments

We kindly appreciate the financial support of the German Agency for Technical Assistance (GTZ) for providing the field vehicle and bearing a great part of the cost of the setting up of these banks. Our gratitude also goes to Dr. J.F.B. Ottou for his role in the creation of the pilot fodder bank at Likok village and to the staff of the Departments of Pastures and Livestock of the Delegation of Livestock, Fisheries and Animal Industries, Ngaoundere, in particular, Messrs. Ph. Namadiga, J. Foudjo, A. Mouthe and Dr. M. Kidmo. We also thank the following field workers for taking part in the forage sampling: Messrs. J.P. Fiong, S. Bobodji, G. Elle and Haman Lazare. Special thanks to Mr. John Wamatu of Humboldt University of Berlin, Germany, for helping with the statistical analysis.

## REFERENCES

1. AGISHI E., DE LEEUW P.N., 1986. The performance of Stylo species in different production systems in Nigeria. In: Proc. Workshop on potentials of forage legumes in farming systems of sub-Saharan Africa, Addis Ababa, Ethiopia, 16-19 September 1985. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 472-489.
2. AOAC, 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA, AOAC.
3. BARNES P., 1996. Dry matter production and chemical composition of introduced forages at 2 moist savannah sites in Ghana. *Trop. Grassl.*, **30**: 418-421.
4. BASAULA N., LE JOLY J., 1989. Production et valeur bromatologiques des pâturages des plateaux Bateke, Zaire. In : IVth International Rangelands Congress, Montpellier, France, 22-26 avril 1989, p. 1399-1400.
5. BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, France, Ministère des Relations extérieures, coopération et développement, 268 p. (Manuel et Précis d'élevage n° 4)
6. CROWDER L.V., CHHEDA H.R., 1982. Tropical Grassland Husbandry, 1st ed. Essex, UK, Longman, 315 p.
7. CRZ WAKWA, 1985. Activités de recherches zootechniques. Sommaire des résultats de recherche. Yaoundé, Cameroun, CRZ, 47 p.
8. DE BOEVER J.L., COTTYN B.G., WAINMAN F.W., VANACKER J.M., 1986. The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feed stuffs for ruminants. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, **14**: 203-214.
9. DUMAS R., LHOSTE PH., 1969. La production de viande en Adamaoua camerounais. In : Colloque sur l'élevage. Fort Lamy, Tchad, OCAM, CE-F1 n° 35, sect. 8 (2), p. 799-805.
10. ENOH M.B., 1990. The value of *Tripsacum laxum* (Guatemala grass) and *Pennisetum purpureum* (Elephant grass) in milk production rations. In: Proc. First annual conference of the Cameroon Biosciences Society (CBS), vol. 1, Ngaoundere, Cameroon, 5-9 December 1989, p. 80-85.
11. EZENWA I., ARIBISALA O.A., AKEN'OVA M.E., 1996. Dry matter yields of *Panicum* and *Brachiaria* with nitrogen fertilizer or *Pueraria* in an oil palm plantation. *Trop. Grassl.*, **30**: 414-417.

12. IRZ/GTZ, 1989. Livestock farming systems in the Adamawa. Wakwa Team. Yaounde, Cameroon, IRZ, 99 p. (Research Report No.1)
13. LHOSTE PH., 1967. Comportement saisonnier du bétail zébu en Adamaoua camerounais. I. Etude de femelles adultes : comparaison de la race locale aux métis demi-sang Brahma. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **20** : 329-342.
14. t' MANNETJE L., NICOLS D.F., 1974. Beef production from pastures on granitic soils. Division of Agronomy, 1973-1974 annual report. Brisbane, Queensland, Australia, CSIRO, p. 24-25.
15. MCLEOD S., COOK J., WALSH P. A., 1991. An eco-evaluation of legume establishment techniques for the improvement of native pastures in Australia's subtropical woodlands. In: IVth International Rangelands Congress, Montpellier, France, 22-26 April, 1991, p. 789-793.
16. METHODEN BUCH III, 1997. Futtermitteluntersuchung. 4. Ergänzung. Darmstadt, Germany, VDULA Verlag.
17. MOHAMED-SALEEM M.A., 1986. The establishment and management of fodder banks. In: Proc. Second ILCA/NAPRI Symposium on Livestock systems research in Nigeria's sub-humid zone, Kaduna, Nigeria, 29 October-2 November 1984. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 326-350.
18. MOHAMED-SALEEM M.A., SULEIMAN H., OTSYINA M., 1986. Fodder banks for pastoralists or farmers. In: Proc. Workshop on potentials of forage legumes in farming systems of sub-Saharan Africa, Addis Ababa, Ethiopia, 16-19 September 1985. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 420-437.
19. NDIKUM-MOFFOR F.M., YONKEU S., TAWAH C.L., MBAH D.A., PAMO E.T., 1994. Mineral and crude protein content of natural pastures on the Adamawa Highlands, Cameroon. *Discovery and Innovation*, **6**: 184-188.
20. OTSYINA M., VON KAUFMANN P.R., MOHAMMED SALEEM M.A., SULEIMAN H., 1987. Manual on fodder bank establishment and management. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, 27 p.
21. PAMO E.T., PIEPER R.D., 1995. Effect of fertilization and cutting frequency on the yield of *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard in Adamawa plateau, Cameroon. *Tropicicultura*, **13**: 9-14.
22. PAMO E.T., TARAWALI G., 1990. A case for on-farm trials on fodder banks on the Adamawa plateau of Cameroon. In: Proc. First Annual Conference of the Cameroon Biosciences society (CBS), vol 1, Ngaoundere, Cameroon, 5-9 December 1989, p. 172-175.
23. PAMO E.T., YONKEU S., 1986. Etude de l'évolution de quelques paramètres climatiques de l'environnement pastoral de Wakwa, Adamaoua, Cameroun. *Revue sci. tech. Sér. Zootech.*, **2** : 19-34.
24. PAMO E.T., YONKEU S., 1989. Réponse du pâturage naturel à la fertilisation azotée sur sol basaltique en Adamaoua camerounais. In : XVI Congrès international des herbages, Nice, France, 4-11 octobre 1989, p. 69-70.
25. PATERSON R.T., PROVERBS G.A., KEOGHAN J.M., 1987. The management and use of forage banks. Bulletin of the Caribbean Agricultural Research and Development Institute, University campus, St. Augustine, Trinidad and Tobago, West Indies, 19 p.
26. RIPPSTEIN G., 1985. Etude sur la végétation de l'Adamaoua. Evolution, conservation, régénération et amélioration d'un écosystème pâturé au Cameroun. Maisons-Alfort, France, Cirad-iemvt, 374 p. (Etudes et synthèses n° 14)
27. RODEHUTSCORD M., HANSEN H., SAAKEL M., SCRIEVER O., PFEFFER E., 1994. Untersuchung zum Erneugehalt des Heus von langfristig extensiv genutzte Flächen. *Wirtsch. Fütter*, **40**: 266-276.
28. SHARMA A.K., DAGAR J.C., PAL R.N., 1992. Performance of perennial fodder grasses under continuous growth in tropical islands. *Trop. Sci.*, **32**: 383-388.
29. SHAW N.H., 1961. Increased beef production from Townsville lucerne (*Stylosanthes sunandaica*) in the spear grass (*Heteropogon contortus*) pastures of central coastal Queensland Australia. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, **1**: 73-80.
30. SHAW N.H., JONES R.M., EDYE L.A., BRYAN W.W., 1976. Developing and testing new pastures. In: Shaw N.H., Bryan W.W. eds., Tropical pasture research: Principles and methods. Berkshire, UK, CAB International, p. 175-193. (Bull. No. 51)
31. SIPOWO T., 1987. Vulgarisation des cultures fourragères en Adamaoua camerounais. In: Proc. Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, Irz/Iemvt, Ngaoundere, Cameroun, 16-20 novembre 1987, p. 525-542.
32. STEEL R.G., TORRIE J.M., 1980. Principles and procedures of statistics. New York, USA, McGraw Hill, 633 p.
33. TAWAH C.L., MBAH D.A., MESSINE O., ENOH M.B., TANYA V.N., 1999. Crossbreeding cattle for dairy production in the tropics: Effects of genetic and environmental factors on the performance of improved genotypes on the Cameroon highlands. *Anim. Sci.*, **69** (in press)
34. YONKEU S., 1991. Evolution d'un écosystème sous l'effet d'une forte charge annuelle dans la région de l'Adamaoua au Cameroun. In : IVth International Rangelands Congress, Montpellier, France, 22-26 April 1991, p. 18 -188.
35. YONKEU S., 1993. Végétation de l'Adamaoua (Cameroun) : écologie et potentialités pastorales. Thèse Doct., Université de Rennes I., Rennes, France, 207 p.
36. YONKEU S., RIPPSTEIN G., TENDONKENG-PAMO E., 1985. Réponse au phosphore du *Stylosanthes guianensis* Aubl. cv. FAO 46004 sur formation basaltique en Adamaoua Camerounais. *Revue sci. tech. Sér. Sci. Zootech.*, **1** : 37- 44.
37. YONKEU S., RIPPSTEIN G., TENDONKENG-PAMO E., 1986. Effets de doses croissantes de phosphore sur la production fourragère de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard sur sol basaltique récent en Adamaoua camerounais. *Revue sci. tech. Sér. Sci. Zootech.*, **2** : 39-49.

Reçu le 11.9.95, accepté le 18.5.99

**Résumé**

**Enoh M.B., Yonkeu S., Pingpoh D.P., Messine O., Maadjou N.**  
Rendement et composition de banques de fourrages sur le plateau de l'Adamaoua au Cameroun

En 1991 et 1992 certaines banques de fourrages de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard et *Stylosanthes guianensis* Aubl. cv. FAO 46004 ont été établies dans la province de l'Adamaoua située sur le plateau Adamaoua au Cameroun. Une étude préliminaire de leur rendement, des teneurs en matières azotées totales (MAT) et en cellulose brute (CB) a fourni des résultats intéressants. En novembre 1996 et février 1997 une autre évaluation a été faite sur ces banques et sur des banques en station expérimentale de conduite similaire. Le rendement en fin de croissance, les teneurs en MAT, en CB, en lignocellulose et la digestibilité cellulosique de la matière organique (DCMO) ont été respectivement de 2 556 kg de matière sèche (MS)/ha, 3,74, 34,04, 38,22 et 39,93 p. 100 pour le *Brachiaria* en station, et de 2 700 kg MS/ha, 4,26, 33,44, 38,00 et 43,48 p. 100 pour le *Brachiaria* en milieu paysan. Les valeurs correspondantes pour les pâturages naturels en station ont été respectivement de 2 485 kg MS/ha, 3,28, 38,19, 43,70 et 23,58 p. 100 alors que des banques mixtes (*Stylosanthes/Brachiaria*) ont eu respectivement des valeurs de 3 646 kg MS/ha, 9,33, 39,95, 42,10 et 42,82 p. 100. Les rendements en MS et en MAT des banques fourragères mixtes et des pâturages naturels ont été significativement différents ( $P < 0,01$ ). Les banques de pâturages naturels ont eu des rendements moins importants ( $P < 0,05$ ) que les banques de *Brachiaria*. Toutefois, une chute brutale des teneurs en MAT et de la DCMO, ainsi que de la valeur calculée de l'énergie nette de leurs foin respectifs, a été enregistrée. Il est recommandé que les éleveurs respectent les charges préconisées et surtout qu'ils éliminent régulièrement les adventices afin que les banques de fourrages puissent assurer une bonne productivité du bétail.

**Mots-clés :** *Brachiaria ruziziensis* - *Stylosanthes guianensis* - Prairie naturelle - Composition chimique - Cellulase - Digestibilité - Rendement - Adamaoua - Cameroun.

**Resumen**

**Enoh M.B., Yonkeu S., Pingpoh D.P., Messine O., Maadjou N.**  
Rendimiento y composición de los bancos de pastos en la meseta de Adamawa en Camerún

En 1991 y 1992, se establecieron algunos bancos de pastos de *Brachiaria ruziziensis* Germain y Evrard y *Stylosanthes guianensis* Aubl. cv. FAO 46004 en la provincia Adamawa, localizada en la meseta de Adamawa en Camerún. La evaluación preliminar de los rendimientos y los contenidos de proteína cruda (CP) y de fibra cruda (CF) revelaron resultados interesantes. En noviembre 1996 y febrero 1997 se llevó a cabo otra evaluación, en algunos de estos bancos y así como en bancos en estaciones experimentales con manejo similar. Los rendimientos al final de la período de crecimiento, CP, CF, fibra ácida detergente (ADF) y digestibilidad de la celulosa de la materia orgánica (CDOM) fueron, respectivamente, de 2556 kg de materia seca (DM)/ha, 3,74, 34,04, 38,22 y 39,93% para *Brachiaria* dentro de la estación experimental y 2700 kg DM/ha, 4,26, 33,44, 38 y 43,48%, respectivamente, para *Brachiaria* en bancos de pastoreo en fincas. Los valores correspondientes para los bancos de pastos nativos dentro de la estación experimental fueron, respectivamente, de 2485 kg DM/ha, 3,28, 38,19, 43,70 y 23,58%, mientras que los bancos mixtos (*Stylosanthes/Brachiaria*) presentaron valores de 3646 kg DM/ha, 9,33, 39,95, 42,10 y 42,82%. El rendimiento de DM y CP de los bancos de pastos mixtos y los bancos de pastos nativos fueron significativamente ( $P < 0,01$ ) diferentes. Los bancos de pastos nativos presentaron rendimientos significativamente ( $p < 0,05$ ) inferiores que los bancos de *Brachiaria*. Sin embargo, se observó una caída drástica de la CP y CDOM, así como en el valor de la energía neta calculada de los heno respectivos. Algunos años después de su creación, los finqueros tienden a descuidar los bancos. Se recomienda que los finqueros ganaderos traten de mantener las tasas de almacenaje recomendadas y principalmente deshierbar especies nocivas, con el fin de crear bancos de pastos útiles para el ganado.

