

SOMMAIRE

Épidémiologie	Pharmacologie et toxicologie
Pathologie	Biologie et biochimie
Virologie	Nutrition et alimentation
Bactériologie	Zootecnie, génétique et reproduction
Parasitologie	Économie de l'élevage
Protozoologie	Productions et industries animales
Helminthologie	Agropastoralisme
Entomologie	Cartographie - Télédétection

215 Actualité

ÉPIDÉMIOLOGIE

- 221 FORMENTY (P.), DOMENECH (J.), ZELLER (H.G.). Enquête sérologique sur la fièvre de la vallée du Rift, chez les ovins, en Côte-d'Ivoire

PATHOLOGIE

Communications

- 227 MARCHOT (Ph.), VERMEYLEN (A.), HENDRICKX (G.), LEROY (P.). Observation de sclérectasie dans un élevage de porc à Sotouboua, Togo
- 229 STAFFORD (K.), STAFFORD (Y.), PATON (D.), GAMBLE (P.). Anticorps de quelques maladies du porc dans les élevages commerciaux du centre de la Zambie (en anglais)

VIROLOGIE

- 231 HASSANAIN (M.M.). Emploi de l'éthylèneimine binaire pour la production d'un vaccin inactivé contre la peste équine. Résultats préliminaires (en anglais)
- 235 NGUYEN-BA-VY. Évaluation de la thermotolérance du vaccin V₄ lyophilisé contre la maladie de Newcastle

Communication

- 241 GIANGASPERO (M.), VANOPDENBOSCH (E.), NISHIKAWA (H.). Arthrite-encéphalite à lentivirus chez la chèvre dans le nord-ouest de la Syrie (en anglais)

BACTÉRIOLOGIE

- 243 ALI (A.M.A.), EL-SANOUSI (S.M.), AL-EKNAH (M.A.), GAMEEL (A.A.), DAFALLA (E.A.), HOMEIDA (A.M.), RADWAN (Y.M.). Étude de kystes infundibulaires de l'appareil génital de la chamele (*Camelus dromedarius*) (en anglais)
- 255 WERNERY (U.), ALI (M.), WERNERY (R.), SEIFERT (H.S.H.). Dégénérescence sévère du muscle cardiaque provoquée par *Clostridium perfringens* de type A chez des jeunes dromadaires (*Camelus dromedarius*) (en anglais)

Communications

- 260 ADESIYUN (A.A.), KAMINJOLO (J.S.). Sensibilité aux antibiotiques de souches d'*Escherichia coli* isolées de bétail atteint ou non de diarrhée à l'île de la Trinité (en anglais)
- 263 AKPAVIE (S.O.), IKHELOA (J.O.). Epidémie de listériose observée chez des bovins au Nigeria (en anglais)

PROTOZOOLOGIE

- 265 KANWE (A.B.), BENGALY (Z.), SAULNIER (D.), DUVALLET (G.). Évaluation du test de détection des antigènes circulants des trypanosomes à l'aide d'anticorps monoclonaux. Infections expérimentales et naturelles

273 NWOSU (C.O.), IKEME (M.M.). Parasitémie et manifestations cliniques chez des chiens infectés par *Trypanosoma brucei* (en anglais)

279 OMOTAINSE (S.O.), ANOSA (V.O.). Réponse érythrocytaire à l'infection expérimentale à *Trypanosoma brucei* chez les chiens (en anglais)

Communications

284 ADAH (M.I.), OTEBILE (E.B.), JOSHUA (R.A.). Variations des taux de transaminases observées chez des chèvres infectées expérimentalement par *Trypanosoma congolense* (en anglais)

287 IGBOKWE (I.O.), MOHAMMED (A.). Variations biochimiques plasmatiques mises en évidence chez des chèvres Red Sokoto infectées expérimentalement par *Trypanosoma brucei* (en anglais)

HELMINTHOLOGIE

Communication

291 FADL (M.), MAGZOUB (M.), BÜRGER (H.-J.). Prévalence des nématodoses gastro-intestinales chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) dans les plaines du Butana au Soudan (en anglais)

ENTOMOLOGIE

295 BALDET (T.), GEOFFROY (B.), D'AMICO (F.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.-P.). Structures sensorielles de l'aile chez la glossine (*Diptera : Glossinidae*)

303 VREYSEN (M.J.B.), VAN DER VLOEDT (A.M.V.). Utilisation de femelles *Glossina austeni* irradiées par rayons gamma comme insectes sentinelles dans les programmes de lutte contre les glossines (en anglais)

Communication

310 TAWAH (C.L.). Étude comparative des populations de tiques sur des bovins Goudali et Wakwa dans un parcours naturel infesté de la zone sub-humide du plateau de Wakwa, Cameroun. Observations préliminaires (en anglais)

PHARMACOLOGIE et TOXICOLOGIE

315 GARG (SATISH K.), GARG (B.D.). Cinétique d'absorption et d'élimination de la gentamicine chez le bufflon (*Bubalus bubalis*) après administration parentérale répétée (en anglais)

BIOLOGIE ET BIOCHIMIE

Communication

318 IBRAHIM (A.B.M.), A/GAFFAR (A.A.), GAMEEL (A.A.), NAYEL (N.M.), A/GAFFAR (A.), EL GAILANI (M.). Note sur l'hémogramme du dromadaire à Bahrain (en anglais)

NUTRITION et ALIMENTATION

321 BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), PIRAUX (M.), COMPÈRE (R.). Les techniques d'embouche de moutons en région soudano-sahélienne sénégalaise

ZOOTECNIE, GÉNÉTIQUE et REPRODUCTION

329 AHMED (F.A.), BABIKER (B.A.), MOHAMED (T.M.