**Palabras clave:** *Brachiaria ruziziensis* - *Stylosanthes guianensis* - Pastizal natural - Composición química - Celulosa - Digestibilidad - Rendimiento - Adamawa - Camerún.

## Gestion de l'espace et crise pastorale au Sahel : étude comparative du Niger oriental et du Yagha burkinabé

Brigitte Thébaud

Thèse de Doctorat en socio-économie du développement  
soutenue le 22 mars 1999 à l'EHESS de Paris  
(Ecole des hautes études en sciences sociales)  
480 pages

**Mots-clés :** Pastoralisme - Système agropastoral - Economie agricole - Gestion foncière - Sécheresse - Sahel - Niger - Burkina Faso.

La construction de la thèse met en évidence trois objectifs principaux :

- comparer les fondements de l'économie rurale et pastorale de deux régions sahéliennes (le Niger oriental, d'une part, et le Yagha burkinabé, d'autre part) ;
- analyser les facteurs de la crise pastorale qui sévit dans ces deux régions, en portant une attention particulière à la sécheresse de 1984 ;
- examiner la théorie et la pratique de la gestion des ressources en « communage » (*common property resource management*), en exploitant en particulier une littérature de recherche généralement plus répandue en milieu anglophone que francophone.

Après une introduction générale lui permettant d'expliquer sa démarche, l'auteur compare le milieu, les modes de vie et l'histoire du peuplement humain dans les deux régions étudiées, l'une pastorale (Diffa au Niger oriental), l'autre agropastorale (Sebba, au Yagha, dans le nord du Burkina Faso). Ces différents éléments sont présentés à travers la vie de deux agropasteurs Peuls, chacun représentatif de son milieu. Après ces portraits, l'auteur examine la structure et le fonctionnement de l'économie pastorale à Diffa et à Sebba (l'économie agropastorale étant souvent plus connue), l'organisation sociale de la production pastorale, la relation entre la taille du troupeau et la taille de la famille, le rôle de la mobilité, la gestion du troupeau et de l'eau, et les stratégies adoptées par les éleveurs face aux sécheresses. L'un

des problèmes majeurs auxquels sont confrontés les pasteurs et les agropasteurs de ces deux régions réside dans l'équilibre à instaurer entre les activités agricoles et les activités pastorales dans le contexte d'une croissance démographique régulière, surtout lors de sécheresses comme celle de 1984.

Ensuite, dans la troisième partie de la thèse, l'auteur aborde en détail l'histoire du peuplement du Niger oriental, le déroulement et les effets de la sécheresse de 1984 dans cette région et la situation actuelle de la gestion de l'espace, pour différents groupes pastoraux et agropastoraux (échantillon de 300 familles). Historiquement, les Peuls se sont implantés tardivement dans la région de Diffa et les systèmes de gestion de l'espace qu'ils ont mis en place ont été profondément bouleversés par l'arrivée d'éleveurs Toubou dans leurs zones de parcours pendant la sécheresse de 1984 dont la présence dans la région est beaucoup plus ancienne. A travers cette analyse, l'auteur se penche en détail sur l'économie domestique des pasteurs et des agropasteurs à l'issue de la sécheresse de 1984, et ce, au niveau des ménages. Pour les pasteurs, l'analyse de la viabilité pastorale s'appuie sur divers éléments théoriques et sur l'analyse comparative de données recueillies auprès des ménages enquêtés : taille et structure des familles et des troupeaux, pouvoir d'achat des pasteurs face aux marchés, autosuffisance alimentaire. L'analyse de ces données permet à l'auteur de montrer toute l'importance de la mobilité comme stratégie face à la sécheresse. Ainsi, comparativement à d'autres populations de la région de Diffa, les éleveurs Wodaabe, très mobiles, ont pu échapper en partie aux effets de la sécheresse de 1984 grâce à un départ massif et lointain avec leurs troupeaux. Un autre fait important relevé et commenté par l'auteur consiste en l'importance croissante de l'élevage parmi

les agriculteurs sédentaires du Niger oriental en voie de devenir de vrais agropasteurs.

Dans la quatrième partie de la thèse, l'auteur décrit la situation de l'ancien Emirat du Yagha, dans le nord du Burkina, et les relations qui se sont tissées entre des populations d'ethnies diverses - surtout Peul, Riimaaybe et Gurmantche. Au cours des dernières décennies, l'agropastoralisme de la région a beaucoup évolué sous l'effet de la pression démographique, ce qui a modifié les formes d'utilisation des terres (en particulier l'exploitation croissante des bas-fonds), entraînant une réduction des espaces pastoraux et une précarité des droits fonciers détenus par les Peuls. Des processus d'adaptation importants qui conduisent à un brassage des modes de vie sont en cours : les Peuls adoptent l'agriculture, vraisemblablement de manière irréversible, et les agriculteurs deviennent propriétaires de bétail, modifiant en conséquence leurs stratégies économiques.

Tous ces changements économiques dans les modes de vie ont des conséquences importantes pour l'appropriation et la gestion de l'espace. Dans la cinquième partie, l'auteur fournit donc un cadre conceptuel pour l'analyse de ce thème, puisant dans la littérature qui traite des communages et, en particulier, du communage pastoral en Afrique. Elle démontre la place qu'a prise l'idée de la tragédie des communages dans l'approche juridique en ce domaine et l'inadéquation grave existant entre les différents cadres législatifs adoptés d'un côté (Loi de Réorganisation agraire et foncière au Burkina Faso et Code rural au Niger) et les stratégies des pasteurs de l'autre. Le résultat a été une insécurité croissante des droits détenus par les pasteurs sur les ressources naturelles, insécurité qui explique en grande partie la crise actuelle de l'élevage et des modes de vie au Sahel.

En conclusion, l'auteur tire les principales leçons de cette analyse pour l'avenir du pastoralisme au Sahel.

Le travail réalisé à travers cette thèse nous apparaît très original par trois aspects principaux.

En premier lieu, l'auteur intègre plusieurs approches disciplinaires et différentes littératures scientifiques qui sont normalement dissociées les unes des autres (par exemple, sur l'alimentation animale et les disponibilités fourragères, l'organisation sociale de l'économie pastorale, la dynamique des troupeaux, l'économie des ménages, le droit de communage, la législation). La thèse comporte également toute une gamme de méthodologies de travail : exploitation de données historiques (l'histoire de l'Emirat du Yagha, très peu étudiée auparavant, est à elle seule une contribution importante à l'histoire du Burkina), analyse quantitative de données micro-économiques, interprétation de photos aériennes... A ces domaines, souvent traités en vase clos, l'auteur associe également de manière insolite et heureuse des perspectives et des méthodes propres aux approches française et anglaise.

En second lieu, l'analyse effectuée de la viabilité pastorale apporte plusieurs éléments importants à notre compréhension des stratégies de survie des populations sahéliennes lors des différentes crises survenues depuis plusieurs décennies. Ainsi, l'approche adoptée par l'auteur n'est pas limitée à la relation entre la famille pastorale ou agropastorale et le troupeau, mais s'intéresse également aux échanges marchands et au pouvoir d'achat. La distinction qui est faite entre la situation immédiate et la capacité de récupération de la famille nous permet de comprendre les processus de différenciation à travers lesquels les groupes humains connaissent des sorts différents à l'issue d'une sécheresse.

En dernier lieu, l'utilisation des fondements théoriques de la gestion des ressources en communage permet à l'auteur de traiter de façon convaincante à la fois de l'évolution du cadre juridique de la gestion des ressources pastorales et des raisons pour lesquelles ce cadre a rendu plus difficile une gestion durable de ces ressources. Trouvant leur source surtout dans les milieux anglophones de la recherche, ces fondements théoriques sont beaucoup moins utilisés

par la recherche francophone, d'où l'importance du travail présenté ici. L'un des mérites de ce travail est d'ailleurs de proposer, après des recherches approfondies, une terminologie en français pour traiter du thème des *commons*. De plus, l'auteur explique d'une manière exemplaire la théorie des ressources en communage, tout en étant consciente de ses difficultés d'utilisation pratique. Elle ne commet pas l'erreur courante qui consiste à croire qu'un groupe d'éleveurs théoriquement en position de maîtriser la gestion de leurs ressources, la maîtriseront obligatoirement dans les conditions réelles du Sahel. Le rôle de l'Etat, comme le souligne l'auteur, est capital, et l'Etat est soumis à des tensions et des forces qui rendent sa gestion des ressources difficile et parfois imprévisible. Dès lors, pour les pasteurs et les agropasteurs, l'Etat peut devenir dans certaines circonstances un facteur de risques, qu'il importe de gérer.

En résumé, cette thèse apporte un nouveau regard sur la gestion des ressources pastorales au Sahel de l'Ouest et constitue ainsi une contribution originale aux débats qu'elle suscite.

# Performance of taurine x Gudali zebu crosses subjected to artificial suckling in the tropical highlands of Cameroon

C.L. Tawah <sup>1</sup> D.A. Mbah <sup>2</sup>  
M.B. Enoh <sup>3\*</sup> O. Messine <sup>3</sup>

## Key words

Holstein cattle - Montbeliard cattle - Gudali zebu - Crossbreeding - Weaning weight - Growth - Genotype - Cameroon.

## Summary

Calf genotype, sex of calf, year of birth, cow age at birth of calf, calf weaning age and calf birth date were analyzed to determine their effects on birth weight, pre-weaning average daily gain, weaning weight and adjusted weaning weight. These data were generated from three-quarter-bred Montbeliard (M3G1) and three-quarter-bred Holstein (H3G1) calves in the tropical highlands of Cameroon. Effects of calf genotype, year of birth and cow age at weaning significantly influenced growth and weaning weight traits. H3G1 calves were 10% significantly heavier than M3G1 calves at weaning. As expected, males tended to be heavier at birth and weaning than their female contemporaries. However, these differences were not statistically significant. This study further suggests that genetic (genotype) research needs to be carried out in combination with management (age of cow and year of calf birth) in order to optimize growth in dairy crosses in this environment.

## INTRODUCTION

Crossbreeding has been identified as one of the main strategies for the genetic improvement of indigenous cattle for milk production in the tropics (2, 8, 13, 20, 33, 38). Additionally, similar studies have found it to be important to obtain rapid beef production under tropical conditions (16, 17, 37). However, crossing indigenous zebu cattle and exotic dairy cattle generally produces a dual-purpose (milk and meat) genotype. Dual-purpose cows, under the

circumstance, are expected to produce milk and meat for the resource-poor people. Recent studies (3, 4, 15) under various pasture scenarios in the subtropics have shown marked differences in milk and meat production in the dual-purpose animals. Besides, pasture grasses in the tropics tend to mature rapidly and thus have considerable influence on animal performance as demonstrated by Ndikum-Moffor *et al.* (27) and other authors, who have indicated deficiencies in protein, calcium and phosphorus. These nutrients are important for growth, reproduction and milk production.

Additionally, effects of cow age, management, size, milk yield, breeding and maternal ability of the dam as well as sex, age at weaning, management and breeding of the progeny on pre-weaning growth of beef calves have been extensively studied (16, 32, 34, 35). Based on these results it was established that at least 50% of the variation in pre-weaning growth of the calf is due to the milk yield of its dam (3, 7, 32, 41), which explains the use of dairy breeds in crossbreeding with beef breeds (37). Such dairy-beef crosses are expected to produce more milk and, hence, wean heavier calves relatively to their "traditional" beef contemporaries.

1. Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of the North, P/Bag x1106, Sovenga 0727, South Africa

2. Present address: Ministry of Scientific and Technical Research, BP 1457, Yaounde, Cameroon

3. Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Wakwa, BP 65, Ngaoundere, Cameroon

\* Current address for corresponding author: Institute of Animal Science, Humboldt University of Berlin, Philippstr. 13, Haus 9, Berlin, Germany

Tel: +49 30 20 93 62 88; Fax: +49 30 20 93 63 70; Email: m.enoh@gmx.de

As already indicated, crossbreeding with beef and dairy breeds usually results in dual-purpose genotypes. Mbah *et al.* (24) as well as most of the authors in the literature focused mainly on their dairy performance. Information on their growth potential is therefore lacking. The pre-weaning growth of these dual-purpose genotypes cannot be ignored because, besides being correlated with post-weaning growth (10, 28, 42), it plays an important role in their milk production. Christain *et al.* have reported a negative correlation between weaning weight and measures of milk production (10). This pattern could be interpreted as a negative genetic or an environmental correlation, or both, between the weaning performance of the dam and the maternal environment she provides for her calf. If this correlation is genetic, then heifers selected for their higher weaning weight will be expected to produce genotypes with increased growth and decreased milk production potentials. Hence, the objective of this study was to investigate the effects of genetic and non-genetic factors on the pre-weaning growth of dairy taurine x (Gudali) zebu crosses in the tropical highlands of Cameroon.

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Description of the study environment

The study was conducted in the Dairy Research Unit of the Animal Research Station at Wakwa on the Adamawa highlands. The highlands cover an area of about 72,000 km<sup>2</sup>. Although they extend from Nigeria to Cameroon, the Adamawa plateaux are mostly located in Cameroon between latitudes 6-8°N and longitudes 10-16°E. The climate is mild and semi-temperate because of the altitude. These conditions favor the promotion of intensive beef and dairy cattle production on the plateau. Indeed, Adamawa is the major cattle-rearing zone in Cameroon, carrying the largest population of cattle in the country.

Wakwa is at an altitude averaging approximately 1200 m above sea level and endowed with a mild climate (22°C mean annual temperature, 1600 mm mean annual rainfall spread between April and October and 40-60% mean relative humidity). Pamo and Yonkeu (30) and Mbah *et al.* (24) have documented the climatic conditions in Wakwa. Wakwa station is located in the sub-humid zone, which is characterized by a sudano-guinean climate. The vegetation, which is predominantly woody savannah, has been described by Piot and Rippstein (31). The major pathological problems include ticks, tick-borne diseases and dermatophilosis (21, 22). The vectors responsible for transmitting trypanosomiasis (*Glossina*) were eradicated in Wakwa in the late '80s (24). Crossbred genotypes have been shown to be highly susceptible to most of these diseases (21, 22) and heat stress (23).

### Experimental animals and management

Data for this investigation were collected from three-quarter-bred Montbeliard (M3G1) and three-quarter-bred Holstein (H3G1) calves at the Animal and Veterinary Research Station of Wakwa between 1982 and 1988. These animals were born from Montbeliard x Gudali and Holstein x Gudali F1 cows by artificial insemination (AI) with imported Montbeliard and Holstein semen, respectively. The F1 cows were obtained through AI of Gudali cows using similarly imported semen. The backcrosses were the only genotypes with sufficient numbers of records to allow for sound statistical analysis and comparisons.

The dams were allowed to suckle their calves for about 24 h after birth. This was to ensure that the calves had a good intake of colostrum, which is not only necessary for protection (absorption of antibodies) of the animals during the early stages of life, but also to promote their growth and development, as colostrum has been shown (18) to be richer in energy, vitamins and trace minerals than ordinary cow milk. Calves were normally closely monitored by the herdsmen to make certain that their dams suckled them. Calves, which for one reason or another were abandoned by their dams, were provided colostrum collected from their mothers within the first 24 h after birth. The provision of colostrum to ensure the absorption of antibodies is particularly most efficient during the first 24 h after birth (18). They were ear-tagged and weighed within 24 h of birth.

The calves were then taken away from their mothers and kept in individual pens in the calf barn. They were intensively maintained in the barn for a period of about three months. This is an earlier weaning scheme when compared with the extensively managed beef calves on the station, which run with their dams until weaned at about eight months. During this period, the calves were allowed to suckle from artificial teats (or bucket-feeding) varying amounts of pooled milk from twice daily milking on the basis of 10% of their body weight. Forages (succulent *Brachiaria ruziziensis* mostly), grass and legume hay were introduced *ad libitum* from week 3 as well as a 20% crude protein calf concentrate. The milk offered was correspondingly reduced until the calves were weaned at about three months of age. The calves were regularly weighed every month up to weaning and thereafter. Once weaned, both male and female calves were transferred to their respective weaner herds in the Beef Research Unit.

Calves were offered water freely. Calf bedding was straw during the dry season (winter) and wood shavings during the wet season (summer). Bedding was routinely changed to minimize the danger of calf-hood infections. Basic prophylactic measures (immunization, deworming and tick control) against major calf diseases such as contagious bovine pleuropneumonia and hemorrhagic septicemia were routinely effected. Regular treatment of sick animals was also carried out.

### Statistical analysis

The traits analyzed were birth weight (BWT), weaning weight (WWT), pre-weaning average daily gain (ADG = (WWT-BWT)/age in days) and adjusted weaning weight (AWWT = BWT + (ADG x 90)). The data were checked for consistency and analyzed by fitting the following fixed-effects linear statistical model:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \delta_j + \beta_k + b(X_{ijk-}) + e_{ijkl}$$

where  $Y_{ijkl}$  is the performance record (BWT, WWT, ADG and AWWT) for the  $l$ th animal;

$\mu$  is the overall mean;

$\alpha_i$  is the effect due to calf breeding ( $i = M3G1$  and  $H3G1$ );

$\delta_j$  is the effect due to sex of calf ( $j =$  male and female);

$\beta_k$  is the effect due to year of calving ( $k = 1982-1988$ );

$b(X_{ijk-})$  is the regression of performance record on age of cow at calving, where  $b$  is the regression coefficient and  $(X_{ijk-})$  is covariate (age of cow at calving) as a deviation from its mean, and  $e_{ijkl}$  is the residual effect, which is assumed to be an independently and identically normally distributed random effect with a mean of zero and a variance of  $\sigma^2$ .

This analysis was carried out using the least squares analysis of variance procedures of SPSS (29) on a PC computer. Also included in this model were age of calf at weaning and date of birth of calf, which were found to be statistically insignificant. As a result they were dropped out of the final model.

## ■ RESULTS

Least squares analysis of variance (table I) showed that the calf genotype ( $P < 0.05$ ), year of birth ( $P < 0.01$ ) and cow age at calving ( $P < 0.01$  or  $P < 0.05$ ) affected pre-weaning average daily gain and weaning weight. It was also evident from these results that the calf genotype ( $P < 0.05$ ) and year of birth ( $P < 0.01$ ) also significantly influenced the adjusted weaning weight. The year of birth ( $P > 0.09$ ) and sex of calf ( $P > 0.06$ ) only showed a tendency to significantly affect the birth weight.

The age of cow at calving showed a significant linear relationship with the pre-weaning average daily gain and weaning weight despite the fact that these calves were separated from their dams 24 h after birth and that the calf birth date showed no significant relationship with the birth weight. The age of cow, however, had no significant association with the adjusted weaning weight. As expected, the age at weaning had an insignificant influence on the weaning weight since these calves were not allowed to run with their dams on the pastures as was the practice with beef cattle herds. Even though the year of birth significantly influenced most of these traits, there was only an apparent evidence of a decreasing trend from 1982 to 1988. This trend may have been due to the size selection used (ease of calving was a major criterion in the choice of semen for artificial insemination), and hence the production of smaller calves, rather than to the small number of animals in the earlier years of the study. It is, however, also possible that husbandry, climatic and nutritional conditions may have changed during the course of the study, and

such changes could have indirectly affected the growth of the animals. This is obvious from the pattern of growth registered from 1982 to 1985 and from 1986 to 1988.

Least squares means (table I) indicate that males were as expected 7.2 and 5.1% heavier than their female contemporaries at birth and weaning, respectively. The differences were, however, not statistically significant. From the least squares means of calf genotypes presented in table I, three-quarter-bred Holsteins were 4.1% heavier ( $P > 0.05$ ) at birth, had an 18.4% higher ( $P < 0.05$ ) rate of growth from birth to weaning and attained an 11.0 and 11.1% higher ( $P < 0.05$ ) weaning weight and adjusted weaning weight, respectively, than calves with three-quarter Montbeliard breeding.

## ■ DISCUSSION

The high rate of pre-weaning losses (57.8%) in the dairy unit suggests that the 24-hour allowance for calves to absorb antibodies from the colostrum from their dams might have been inadequate. Libersa *et al.* (18) suggest that these calves should normally be allowed at least 48 h of suckling by their dams, as the colostrum they receive from their mothers is not only richer in antibodies than ordinary cow milk but also in energy, vitamins and trace minerals, which are necessary for the growth and development of the young growing animal. This practice is especially recommended for dairy calves in the tropics, where the environment is usually laden with parasites as well as heat and humidity. Scouring was also a major cause of calf deaths in the dairy unit, probably associated with the preparation of milk for feeding these young animals. As already indicated most of these calves may also have been born with extremely small birth weights as there was a deliberate selection for small birth weight. This might also have had an effect on the pre-weaning losses.

Table I  
Least squares means of pre-weaning growth traits of crossbred dairy cattle

Source of variation	N (at birth)	BWT (kg)	N (at weaning)	ADG (kg/d)	WWT (kg)	AWWT (kg)
Overall mean	90	35.0	52	0.42	72.5	72.0
Calf breed		ns		*	*	*
M3G1	51	34.4	29	0.39	69.4	68.5
H3G1	39	35.8	23	0.46	76.4	76.4
Calf sex		ns		ns	ns	ns
Male	48	36.1	26	0.42	74.3	73.1
Female	42	33.7	26	0.42	70.7	70.9
Year		ns		**	**	**
1982	11	33.0	9	0.57	81.6	83.9
1983	11	39.3	3	0.48	83.5	80.6
1985	14	35.0	10	0.47	77.2	77.0
1986	16	36.4	9	0.36	73.7	68.5
1987	16	34.5	8	0.38	68.6	67.4
1988	22	33.1	13	0.33	61.5	63.2
Cow age		ns		**	*	*

N = number of observations; BWT = birth weight; ADG = average daily gain from birth to weaning; WWT = weaning weight; AWWT = adjusted weaning weight  
ns = not significant; \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$

Surprisingly, the year of birth in the present study only showed a tendency to influence the birth weight. This is contrary to the findings of Mbat and Ngere (25) who reported significant effects of the year and season of birth on the birth weight of Friesian cattle in neighboring Nigeria. Heat stress during gestation has been shown to reduce the birth weight in rats (5), sheep (6, 9) and cattle (11). Additionally, the dry season on the Adamawa plateau has been shown to substantially affect the cow body weight, with a recorded loss of about 20% (14). Since the cow weight is positively correlated with the calf birth weight, a loss in the cow weight is expected to contribute to reduced birth weight in calves. The early maturity of fodder grasses and the fact that these grasses are generally deficient in essential nutrients such as proteins and minerals (27) aggravate this effect. Although the effect of the season on the birth weight in the present study was confounded with that of the year of birth, it is not expected to be of any significance as pregnant dairy cows were managed somewhat intensively throughout the year. They were usually provided with supplements throughout the duration of pregnancy. This practice may somewhat account for the lack of effect of the year of birth on the birth weight.

The birth weight is related to pre-weaning growth (ADG) and the weaning weight (10, 28, 42). Therefore, a reduction in the birth weight is expected to contribute to a decrease in growth from birth to weaning and a reduction in the weaning weight. That there was no significant relationship between the age at weaning and the weaning weight in the present study may be because only bulls with a high score for calving ease were retained in the breeding program. Moreover, as previously observed, these calves were not subjected to weaning stress because they were usually raised away from their dams, i.e., they were subjected to artificial suckling in individual calf pens under specially designed housing conditions.

The surprising lack of significant sexual differences between these traits may be an indication that feeding was not adequate enough to elicit the expression of sexual dimorphism in these genotypes. Thorpe *et al.* (40) and Lubout (19) made a similar observation. Tawah *et al.* (39) have also reported a non-significant effect of sex on birth weight of Gudali calves. These results were contrary to expectations, i.e., males are usually heavier than females at all ages of the growth curve (1, 16, 36). Equally surprising was the fact that the cow age and calf growth from birth to weaning were significantly positively related, which may be an indication that prenatal maternal effects were carried over by the progeny to the period after birth, particularly as these calves were similarly managed. It is also possible that rapidly growing calves which tended to consume more milk than the slow growers may have come from higher yielding cows by chance.

Breed differences in respect of growth are an important factor for the genetic improvement of the efficiency of beef and dairy production. Three-quarter-bred Holstein crosses were heavier at weaning and gained weight faster than three-quarter-bred Montbeliard genotypes in the present study. This was as expected under similarly improved management. These results suggest that breed differences in respect of growth from birth to weaning and weaning weight of progeny are strongly associated with the genetic potential for growth. The Holstein breed has definitely a better potential for a more rapid growth up to weaning than the Montbeliard under similar production conditions. This is additional evidence that crossing Holsteins with zebu cattle breeds should provide the calves with a pre-weaning growth advantage (12). This is because Holstein crosses are much better dairy genotypes than Montbeliard crosses under improved management

conditions in the tropics (37). It is obvious, despite the production advantage of the Holstein crosses, that the economies of scale will help target the correct genotype to use under various production scenarios in the tropics.

## ■ CONCLUSION

The three-quarter-bred Holstein calves showed better growth potential from birth to weaning than those with three-quarter Montbeliard breeding. Both genetic (genotype) and non-genetic factors (cow age at birth of calf, year of birth) affected the pre-weaning growth of these calves substantially. While the appropriate genotype can be selected from a larger sample of calf genotypes, the non-genetic factors could partly be controlled by improved management. Both conditions are necessary and sufficient pre-requisites to improve production in the tropics.

## Acknowledgments

The Director of the Animal and Veterinary Research Institute is gratefully acknowledged for authorizing the publication of this study. The authors are also grateful to the head of the Wakwa Research Centre for managing the data collection and to the technicians of the Dairy Research Unit for their contributions to the data collection process. Special thanks to Messrs. Saidou M. Haman and Kehri Mouhamadou for keeping the records.

## REFERENCES

1. ABASSA P.K., MBAH D.A., ZAMBA P., TAWAH C.L., MESSINE O., OUMATE H., 1993. Factors affecting Gudali and Wakwa calf weights at birth and weaning on the Adamawa Plateau. *Trop. Anim. Health Prod.*, **25**: 179-184.
2. AGYEMANG K., NKHONJERA L.P., 1990. Productivity of crossbred cattle on smallholder farms in southern Malawi. *Trop. Anim. Health Prod.*, **22**: 9-16.
3. ARTHUR P.F., HEARNshaw H., BARLOW R., WILLIAMSON P.J., STEPHENSON P.D., DIBLEY K., 1997. Evaluation of Hereford and first-cross cows on three pasture systems. III. Milk yield and its influence on calf performance. *J. Agric. Sci.*, **129**: 91-98.
4. BARLOW R., HEARNshaw H., ARTHUR P.F., DARNELL R.E., 1994. Evaluation of Hereford and first-cross cows on three pasture systems. I. Calf growth and reproductive performance of young cows. *J. Agric. Sci.*, **122**: 121-129.
5. BENSON G.K., MORRIS L.R., 1971. Foetal growth and lactation in rats exposed to high temperatures during pregnancy. *J. Reprod. Fertil.*, **27**: 369-384.
6. BROWN D.E., HARRISON R.J.C., HINDS F.C., LEWIS H.A., WALLACE M.A., 1977. Heat stress effects on fetal development during late gestation in the ewe. *J. Anim. Sci.*, **44**: 442-451.
7. BUTSON S., BERG R.T., HARDIN R.T., 1980. Factors influencing weaning weights of range beef and dairy-beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **60**: 728-742.
8. BUVANENDRAN V., OLAYIWOLE M.B., PIOTROWSKA K.I., OYEJOLA B.A., 1981. A comparison of milk production traits in Friesian x White Fulani crossbred cattle. *Anim. Prod.*, **32**: 165-170.

9. CARTWRIGHT G.A., THWAITES C.J., 1967. Foetal stunting in sheep. I. The influence of maternal nutrition and high ambient temperatures on the growth and proportion of Merino fetuses. *J. Agric. Sci.*, **86**: 573-582.
10. CHRISTAIN L.L., HAUSER E.R., CHAPMAN A.B., 1965. Association of pre-weaning and post-weaning traits with weaning weight in cattle. *J. Anim. Sci.*, **24**: 652-659.
11. COLLIER R.J., DOELGER S.G., HEAD H.H., THATCHER W.W., WILCOX C.J., 1982. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, **54**: 309-315.
12. CUNNINGHAM B.E., MAGEE W.T., RITCHIE H.D., 1987. Effects of using sires selected for yearling weight and crossbreeding with beef and dairy breeds: birth and weaning traits. *J. Anim. Sci.*, **64**: 1591-1600.
13. CUNNINGHAM E.P., SYRSTAD O., 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. Rome, Italy, FAO, 90 p. (Anim. Prod. Health Paper No. 68)
14. DUMAS R., LHOSTE PH., 1969. La production de viande dans l'Adamaoua camerounais. In : Colloque sur l'élevage (OCAM), Fort-Lamy, Tchad, 8-13 décembre 1969, CE-FI n° 35, section 8, p. 799-805.
15. HEARNshaw H., ARTHUR P.F., KOHUN P.J., BARLOW R., 1994. Evaluation of Hereford and first-cross cows on three pasture systems. II. Growth of Hereford and Brahman sired calves out of mature cows. *J. Agric. Sci.*, **122**: 131-138.
16. JEFFREY H.B., BERG R.T., HARDIN R.T., 1971. Factors affecting pre-weaning performance in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, **51**: 561-577.
17. JOHNSON A.O., BELL T.D., 1978. Comparative performance of calves from Bunaji (White Fulani) dams and Charolais, three-quarter Friesian and Bunaji sires. *J. Agric. Sci.*, **91**: 305-308.
18. LIBERSA M., ROGER C., DE LAGRANGE H., ESPINASSE J., 1985. Le veau de boucherie, le veau d'élevage. Paris, France, Agri-Nathan, 96 p.
19. LUBOUT P.C., 1987. Environmental and genetic factors influencing production in a herd of Pedi cattle. MSc. (Agric) Thesis, University of Pretoria, South Africa.
20. MACKINNON M.J., THORPE W. BAKER R.L., 1996. Sources of genetic variation for milk production in a crossbred herd in the tropics. *Anim. Sci.*, **62**: 5-16.
21. MBAH D.A., 1982. Mortality due to rickettsia, trypanosomiasis, piroplasmiasis and streptothricosis among six genetic groups of cattle at Wakwa. *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 81-88.
22. MBAH D.A., 1982. Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamaoua) environment. I. Resistance to cattle ticks. *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 101-106.
23. MBAH D.A., 1984. Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamaoua) environment. II. Susceptibility to heat stress. *Sci. Tech. Rev., Agron. Anim. Sci. Ser.*, **1**: 125-131.
24. MBAH D.A., MBANYA J., MESSINE O., 1987. Performance of Holsteins, Jerseys and their zebu crosses in Cameroon: Preliminary results. *Rev. Sci. Tech., Ser. Agron.*, **3**: 115-126.
25. MBAP S.T., NGERE L.O., 1989. Productivity of Friesian cattle in a sub-tropical environment. *Trop. Agric.*, **66**: 121-132.
26. MCDOWELL R.E., 1985. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health and fitness. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2418-2435.
27. NDIKUM-MOFFOR F.M., YONKEU S., TAWAH C.L., MBAH D.A., PANO E.T., 1994. Mineral and crude protein content of natural pastures on Adamawa Highlands, Cameroon. *Discovery and Innovation*, **6**: 184-188.
28. NEVILLE W.E., 1962. Influence of dam's milk production and other factors on 120 day and 240 day weight of Hereford calves. *J. Anim. Sci.*, **21**: 315-320.
29. NORUSIS M.J., 1988. SPSS/PC Version 2.0. Base manual for IBM PC. Chicago, Illinois, USA, SPSS.
30. PAMO E.T., YONKEU S., 1986. Etude de l'évolution de quelques paramètres climatiques de l'environnement pastoral de Wakwa, Adamaoua, Cameroun. *Revue sci. tech., Ser. Zootech.*, **2**: 19-34.
31. PIOT J., RIPPSTEIN G., 1975. Principales espèces herbacées de quelques formations pastorales de l'Adamaoua camerounais. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28**: 427-434.
32. RAHNEFELD G.W., WEISS G.M., FREDEEN H.T., 1990. Milk yield and composition in beef cows and their effect on cow and calf performance in two environments. *Can. J. Anim. Sci.*, **70**: 409-423.
33. REGE J.E.O., ABOAGYE G.S., AKAH S., AHUNU B.K., 1994. Crossbreeding Jersey with Ghana Shorthorn and Sokoto Gudali cattle in a tropical environment: additive and heterotic effects for milk production, reproduction and calf growth traits. *Anim. Prod.*, **59**: 21-29.
34. REIMER D., NOLAN J.C. JR., CAMPBELL C.M., 1987. Breeding better beef. 3. Influence of mating system on pre-weaning performance of calves. Hawaii, USA, Hawaii Institute trop. Agric., 15 p. (Human Resources No. 077)
35. SAWYER G.J., BARKER D.J., MORRIS R.J., 1991. Performance of young breeding cattle in commercial herds in the south-west of Western Australia. 3. Calf growth, dystocia and their relationship with production and fertility measurements in first-calf heifers. *Aust. J. exp. Agric.*, **31**: 455-465.
36. TAWAH C.L., MBAH D.A., 1989. Cattle breed evaluation and improvement in Cameroon. A review of the situation. Wakwa, Cameroon, Institute of Animal Research (IRZ), 29 p.
37. TAWAH C.L., MBAH D.A., LHOSTE PH., 1996. Effects of *Bos taurus* genes on pre-weaning growth of zebu cattle on the Adamawa highlands, Cameroon. *Trop. Agric.*, **73**: 314-319.
38. TAWAH C.L., MBAH D.A., MESSINE O., ENOH M.B., TANYA V.N., 1999. Crossbreeding cattle for dairy production in the tropics: Effects of genetic and environmental factors on the performance of improved genotypes on the Cameroon highlands. *Anim. Sci.*, **69** (in press)
39. TAWAH C.L., MBAH D.A., REGE J.E.O., OUMATE H., 1993. Genetic evaluation of birth and weaning weight of Gudali and two-breed synthetic Wakwa beef cattle populations under selection in Cameroon: genetic and phenotypic parameters. *Anim. Prod.*, **57**: 73-79.
40. THORPE W., CRUICKSHANK D.K.R., THOMPSON R., 1980. Genetic and environmental influences on beef cattle production in Zambia. I. Factors affecting weaner production from Angoni, Barotse and Boran cattle. *Anim. Prod.*, **30**: 217-234.
41. TOTUSEK R., ARNETT D.W., HOLLAND G.L., WHITEMAN J.V., 1973. Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *J. Anim. Sci.*, **37**: 153-158.
42. VACCARO R., DILLARD E.R., 1966. Relationship of dam's weight and weight change to calf's growth rate in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, **25**: 1063-1068.

Reçu le 27.7.98, accepté le 7.5.99

**Résumé**

**Tawah C.L., Mbah D.A., Enoh M.B., Messine O.** Performances de veaux croisés taurins x zébus Gudali allaités artificiellement dans la zone tropicale montagneuse du Cameroun

Les effets du génotype et du sexe du veau, de l'année de naissance, de l'âge de la vache au vêlage, de l'âge du veau au sevrage et de la date de naissance du veau sur le poids à la naissance, le gain moyen quotidien avant sevrage, le poids au sevrage et le poids au sevrage ajusté ont été étudiés. Ces données ont été obtenues à partir de veaux aux trois-quarts-de-sang Montbéliard (M3G1) et aux trois-quarts-de-sang Holstein (H3G1) dans la zone tropicale montagneuse du Cameroun. Les effets du génotype du veau, de l'année de naissance et de l'âge de la vache au sevrage ont eu une influence significative sur les caractères de croissance et le poids au sevrage. Les veaux H3G1 ont été significativement plus lourds de 10% que les veaux M3G1 au sevrage. Comme prévu, les veaux mâles avaient tendance à être plus lourds à la naissance et au sevrage que les femelles du même âge. Toutefois, ces différences n'étaient pas statistiquement significatives. Par ailleurs, cette étude suggère que la génétique (génotype) et la gestion (âge de la mère et année de naissance du veau) devraient être prises en compte conjointement afin d'optimiser la croissance des bovins laitiers issus de croisements dans cet environnement.

**Mots-clés :** Bovin Holstein - Bovin Montbéliard - Zébu Gudali - Croisement - Poids au sevrage - Croissance - Génotype - Cameroun.

**Resumen**

**Tawah C.L., Mbah D.A., Enoh M.B., Messine O.** Rendimiento de cruces taurinos x cebú Gudali, sometidos a mamaderas artificiales en las tierras altas tropicales de Camerún

Se analizaron genotipo del ternero, sexo del ternero, año de nacimiento, edad de la vaca al parto del ternero, edad de destete y fecha de parto del ternero, con el fin de determinar el efecto de éstos sobre el peso al nacimiento, la ganancia promedio diaria pre destete, el peso al destete y el peso al destete ajustado. Estos datos fueron generados a partir de terneros tres cuartos raza Monbeliard (M3G1) y Holstein (H3G1), en las tierras altas tropicales de Camerún. El efecto del genotipo del ternero, del año de nacimiento y de la edad de la vaca influenciaron significativamente los rasgos de crecimiento y destete. Los terneros tres cuartos de raza Holstein fueron, significativamente, 10% más pesados que los terneros M3G1 al destete. Como era de esperar, los machos fueron más pesados al nacimiento y al destete que las hembras. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. El presente estudio sugiere que la investigación genética (genotipo) debe ser llevada a cabo en combinación con el manejo (edad de la vaca y año de nacimiento), con el fin de optimizar el crecimiento en cruces lecheros en este medio.

**Palabras clave:** Ganado bovino Holstein - Bovino ganado Montbeliard - Cebú Gudali - Cruzamiento - Peso al destete - Crecimiento - Genotipo - Camerún.

# Hormones thyroïdiennes iodées libres plasmatiques chez le dromadaire

M. El Khasmi <sup>1</sup> A.F. Derouiche <sup>1</sup>  
 F. Riad <sup>1</sup> M. Benouhoud <sup>2</sup>  
 M.J. Davicco <sup>3</sup> V. Coxam <sup>3</sup>  
 A. Safwate <sup>1</sup> J.P. Barlet <sup>\*</sup>

## Mots-clés

Chameau - Thyroxine - Triiodothyronine - Fœtus - Animal nouveau-né - Maroc.

## Résumé

Les taux plasmatiques de thyroxine libre (FT4) et de triiodothyronine libre (FT3) ont été mesurés chez 30 dromadaires mâles adultes, chez 31 chamelles non gravides et non allaitantes et chez 13 chamelles et leur fœtus de 6 mois ou leur nouveau-né, de la naissance à l'âge de 30 jours. Les valeurs basales de FT4 et de FT3 plasmatiques (pM) chez le dromadaire mâle adulte ont été respectivement de  $24,8 \pm 2,8$  et  $8,6 \pm 1,4$ . Au cours de la gestation (6 mois), ces valeurs (pM) ont été respectivement de  $43,4 \pm 4,1$  et  $1,4 \pm 0,4$  chez le fœtus, et de  $31,1 \pm 2,8$  et  $16,9 \pm 2,1$  chez la chamelle. Chez le chamelon, les taux de FT4 ( $50,7 \pm 4,1$ ) et de FT3 ( $18,6 \pm 2,3$ ) plasmatiques (pM), très élevés à la naissance, ont diminué progressivement jusqu'au 7<sup>e</sup> jour (FT4 :  $28,3 \pm 2,8$  ;  $P < 0,05$  ; FT3 :  $9,6 \pm 1,7$  ;  $P < 0,05$ ), puis sont restés stables jusqu'au 30<sup>e</sup> jour. L'évolution périnatale et postnatale des taux de FT4 et de FT3 plasmatiques chez la chamelle et son chamelon était similaire à celle rapportée chez les autres ruminants domestiques.

## INTRODUCTION

Chez les mammifères, la glande thyroïde occupe une place physiologique importante au cours du développement et de la croissance fœtale (25) et postnatale (11, 47). Les hormones thyroïdiennes, thyroxine (T4) et triiodothyronine (T3), sont connues pour être des hormones à vocation multiple. Elles sont essentielles au développement de l'os, du système nerveux et de nombreux organes comme le foie, le cœur, le rein, le diaphragme, le poumon, et

l'intestin (11, 26, 43). Au cours de la gestation, toute insuffisance thyroïdienne entraîne un retard de croissance fœtale et compromet les chances de maturité tissulaire. Chez le fœtus ovin, la thyroïdectomie *in utero* engendre une anémie chronique (59) et une immaturité de l'os, du cœur, du thymus et du cerveau (17). Chez la brebis gravide, un régime carencé en iode retarde le développement du système nerveux du fœtus (33). Chez la rate gravide, l'hypothyroïdie induit par le propylthiouracil provoque des lésions nerveuses (29), une réduction du taux d'hormone de croissance (GH) plasmatique, du poids corporel (20) et une altération des fonctions auditives et motrices (22). Chez le nouveau-né humain hypothyroïdien, le poids corporel (55) et le nombre de lymphocytes (12) sont réduits. Dans les mêmes conditions, le squelette (27) et le système nerveux (47) sont immatures, et les troubles respiratoires sont fréquents (16).

Au cours du développement périnatal, par leur effet stimulant sur la synthèse du surfactant pulmonaire, les hormones thyroïdiennes sont indispensables à la maturité du poumon (5, 16, 44). Ces hormones sont également capables de stimuler la prolifération des cellules rénales chez le fœtus de rat (3), la production

1. UR Hormones et métabolisme chez le dromadaire, Département de biologie, Faculté des sciences II, Ben M'sik, Université Hassan II-Mohammedia, Casablanca, Maroc

2. Laboratoire de radioanalyse, Anoual III, Casablanca, Maroc

3. INRA Clermont-Ferrand/Theix, France

\* Auteur pour la correspondance

Métabolisme minéral, Unité maladies métaboliques et micronutriments, Inra Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle, France

Tél : +33 (0)4 73 62 42 31 ; fax : +33 (0)4 73 62 46 38

d'érythropoïétine et la formation des réticulocytes chez le fœtus ovin (60). L'action des hormones thyroïdiennes pourrait être directe (46) et/ou indirecte, en influençant la production et la sécrétion de GH (18) ou de certaines cytokines (28). Elles influencent également le métabolisme lipidique. Cependant, chez le dromadaire mâle, la triiodothyroninémie totale ( $14 \pm 2$  nM) et la thyroxinémie totale ( $230 \pm 0,1$  nM) ne varient pas en fonction de l'âge ou du taux de cholestérol de l'animal (57). De plus, chez la femelle privée de nourriture pendant quatre jours puis réalimentée, aucune variation significative de la thyroxinémie n'est observée (13).

Compte tenu du rôle important joué par les hormones thyroïdiennes au cours du développement périnatal et néonatal, il était intéressant de mesurer les valeurs basales des taux plasmatiques de thyroxine libre (FT4) et de triiodothyronine libre (FT3) chez le dromadaire adulte du Sud marocain, et d'étudier l'évolution de leurs taux chez la chamelle gravide et en lactation, et chez le chamelon fœtal et nouveau-né.

## ■ MATERIEL ET METHODES

La détermination des valeurs basales des taux de FT4 et de FT3 plasmatiques a été réalisée sur 61 dromadaires adultes (*Camelus dromedarius*), appartenant à la station d'élevage camelin de Laâyoune, dans le Sud marocain à 1 500 km de Casablanca. En bon état sanitaire au moment de l'expérimentation, ils recevaient quotidiennement un mélange de foin de légumineuses et de concentré à base de céréales leur assurant une ingestion journalière de 5 g de sodium, 25 g de potassium, 35 g de calcium et 10 g de phosphore. Les animaux subissaient un traitement antiparasitaire deux fois par an.

Trente mâles et 31 femelles non gravides et non en lactation, âgés de 8 ans et pesant  $290 \pm 23$  kg, ont été utilisés. Des prélèvements de sang ont également été réalisés sur six chamelles âgées de 8 ans, pesant  $310 \pm 30$  kg, abattues au 6<sup>e</sup> mois de gestation et sur leur fœtus. L'évolution postnatale des taux de FT4 et de FT3 plasmatiques a été étudiée sur sept chamelles en lactation et leur chamelon nouveau-né, depuis la mise bas jusqu'à l'âge de 30 j. Les chamelles en 3<sup>e</sup> lactation étaient âgées de 8 ans et pesaient  $300 \pm 29$  kg juste après la mise bas. Les nouveau-nés (4 femelles

et 3 mâles) avaient un poids corporel de  $32 \pm 2$  kg à la naissance. Les prélèvements sanguins sur les mères et les nouveau-nés ont été effectués à la délivrance (0 h), puis 24 h, 48 h, 3 j, 7 j, 10 j, 15 j, 20 j et 30 j après la mise bas.

Les prises de sang, réalisées par ponction de la jugulaire, ont été effectuées à 9 h du matin. Les tubes contenant EDTA et un inhibiteur des peptidases (Iniprol, laboratoires Choay, Gentilly, France ; 500 KUI/ml) ont été placés immédiatement dans un bain de glace à +4 °C. Après centrifugation à 3 500 g pendant 10 min, les plasmas ont été recueillis et congelés à -20 °C jusqu'aux dosages ultérieurs.

La thyroxine libre (FT4) et la triiodothyronine libre (FT3) ont été dosées par radio-immunologie en utilisant les trousse Cis-Bio international (Oris, Gif-sur-Yvette, France) (14, 15). Les pentes des droites correspondant au standard humain ou au plasma camelin ne sont pas significativement différentes (figures 1 et 2).

Dans les conditions expérimentales de l'étude, la sensibilité du dosage a été de 1,1 pM pour FT3 et de 2,8 pM pour FT4. Les variations intra-dosages et inter-dosages ont été respectivement de 6,8 et 7,4 p. 100 pour FT3 et de 8,5 et 9,2 p. 100 pour FT4.

Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne plus ou moins l'écart-type ( $x \pm$  SEM). L'influence éventuelle du temps sur un lot d'animaux a été évaluée par l'analyse de variance à une voie. La signification des différences observées simultanément entre animaux a été appréciée en utilisant respectivement le test U de Mann et Whitney ou le test t de Student-Fisher selon que la taille des populations était respectivement inférieure ou supérieure à dix animaux.

## ■ RESULTATS

### Valeurs basales de FT4 et FT3 plasmatiques du dromadaire adulte

Les valeurs basales de FT4 et de FT3 plasmatiques (pM) du dromadaire adulte ont été respectivement de  $24,8 \pm 2,8$  et  $8,6 \pm 1,4$ . Aucune différence significative entre les valeurs n'a été observée chez les mâles (FT4 :  $24,8 \pm 2,8$  ; FT3 :  $8,6 \pm 1,5$ ) ni chez les femelles (FT4 :  $24,3 \pm 3$  ; FT3 :  $8,5 \pm 1,2$ ).

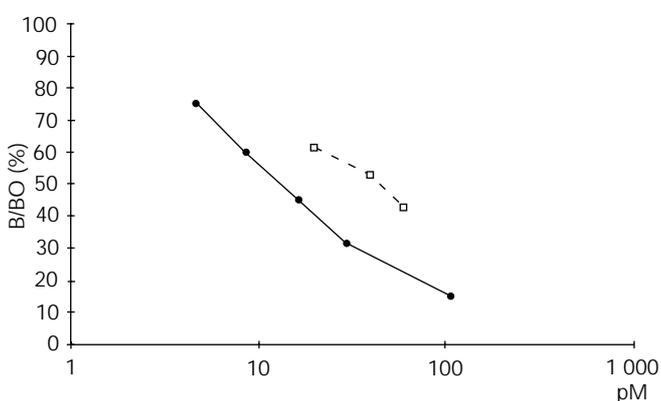


Figure 1 : comparaison de la courbe standard humaine de FT4 (trait plein) avec celle obtenue par dilution d'un plasma de dromadaire (trait pointillé).

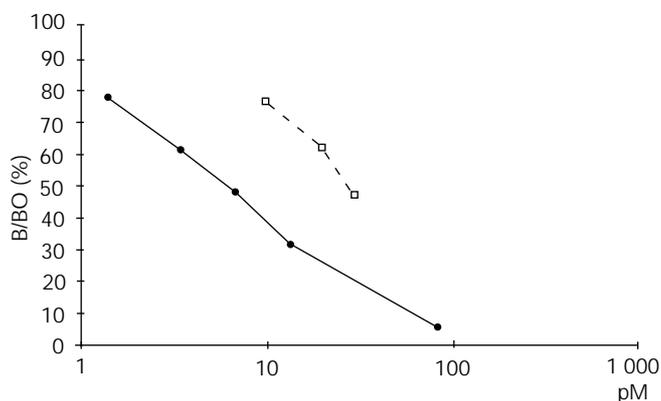


Figure 2 : comparaison de la courbe standard humaine de FT3 (trait plein) avec celle obtenue par dilution d'un plasma de dromadaire (trait pointillé).

### Taux de FT4 et FT3 plasmatiques chez la chamelle gravide et le fœtus

Les taux de FT4 et FT3 plasmatiques (pM) ont été respectivement de  $43,4 \pm 4,1$  et  $1,4 \pm 0,4$  chez le fœtus âgé de 6 mois et de  $31,1 \pm 2,8$  et  $16,9 \pm 2,1$  pM chez la chamelle gravide (figures 3 et 4).

### Evolution des taux de FT4 et FT3 plasmatiques chez la chamelle en lactation et chez son chamelon nouveau-né

Immédiatement après la délivrance, les taux de FT4 et de FT3 mesurés chez la chamelle ont été significativement inférieurs à ceux observés au cours de la gestation ( $p < 0,05$ ) ou chez les animaux non gravides ( $p < 0,05$ ). Ces taux sont restés bas chez la femelle jusqu'au 7<sup>e</sup> jour de lactation, ont augmenté progressivement et se sont stabilisés à partir du 15<sup>e</sup> jour postnatal (figures 3 et 4).

A la naissance, le taux de FT4 plasmatique (pM) du chamelon ( $50,7 \pm 4,1$ ) a été supérieur à celui de la mère ( $12,4 \pm 2,6$ ) (figure 3). Le taux de FT3 plasmatique (pM) fœtal ( $1,4 \pm 0,4$ ) a augmenté significativement 24 h après la naissance pour atteindre alors  $18,6 \pm 2,3$  ( $p < 0,05$ ), puis a diminué progressivement jusqu'au 7<sup>e</sup> jour ( $9,6 \pm 1,7$ ) et s'est stabilisé jusqu'au 30<sup>e</sup> jour postnatal ( $8,7 \pm 1,2$ ) (figure 4).

## DISCUSSION

Dans le sang humain, la globuline vectrice de la thyroxine (TBG) lie environ 75 p. 100 de la T4, mais possède une moindre affinité pour la T3. Ainsi, les hormones libres (FT3 et FT4), les seules capables de se lier aux récepteurs, représentent respectivement 0,4 p. 100 de la T3 et 0,02 p. 100 de la T4 (52). Chez le dromadaire mâle adulte, la valeur moyenne de FT4 plasmatique obtenue ( $24,8 \pm 2,8$  pM) a été très proche de celle rapportée par Bengoumi pour la même espèce ( $25 \pm 4$  pM) (6). Elle n'était pas non plus significativement différente de celle rapportée par Fisher chez l'homme ( $12 \pm 32$  pM) (19).

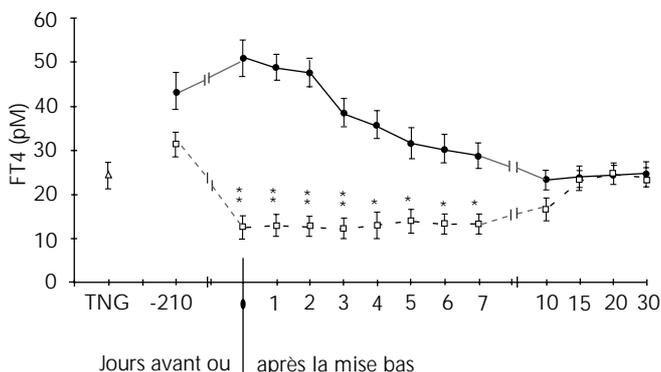
Les concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes circulantes varient d'une espèce à l'autre. Elles varient également en fonction des cycles circadien et saisonnier (56) : l'activité thyroïdienne du dromadaire est intense en été, lorsque l'eau est disponible, mais ralentie après la déshydratation. Ce ralentissement, en modérant la perte hydrique par la voie pulmonaire, suite à la diminution du métabolisme basal, permet ainsi à l'animal de réaliser une certaine économie d'eau (58). L'hormonémie thyroïdienne varie également en fonction de l'apport alimentaire en iode et de la température ambiante (36). S'il n'existe pas de données bibliographiques concernant les effets des variations de ces paramètres chez le dromadaire, chez le bovin, les taux de FT4 et de FT3 plasmatiques sont plus bas le matin que le soir (7) ou qu'immédiatement après le repas (23, 49).

Chez la femelle gravide, les taux de FT4 et de FT3 plasmatiques ont été plus élevés que chez ceux de la femelle non gravide et non allaitante. L'élévation des concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes au cours de la gestation a été rapportée chez la rate (11), la lapine (48), la vache (21), la chamelle indienne (1) et la femme (9). Ces taux élevés sont nécessaires aux besoins énergétiques accrus au cours de la gestation (39) et à la production de lait après la délivrance (54). Au cours de la gestation, les taux d'hormones thyroïdiennes plasmatiques de la chamelle de race Bikanewi ne sont influencés ni par son âge, ni par le sexe de son fœtus (1).

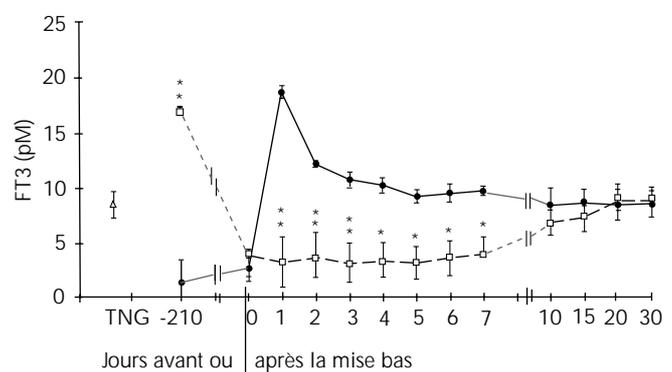
Pendant les sept jours qui ont suivi la délivrance, les concentrations plasmatiques de FT4 et de FT3 chez la chamelle sont restées inférieures à celles mesurées chez les animaux non gravides et qui n'étaient pas en lactation (figure 3). Cette évolution était proche de celle observée chez la chamelle de Bactriane (2).

Chez le chamelon fœtal âgé de 6 mois, le taux de FT4 plasmatique a été plus élevé que celui mesuré chez sa mère. Une élévation similaire de ce taux a été rapportée chez les fœtus bovin (40), ovin (38) et humain (24). Une thyroxinémie élevée a également été mise en évidence au cours de la vie postnatale chez le veau (45), l'agneau (38), le porc (8) et l'homme (53).

Chez ce fœtus camelin, le taux de FT3 a été très réduit. Les résultats obtenus chez le fœtus de veau (38), d'agneau (38), de porc (8) et humain (53) ont également montré de faibles taux de T3 totale plasmatique. Selon Nathanielsz et Thomas (42), le taux de T3 plasmatique s'élève très peu chez le fœtus d'agneau après injection de



**Figure 3 :** évolution des taux plasmatiques (pM) de thyroxine libre (FT4) après la mise bas chez la chamelle (pointillé) et le chamelon (trait plein) ; TNG : témoins non gravides ; moyenne  $\pm$  écart-type ; \*  $p < 0,05$  ; \*\*  $p < 0,01$ , comparaison avec le chamelon.



**Figure 4 :** évolution des taux plasmatiques (pM) de triiodothyronine libre (FT3) après la mise bas chez la chamelle (pointillé) et le chamelon (trait plein) ; TNG : témoins non gravides ; moyenne  $\pm$  écart-type ; \*  $p < 0,05$  ; \*\*  $p < 0,01$ , comparaison avec le chamelon.

thyroïdostimuline (TSH), ce qui pourrait en partie résulter d'un système de conversion de T4 en T3 encore immature durant la vie fœtale. D'ailleurs, chez le fœtus de rat, le phénomène de conversion de T4 en T3 ne semble s'accélérer qu'en fin de gestation (48). Au cours de la vie fœtale, la T4 apparaît dans la circulation dès le 60<sup>e</sup> jour chez le fœtus humain (24). Celui-ci est néanmoins capable de produire la TSH dès la 12<sup>e</sup> semaine de vie (4). Des examens histologiques du cerveau fœtal ont montré que l'hypophyse commence à se former dès la 4<sup>e</sup> semaine de la vie fœtale chez le chamelon (34) et dès la 6<sup>e</sup> semaine chez le fœtus humain (24). Selon les résultats de cette étude, il semble plausible que le faible taux de FT3 mesuré chez le fœtus camelin puisse stimuler la sécrétion de TSH par l'hypophyse fœtale, ce qui expliquerait les valeurs relativement élevées des taux de FT4 plasmatique.

Après la naissance, des taux élevés de FT4 et FT3 ont été observés chez les chamelons. Cette augmentation postnatale a également été observée pour la T4 et la T3 chez le chamelon de Bactriane (2), le veau (41) et le nourrisson humain (31). A la naissance, le veau présente une élévation de la thyroïxémie totale

voisine de celle mesurée chez le veau de 3 mois cliniquement hyperthyroïdien (10). Simultanément, les taux de FT4 et de FT3 plasmatiques sont également élevés chez le veau (30) et le nourrisson humain (31). La baisse des concentrations de FT4 et de FT3 circulantes dès le 2<sup>e</sup> jour de vie postnatale (figures 3 et 4) a également été observée chez le veau (51). Le taux de FT3 plasmatique, très réduit au cours de la vie fœtale, a augmenté brutalement 24 h après la naissance du chamelon (figures 3 et 4). Une évolution similaire a été rapportée chez le veau, aussi bien pour la FT3 (30) que pour la triiodothyroninémie totale (14, 41). Ces variations du taux d'hormones thyroïdiennes plasmatiques observées au cours de la période néonatale pourraient être provoquées, d'une part, par une décharge brutale de TSH par l'hypophyse du nouveau-né et, d'autre part, par le déclenchement de la synthèse des enzymes de conversion de T4 en T3 (50).

En conclusion, les variations des concentrations plasmatiques observées chez le dromadaire au cours de la gestation et chez le jeune au cours de la période périnatale ont été très voisines de celles mesurées chez les autres ruminants : ovins (14), bovins (15) et chameaux de Bactriane (2).

## BIBLIOGRAPHIE

1. AGARWAL S.P., KHANNA N.D., AGARWAL V.K., DWARAKNATH P.K., 1989. Circulating concentrations of thyroid hormones in pregnant camels. *Theriogenology*, **31**: 1239-1247.
2. AGARWAL S.P., RAI A.K., KHANNA N.D., ALLEN W.R., HIGGINS A.J., MAYHEW I.G., SNOW D.H., WADE J.F., 1992. Hormonal studies in postpartum female camels and their neonates. In: Proc. First International Camel Conference, Dubai, United Arab Emirates, February 2-6, 1992, p. 143-148.
3. ARKHIPENKO V.I., KUVIK A.P., MOROZOVA S.B., POGORELOVA L.I.A., SPITZA A.I., 1988. Effect of thyroxine and prednisolone and the exogenous RNA induced by them on the proliferation of cells. *Arkh-Anat. Gistol-Embriol.*, **95**: 57-61.
4. ASA S.L., KOVACS K., LASZLO F.A., DOMOKOS I., EZRIN C., 1986. Human fetal adenohypophysis. Histologic and immunocytochemical analysis. *Neuroendocrinology*, **43**: 308-316.
5. BARYLA-PANKIEWILZ E., 1992. Effect of thyroxine on maturation in rabbit fetuses. *Ann. Acad. Med. Stetin.*, **38**: 173-189.
6. BENGOUIMI M., 1992. Biochimie clinique du dromadaire et mécanismes de son adaptation à la déshydratation. Thèse Doct. Sci. agr. vet., Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 184 p.
7. BITMAN J., TAO H., AKERS R.M., 1984. Triiodothyronine and thyroxine during gestation in dairy cattle selected for high and low milk production. *J. Dairy Sci.*, **67**: 2614-2619.
8. BRENNER K.V., PETHES G., GURTLER H., LOSONCZY S., GRUN E., 1980. Thyroxine and triiodothyronine blood plasma concentrations in sows and newborn pigs. *Endokrinologie*, **75**: 20-28.
9. BURROW G.N., FISHER D.A., LARSEN P.R., 1994. Maternal and fetal thyroid function. *New Engl. J. Med.*, **331**: 1072-1078.
10. CABELLO G., 1976. Evolution plasmatique de quelques paramètres biochimiques et hormonaux chez le veau nouveau-né. Thèse Doct. Université, Université de Clermont-Ferrand, France, 156 p.
11. CANAVAN J.P., HOLT J., EASTON J., SMITH K., GOLDSPIK D.F., 1994. Thyroid induced changes in the growth of the liver, kidney and diaphragm of neonatal rats. *J. Cell. Physiol.*, **161**: 49-54.
12. COMSA J., LEONHART H., OZMINSKI K., 1979. Hormonal influences on the secretion of the thymus. *Thymus*, **1**: 81.
13. DAHLBORN K., BENLAMLH S., ZINE-FILALI R., GUEROULALI A., HOSSAINI-HILALI J., OUKESSOU M., 1992. Food deprivation and refeeding in the camel (*Camelus dromedarius*). *Am. J. Physiol.*, **262**: R1000-R1005.
14. DAVICCO M.-J., LEFAIVRE J., BARLET J.-P., 1982. Plasma iodothyronine levels in lambs during the perinatal period: influence of thyrotropin injection. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **22**: 557-567.
15. DAVICCO M.-J., VIGOUROUX E., DARDILLATC., BARLET J.-P., 1982. Thyroxine, triiodothyronine and iodide in different breeds of newborn calves. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **22**: 355-362.
16. DUDKIEWICZ J., OSLISLO A., 1995. The effect of intra amniotically administered L-thyroxin on pulmonary efficacy of newborns delivered prematurely. *Zentralbl. Gynakol.*, **117**: 134-137.
17. ERENBERG A., OMORI K., MENKES J.H., FISHER D.A., 1974. Growth and development of the thyroidectomized ovine fetus. *Pediatric Res.*, **8**: 783-789.
18. EVANS R.M., BIRNBERG N.C., ROSENFELD M.G., 1982. Glucocorticoid and thyroid hormones transcriptionally regulate growth hormone gene expression. *Proc. natl. Acad. Sci. USA*, **79**: 7659-7665.
19. FISHER D.A., 1996. Physiological variations in thyroid hormones, physiological and pathological considerations. *Clin. Chem.*, **42**: 135-139.
20. FROELICK P.A., MESERVE L.A., 1982. Altered growth patterns and depressed pituitary growth hormone content in young rats: effects of pre- and post-natal thiouracil administration. *Growth*, **46**: 296-305.
21. GEROLF B.J., HERDT T.H., WELLS W.W., NACHREINER R.F., EMERY R.S., 1986. Inositol and hepatic lipodosis. II. Effect of inositol supplementation and time from parturition on serum insulin, thyroxine and their relationship to serum and liver lipids in dairy cows. *J. Anim. Sci.*, **62**: 1693-1702.

22. GOLDEY E.S., KEHN L.S., REHNBERG G.L., CROFTON K.M., 1995. Effects of developmental hypothyroidism on auditory and motor function in the rat. *Toxicol. appl. Pharmacol.*, **135**: 67-76.
23. GOPINATH R., KITTS W.D., 1984. Plasma thyroid hormone concentrations in growing beef steers implanted with estrogenic anabolic growth promotants. *Growth*, **48**: 515-526.
24. GREENBERG A.H., CZERNICHOW P., REBA R.C., TYSON J., BLIZZARD R.M., 1970. Observations on the maturation of thyroid function in early fetal life. *J. Clin. Invest.*, **49**: 1790-1803.
25. HAFNER A., WANKE R., SCHMIDT P., HANICHEN T., BISE K., 1991. Hypopituitarism of fetus, possible cause of prolonged gestation in a cow. *Tierarzt. Pra.*, **19**: 258-262.
26. HOLT J., CANAVAN J.P., GOLDSPIK D.F., 1993. Influence of thyroid hormones on the growth of the lungs in perinatal rats. *Int. J. Develop. Biol.*, **37**: 467-472.
27. ILLIG R., LARGO R.H., WEBER M., AUGSBURGER T., LIPP A., WISSLER D., PERRENOUD A.E., TORRESANI J., 1986. Sixty children with congenital hypothyroidism detected by neonatal thyroid: mental development at 1, 4 and 7 years, a longitudinal study. *Acta Endocrinol.*, **279**: 346-353.
28. LAKATOS P., STERN P.H., 1992. Effects of cyclosporins and transforming growth factors  $\beta 1$  on thyroid hormone action in cultured fetal rat lamb bones. *Calcif. Tissue Int.*, **50**: 123-128.
29. LAKSHMY R., SRINIVASARAO P., 1997. Effect of thiocyanate on microtubule assembly in rat brain during post natal development. *Int. J. Develop. Neurosci.*, **15**: 87-94.
30. LARSSON B., TRAVEN M., HULTEN C., HARD A.F., SEGERSTAD C., BELANK K., ALENIUS S., 1995. Serum concentration of thyroid hormones in calves with a transient or persistent infection with bovine viral diarrhoea virus. *Res. vet. Sci.*, **58**: 186-189.
31. LIAPIS N., SCHLEBUSCH H., 1988. Reference values for the concentrations of triiodothyronine, thyroxine and thyrotropin in the blood serum of euthyroid children. Method: Luminescence enhanced enzyme immunoassay. *Klin. Pediatr.*, **200**: 410-413.
32. LIAPIS N., SCHLEBUSCH H., VONPERJES M., BERG I. 1991. Reference value for blood levels of free thyroxine, free triiodothyronine and thyroxine binding globulins in euthyroid children. Method: Luminescence enhanced enzyme immunoassay. *Klin. Pediatr.*, **203**: 113-115.
33. MANO M.T., POTTER B.J., BELLING G.B., MARTIN D.M., GRAGG B.G., CHAVADE J.J., HETZEL B.S., 1989. The effect of thyroxine, 3,5-dimethyl 3' isopropyl L thyronine and iodized oil on fetal brain development in the iodine deficient sheep. *Acta. Endocrinol.*, **121**: 7-15.
34. MARAL I.F.F., EL ENANY T.M., ABDINE A.M.M., 1990. Prenatal development of adenohypophysal cell types ovary and uterus of dromedary camel. *Arch. exp. vet. Med.*, **44**: 581-589.
35. MARTINET J., HOUEBINE L.M., 1993. Glande mammaire, mammogénèse, facteurs de croissance, lactogénèse. In : Martinet J., Houebine L.M. eds., Biologie de la lactation. Versailles, France, Inserm/Inra éditions, p. 1-29.
36. MEDEIROS NETO G., 1995. Iodine deficiency disorders. In: Degroot L.J., Besesser M., Burger H.G., Jameson J.L., Loriaux D.L., Marshall J.C. eds., Endocrinology, 3rd ed. Philadelphia, PA, USA, WB Saunders, p. 291-293.
37. MORREALE de ESCOBAR G., OBREGON M.J., CALVO R., ESCOBAR del REY F., 1993. Effects of iodine deficiency on thyroid hormone metabolism and the brain in fetal rats; the role of the maternal transfer of thyroxine. *Am. J. clin. Nutr.*, **57**: 280S-285S.
38. NATHANIELSZ P.W., 1975. Thyroid function in the fetus and newborn mammal. *Br. med. Bull.*, **31**: 51-56.
39. NATHANIELSZ P.W., SILVER M., COMLINE R.S., 1973. Plasma triiodothyronine concentration in the fetal and newborn lamb. *J. Endocrinol.*, **58**: 683-684.
40. NATHANIELSZ P.W., SILVER M., COMLINE R.S., THOMAS A.L., 1974. Thyroid function in the fetal calf. *J. Endocrinol.*, **61**: 111-116.
41. NATHANIELSZ P.W., THOMAS A.L., 1973. Plasma triiodothyronine concentration in the newborn calf. *Experientia*, **29**: 1426.
42. NATHANIELSZ P.W., THOMAS A.L., 1974. The release of thyrotrophin in response to thyrotrophin releasing hormone (TRH) in the pregnant ewe, lamb fetus and neonatal lamb. *J. Physiol. (London)*, **242**: 108-109.
43. NICOLL C.S., LIU L., ALARID E., CHIANG M., RUSSEL S.M., 1991. Analysis of the role of hormones and growth factors in growth control and tissue differentiation using transplanted mammalian embryos and fetal structures. *Growth Regul.*, **1**: 133-144.
44. PLOPPER C.G., KENDALL J.Z., SALDAGAUTIER L.R., ARIAS-BRAVO J.W., RIVERA-ALCINA M.E., SZMYD S., WEBB P.D., 1984. Lung development in the nephrectomized ovine fetus. *J. Develop. Physiol.*, **6**: 313-327.
45. REINEKE E.P., HERNANDEZ M.V., OXENDER W.D., 1971. Thyroid function in the fetal and neonatal bovine. *Fed. Proc.*, **30**: 2.
46. RIZZOLI R., POSER J., BURGI U., 1986. Nuclear thyroid hormone receptors in cultured bone cell. *Metabolism*, **35**: 71-74.
47. ROKOVER Y., SHARVIT Y., TAMIR I., WEINER E., LUBOSHITSKY R., 1993. Congenital hypothyroidism in the Jezreel valley. *Harefuah*, **124**: 460-463.
48. SALAKHOVA N.S., SAIPOV T.D., TURAKULOVA F.I.A., TURAKULOV I., 1978. Thyroid hormone metabolism and the functional activity of the thyroid gland in mother and fetus. *Ontogenez*, **9**: 594-600.
49. SANCHEZ J.M., 1995. Iodine in bovine nutrition. *Nutr. Anim. Trop.*, **2**: 95-120.
50. SLEBODZINSKI A.B., 1986. Perinatal thyroid activity in farm animals and the role of iodo compounds in maternal milk. *Endocrinol. Exp.*, **20**: 229-246.
51. STEINHARDT M., THIELSCHER H.H., VON-HORN R., SMIDT D., 1995. Thyroid hormones in cesarean delivered suckling calves after birth and in the first days of life, maternal fetal relations and early postnatal adaptation reactions. *Dtsch-Tierarztl-Wochenschr*, **102**: 430-434.
52. TEPPERMAN J., 1969. Physiologie endocrine et métabolisme. Paris, France, Masson.
53. THORPE BEESTON J.G., NICOLAIDES K.H., Mc GREGOR A.M., 1992. Fetal thyroid function. *Thyroid*, **2**: 202-217.
54. TOMOV T., ILIEV I., TODOV I., GEORGIEV P., 1987. Mechanisms of the lactogenic action of the thyroid hormones and non specific resistance in ruminants. *Vet. Med. Nauki*, **24**: 27-36.
55. TONATIG G., LEGER J., TONBLANC J.E., FARRIAUX J.P., STRICKENS C., PONTE C., DAVID M., 1997. A thyroxine dosage of 8 microgrammes/kg/day is appropriate for the initial treatment of the majority of infants with congenital hypothyroidism. *Europ. J. Pediatr.*, **156**: 94-98.
56. VANCAUTER E., TUREK F.W., 1995. Endocrine and other biological rythms. In: Degroot L.J., Besesser M., Burger H.G., Jameson J.L., Loriaux D.L., Marshall J.C., eds. Endocrinology, 3rd ed. Philadelphia, PA, USA, WB Saunders, p. 2487-2548.
57. WASFI I.A., EL TAYEB F.M.A., EL TAHER A.Y., 1987. Thyroid hormones, cholesterol and triglyceride levels in the camel. *Res. vet. Sci.*, **42**: 418.
58. YAGIL R., ETZION Z., GANANI J., 1978. Camel thyroid metabolism: effect of season and dehydration. *J. appl. Physiol.*, **45**: 540-544.
59. ZANJANI E.D., 1980. Liver to kidney switch of erythropoietin formation. *Exp. Hematol.*, **8**: 29-40.
60. ZANJANI E.D., BANISADRE M., 1979. Hormonal stimulation of erythropoietin production and erythropoiesis in anephric sheep fetuses. *J. clin. Invest.*, **64**: 1181-1187.

Reçu le 14.10.98, accepté le 27.4.99

### Summary

El Khasmi M., Derouiche A.F., Riad F., Benouhoud M., Davicco M.J., Coxam V., Safwate A., Barlet J.P. Plasma free iodinated thyroid hormones in camels

Plasma free thyroxine (FT4) and triiodothyronine (FT3) levels were measured in 30 adult male camels, 31 non-pregnant non-lactating female camels, and 13 female camels and their fetuses or newborns from birth to 30 days. In adult males plasma FT4 and FT3 concentrations were  $24.8 \pm 2.8$  pM and  $8.6 \pm 1.4$  pM, respectively. During the sixth month of pregnancy, they were  $43.4 \pm 4.1$  pM and  $1.4 \pm 0.4$  pM in fetuses, and  $31.1 \pm 2.8$  pM and  $16.9 \pm 2.1$  pM in their dams, respectively. In the newborn, the concentrations were very high at birth ( $50.7 \pm 4.1$  pM and  $18.6 \pm 2.3$  pM, respectively), gradually decreased until day 7 to  $28.3 \pm 2.8$  pM ( $P < 0.05$ ) and  $9.6 \pm 1.7$  pM ( $P < 0.05$ ), respectively, then remained stable until day 30. Changes in perinatal and postnatal levels of plasma FT4 and FT3 in the female camel and her newborn were similar to those observed in other domestic ruminants.

**Key words:** Camel - Thyroxine - Triiodothyronine - Fetus - Newborn animal - Morocco.

### Resumen

El Khasmi M., Derouiche A.F., Riad F., Benouhoud M., Davicco M.J., Coxam V., Safwate A., Barlet J.P. Hormonas tiroideas iodizadas libres plasmáticas en el dromedario

Se midieron las tasas plasmáticas de tiroxina libre (FT4) y de triyodotironina libre (FT3) en 30 dromedarios machos adultos, 31 hembras no grávidas y no lactantes y 13 hembras y sus fetos de 6 meses o sus recién nacidos, del nacimiento a los 30 días. Los valores basales de FT4 y de FT3 plasmáticos (pM) en el dromedario macho adulto fueron respectivamente de  $24,8 \pm 2,8$  y  $8,6 \pm 1,4$ . Durante la gestación (6 meses), estos valores (pM) fueron respectivamente de  $43,4 \pm 4,1$  y  $1,4 \pm 0,4$  en el feto y de  $31,1 \pm 2,8$  y  $16,9 \pm 2,1$  en la hembra. En el camellejo, las tasas de FT4 ( $50,7 \pm 4,1$ ) y de FT3 ( $18,6 \pm 2,3$ ) plasmáticas (pM), muy altas al nacimiento, disminuyeron progresivamente hasta el 7mo día (FT4:  $28,3 \pm 2,8$ ;  $P < 0,05$ ; FT3:  $9,6 \pm 1,7$ ;  $P < 0,05$ ), manteniéndose luego estables hasta el día 30. La evolución peri y post natal de las tasas de FT4 y de FT3 plasmáticas en la hembra y su camellejo fue similar a la reportada en otros rumiantes domésticos.

**Palabras clave :** Camello - Tiroxina - Triyodotironina - Feto - Animal recién nacido - Marruecos.

# Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian sheep in the Sahel region

I.O. Igbokwe<sup>1</sup> G.S. Bah<sup>1</sup>

## Key words

Sheep - Glutathione - Erythrocyte - Nigeria.

## Summary

The erythrocyte glutathione (GSH) concentrations of 101 Nigerian Sahel sheep of mixed breeds ranged from 9.2 to 109.4 ( $45.1 \pm 18.8$ ) mg/dl of red blood cells (RBC) or 0.3-3.1 ( $1.7 \pm 0.6$ ) mg/g of hemoglobin (Hb). The majority of sheep (72.3%) had low erythrocyte glutathione concentrations ( $< 55$  mg/dl RBC). The frequency distribution of the values was normal with modal classes at 41-50 mg/dl RBC and 1.6-2.0 mg/g Hb. The erythrocyte GSH values in milligrams per deciliter RBC and milligrams per gram of hemoglobin were strongly correlated, but did not correlate with the packed cell volume and hemoglobin or anemia.

## ■ INTRODUCTION

An inheritable erythrocyte glutathione (GSH) polymorphism was reported in several sheep breeds according to a review by Agar (1). Sheep having erythrocyte GSH concentrations above 55 mg/dl of red blood cells (RBC) were considered to have high (normal) GSH, while those with values below were considered to have low (deficient) GSH (19). In Finnish Landrace sheep, low GSH was caused by lack of availability of cysteine (a GSH precursor) in the erythrocytes resulting from an impaired permeability of the amino acid into the cells (23, 24). In Tasmanian Merino sheep, low erythrocyte GSH was due to a diminished activity of  $\gamma$ -glutamyl cysteine synthetase (25). A backcross breeding between GSH-deficient Finnish and Merino sheep produced lambs which had inherited both types of GSH deficiencies, and with more severe GSH deficiency (22).

Erythrocytes with low GSH have a shortened life span (18) and tend to be more prone to Heinz body formation than normal ones (21). Sheep with low erythrocyte GSH concentrations have lower ewe and lamb weights at different ages, lower milk production and a disadvantage in the number of lambs born (4, 5), but they produce more wool (11) than those with high GSH.

Balami, Uda and Yankasa sheep breeds are found in the semi-arid Sahel region of Nigeria, but they are rarely pure breeds, and are used for meat and sometimes wool (9). The purpose of this work was to survey the erythrocyte GSH concentrations in these sheep with reference to packed cell volume and hemoglobin concentrations. This could lay the groundwork for future research to attempt to relate erythrocyte GSH concentrations to productivity traits or erythrocyte abnormalities.

## ■ MATERIALS AND METHODS

One hundred and one sheep of mixed breeds and both sexes, aged 0.5-5 years and weighing about 8-45 kg, were used. Eighty-one of them were presented at the Maiduguri abattoir for slaughter in October to November 1994, and the other 20 were maintained on the University of Maiduguri farm.

Five milliliters of blood were collected from the jugular vein of each animal with EDTA as anticoagulant. The samples were preserved in ice pack or in the refrigerator at about 4°C, and analyzed within 24 h after collection.

Packed cell volume (PCV) and hemoglobin (Hb) concentrations were determined by the microhematocrit and cyanmethemoglobin methods, respectively. GSH concentration in whole blood was determined spectrophotometrically by the method of Beutler *et al.* (7) using 5,5'-dithiobis- (2-nitrobenzoic acid) (Sigma, UK).

1. Department of Veterinary Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Maiduguri, PMB 1069, Maiduguri, Nigeria

The erythrocyte GSH concentration was calculated using PCV and Hb values, and expressed in milligrams per deciliter of red blood cells and milligrams per gram of hemoglobin.

The data were summarized as means plus or minus the standard deviation, and correlation coefficients ( $r$ ) between parameters were calculated (10).

## RESULTS

The mean PCV, Hb, blood and erythrocyte GSH concentrations are presented in table I. The correlation coefficients of blood and erythrocyte GSH concentrations with PCV and Hb values are shown in table II. The frequency distribution of erythrocyte GSH concentrations is illustrated in figures 1 and 2.

Seventy-three (72.3%) of the sheep had low erythrocyte GSH concentrations ( $< 55$  mg/dl RBC) out of a population of 101 sheep, based on the criteria of Tucker and Kilgour (19). The mean erythrocyte GSH concentrations in low and high GSH sheep were  $36.4 \pm 12.9$  mg/dl RBC ( $n = 73$ ) and  $67.7 \pm 11.5$  mg/dl RBC ( $n = 28$ ), respectively. The modal classes for erythrocyte GSH concentrations were 41-50 mg/dl RBC and 1.6-2.0 mg/g Hb.

**Table I**

Packed cell volume, hemoglobin and erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian sheep

Parameters	Mean $\pm$ SD	Range
PCV (%)	$29.2 \pm 6.4$	10-44
Hb (g/dl)	$7.7 \pm 1.6$	2.9-12.0
Blood GSH (mg/dl)	$12.9 \pm 5.8$	3.1-28.1
Erythrocyte GSH		
mg/dl RBC	$45.1 \pm 18.8$	9.2-109.4
mg/g Hb	$1.7 \pm 0.6$	0.3-3.1

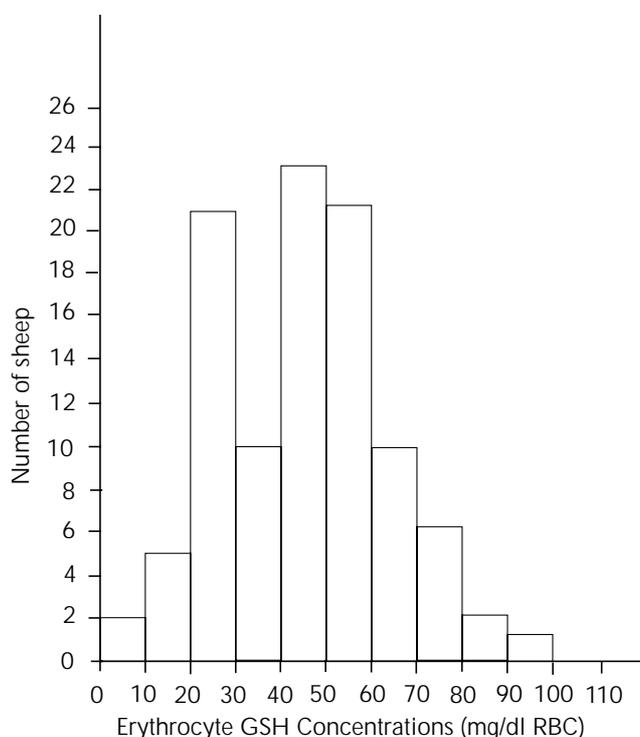
**Table II**

Correlation coefficients ( $r$ ) in the relationship of blood and erythrocyte glutathione concentrations with packed cell volume and hemoglobin concentrations in Nigerian sheep

Parameters	$r$
Blood GSH vs. PCV	0.42 <sup>a</sup>
Blood GSH vs. Hb	0.42 <sup>a</sup>
Erythrocyte GSH	
mg/dl RBC vs. PCV	-0.18 <sup>b</sup>
mg/g Hb vs. Hb	0.10 <sup>b</sup>
mg/dl RBC vs. blood GSH	0.76 <sup>a</sup>
mg/g Hb vs. blood GSH	0.83 <sup>a</sup>
mg/dl RBC vs. mg/g Hb	0.81 <sup>a</sup>
PCV vs. Hb	0.78 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Significant,  $P < 0.01$

<sup>b</sup> Not significant,  $P > 0.05$



**Figure 1:** Frequency distribution of erythrocyte GSH concentrations (mg/dl RBC) of Nigerian Sahel sheep.

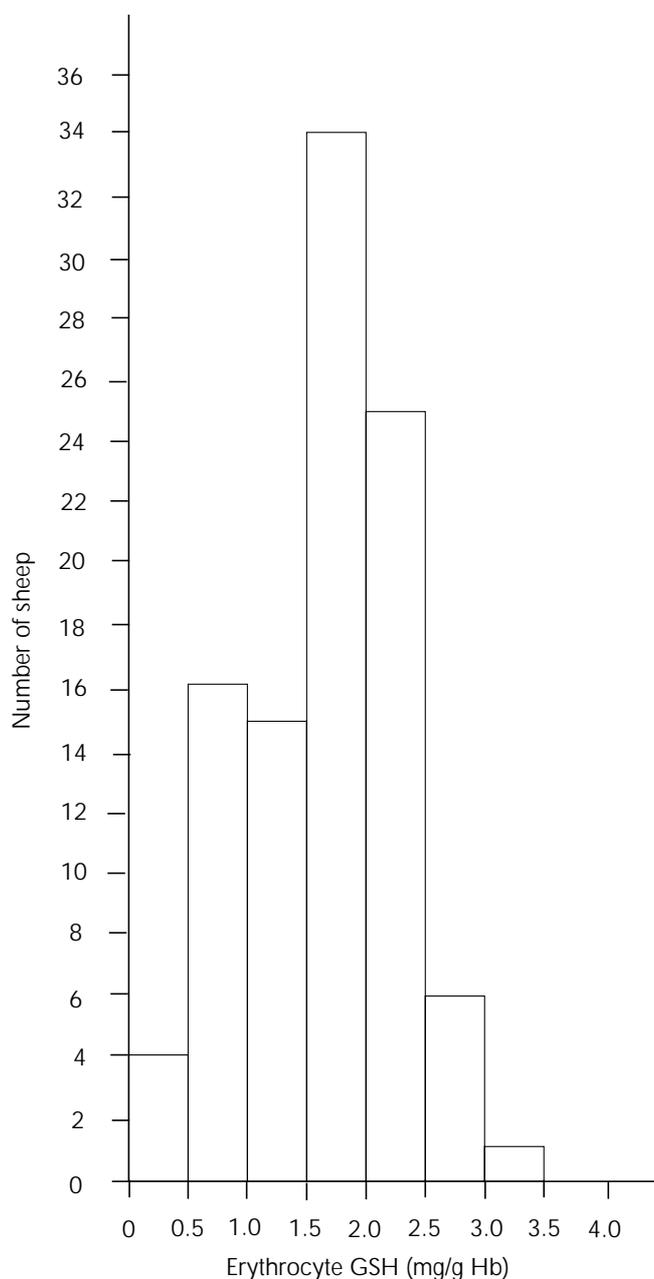
Nine sheep with PCVs below 21% had a mean erythrocyte GSH of  $62.1 \pm 28.0$  mg/dl RBC, which was significantly ( $P < 0.05$ ) higher than a mean value of  $42.1 \pm 19.2$  mg/dl RBC in 23 sheep with PCVs above 33%. Thus, sheep with higher PCVs tended to have lower erythrocyte GSH concentrations than those with lower PCVs. This relationship was slightly reflected in an insignificant negative correlation ( $r = -0.18$ ;  $P > 0.05$ ) between erythrocyte GSH and PCV values. It is noteworthy that the lowest erythrocyte GSH concentration of 9.2 mg/dl RBC was found in sheep with PCV of 34%.

There was no correlation ( $r = 0.01$ ) between erythrocyte GSH in milligrams per gram of hemoglobin and hemoglobin values. Fourteen sheep with Hb values below 6.0 g/dl had mean erythrocyte GSH concentrations of  $1.8 \pm 0.5$  mg/g Hb, which were not significantly ( $P > 0.05$ ) different from the mean of  $1.6 \pm 0.7$  mg/g of hemoglobin from 22 sheep with Hb values above 9.0 g/dl.

PCV and Hb values showed significant positive correlations with blood GSH concentrations. PCV was positively correlated with Hb values. There was a positive correlation between blood and erythrocyte GSH concentrations on one hand, and the values of erythrocyte GSH in milligrams per deciliter RBC and milligrams per gram of hemoglobin, on the other (table II).

## DISCUSSION

The erythrocyte GSH concentrations in the Nigerian sheep ranged from 9.2 to 109.4 mg/dl RBC, in agreement with previous reports in several sheep breeds in other parts of the world, where erythrocyte GSH polymorphism has been reported (2, 8, 11, 17, 19, 20). The majority (72.3%) of the Nigerian Sahel sheep had low erythrocyte GSH ( $< 55$  mg/dl RBC), a situation that has been similarly reported in Indian sheep breeds, where low GSH sheep represented 68.78% of the population (1). This is in contrast with the



**Figure 2:** Frequency distribution of erythrocyte GSH concentrations (mg/g Hb) of Nigerian Sahel sheep.

situation among sheep breeds in the UK, USA, and Australia, where low GSH sheep only represent 0-43% of the population (1). Nigerian Sahel goats also have a high incidence of low erythrocyte GSH concentrations, even with values lower than 9 mg/dl RBC (13).

The lowest erythrocyte GSH concentration in sheep ever reported was 4.5 mg/dl RBC (17), and the lowest erythrocyte GSH concentration in Nigerian Sahel sheep was 9.2 mg/dl RBC. The low values of erythrocyte GSH concentrations in the Nigerian sheep were similar to those reported in Tasmanian Merino and Finnish Landrace sheep breeds, where biochemical abnormalities in the erythrocytes capable of affecting GSH synthesis were reported (23-25), with increased erythrocyte susceptibility to Heinz body formation and reduced erythrocyte life span (18, 21). However, low erythrocyte GSH concentrations in the sheep of the present study were not associated with anemia, which agrees with

the report of Smith and Osburn (17). It was rather often associated with high PCV. This may be an indication of a physiological adaptation to the low erythrocyte GSH. The insignificant negative correlation between erythrocyte GSH and PCV contrasts with the positive correlation between the parameters in cattle from previous studies (12, 14). In the Nigerian Sahel goats, the erythrocyte GSH did not correlate with PCV or anemia (13). In humans, erythrocyte GSH was inversely related to PCV (6), and low erythrocyte GSH concentrations as found in the sheep resulted in anemia (15). In the sheep, the low erythrocyte GSH may have a biochemical basis and pathophysiological implications, which need to be studied.

Erythrocyte GSH concentrations in sheep are usually expressed in milligrams per deciliter RBC (1). There was a strong positive correlation between the values of erythrocyte GSH in milligrams per deciliter RBC and milligrams per gram Hb, perhaps because of the concurrent positive correlation between PCV and Hb. Similar situation has been reported in cattle (12) and goats (13).

Greater productivity in terms of better growth rate and greater number of lambs born were favored by selection of high erythrocyte GSH levels in sheep (4), and sheep with low erythrocyte GSH produced more wool (11). The Nigerian sheep are mainly used for meat and should, preferably, be selected for fast growth and better body weight at maturity. In the future, the relationship of productivity traits to erythrocyte GSH levels in Nigerian sheep should be examined.

In conclusion, the majority of Nigerian Sahel sheep had low erythrocyte GSH concentrations, which did not significantly correlate with PCV or Hb.

#### REFERENCES

1. AGAR N.S., 1975. Glutathione polymorphism in the sheep red blood cells. *Int. J. Biochem.*, **6**: 843-852.
2. AGAR N.S., ROBERTS J., EVANS J.V., 1972. Erythrocyte glutathione polymorphism in sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, **25**: 619-626.
3. AGAR N.S., ROBERTS J., MULLEY A., BOARD P.G., HARLEY J.D., 1975. The effect of experimental anemia on the levels of glutathione and enzyme activities of the erythrocytes of normal and glutathione-deficient sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, **28**: 233-238.
4. ATROSHI F., 1979. Phenotypic and genetic association between production/reproduction traits and blood biochemical polymorphic characters in Finn sheep (Thesis). Helsinki, Finland, Government Printing Centre, p. 37-42.
5. ATROSHI F., SANDHOLM M., 1982. Red blood cell glutathione as a marker of milk production in Finn sheep. *Res. vet. Sci.*, **33**: 256-259.
6. BAUER J.D., 1980. Laboratory investigation of red cell pathology. In: Sonnenwirth A., Jarett L. Eds., Vol. 1, 8th ed. London, UK, CV Mosby Company, p. 915.
7. BEUTLER E., DURON D., KELLY B.M., 1963. Improved method for the determination of blood glutathione. *J. lab. clin. Med.*, **61**: 882-888.
8. BOARD P.G., ROBERTS J., EVANS J.V., 1974. The genetic control of erythrocyte reduced glutathione in Australian Merino Sheep. *J. agric. Sci.*, **82**: 395-398.
9. BOURN D., WINT W., BLENCH R., WOOLEY E., 1994. Nigerian livestock resources survey. *World Anim. Rev.*, **78**: 49-58.
10. CHATFIELD C., 1983. Statistics for technology. A course in applied statistics, 3rd. ed. London, UK, Chapman and Hall.
11. KALLA S.D., GHOSH P.K., 1975. Blood biochemical polymorphic traits in relation to wool production efficiency in Indian sheep. *J. agric. Sci.*, **84**: 149-152.
12. IGBOKWE I.O., BAH G.S., OBAGAIYE O.K., SAROR D.I., ESIEVO K.A.N., 1996. Erythrocyte glutathione concentrations and the correlations with packed cell volume, haemoglobin and plasma ascorbic acid concentrations in Nigerian Wadara cattle. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49**: 263-265.

## Erythrocyte glutathione concentrations in sheep

13. IGBOKWE I.O., RIBADU A.Y., BUKAR M.M., 1998. Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian Sahel goat. *Small Rumin. Res.*, **30**: 1-6.
14. IGBOKWE I.O., UMAR I.A., OBAGAIYE O.K., SAROR D.I., ESIEVO K.A.N., 1995. Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian Zebu and Ndama cattle. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48**: 177-179.
15. KONRAD P.N., RICHARDS F., VALENTINE W.N., PAGLIA D.E., 1972.  $\gamma$ -glutamyl cysteine synthetase deficiency. A cause of hereditary haemolytic anaemia. *New Eng. J. Med.*, **286**: 557-561.
16. SMITH J.E., LEE M.S., MIA A.S., 1973. Decreased  $\gamma$ -glutamyl-cysteine synthetase: the probable cause of glutathione deficiency in sheep erythrocytes. *J. lab. clin. Med.*, **82**: 713-718.
17. SMITH J.E., OSBURN B.I., 1967. Glutathione deficiency in sheep erythrocytes. *Science*, **158**: 374-375.
18. TUCKER E.M., 1974. A shortened life span of sheep red cells with a glutathione deficiency. *Res. vet. Sci.*, **16**: 19-22.
19. TUCKER E.M., KILGOUR L., 1970. An inherited glutathione deficiency and a concomitant reduction in potassium concentration in sheep red cells. *Experientia*, **26**: 203-204.
20. TUCKER E.M., KILGOUR L., 1972. A glutathione deficiency in the red cells of certain Merino Sheep. *J. agric. Sci.*, **79**: 515-516.
21. TUCKER E.M., KILGOUR L., 1973. The effect of anaemia on sheep with inherited differences in red cell reduced glutathione concentrations. *Res. vet. Sci.*, **14**: 306-311.
22. TUCKER E.M., KILGOUR L., YOUNG J.D., 1976. The genetic control of red cell glutathione deficiencies in Finnish Landrace and Tasmanian Merino sheep and in crosses between these breeds. *J. agric. Sci.*, **87**: 315-323.
23. YOUNG J.D., ELLORY J.C., TUCKER E.M., 1975. Amino acid transport defect in glutathione-deficient sheep erythrocytes. *Nature*, **254**: 156-157.
24. YOUNG J.D., ELLORY J.C., TUCKER E.M., 1976. Amino acid transport in normal and glutathione-deficient sheep erythrocytes. *Biochem. J.*, **154**: 43-48.
25. YOUNG J.D., NIMMO I.A., 1975. Glutathione synthesis in glutathione-deficient erythrocytes from Finnish Landrace and Tasmanian Merino sheep. *Biochem. Biophys. Acta*, **404**: 132-141.

Reçu le 17.8.98, accepté le 27.1.99

## Résumé

**Igbokwe I.O., Bah G.S.** Concentrations du glutathion érythrocytaire chez des moutons nigériens de la région du Sahel

Les concentrations du glutathion érythrocytaire de 101 moutons de plusieurs races du Sahel nigérien ont varié de 9,2 à 109,4 (45,1  $\pm$  18,8) mg/dl de globules rouges ou de 0,3 à 3,1 (1,7  $\pm$  0,6) mg/g d'hémoglobine. La majorité des moutons (72,3 p. 100) avaient de faibles concentrations érythrocytaires (< 55 mg/dl de globules rouges). La distribution des fréquences des valeurs a été normale avec des classes modales allant de 41 à 50 mg/dl de globules rouges et de 1,6 à 2,0 mg/g d'hémoglobine. Les valeurs du glutathion érythrocytaire étaient fortement corrélées en termes de milligrammes par décilitre de globules rouges et de milligrammes par gramme d'hémoglobine, mais ne l'étaient pas avec l'hématocrite, l'hémoglobine et l'anémie.

**Mots-clés :** Ovin - Glutathion - Erythrocyte - Nigeria.

## Resumen

**Igbokwe I.O., Bah G.S.** Concentraciones de glutathion eritrocitario en ovinos Sahelinos de Nigeria

Las concentraciones de glutathion eritrocitario (GSH) de 101 ovejas Sahelinas de Nigeria, de razas mixtas, varió de 9,2 a 109,4 (45,1  $\pm$  18,8) mg/dl RBC o 0,3-3,1 (1,7  $\pm$  0,6) mg/g Hb. La mayoría de las ovejas (72,3%) presentaron concentraciones eritrocitarias bajas (< 55 mg/dl RBC). La distribución de las frecuencias de los valores fueron normales, con clases modales de 41-50 mg/dl RBC y 1,6-2,0 mg/g Hb. Los valores de GSH eritrocitario en mg/dl RBC y mg/g Hg se correlacionaron fuertemente, pero no se correlacionaron con PCV y Hb o anemia.

**Palabras clave:** Ovino - Glutathion - Eritrocito - Nigeria.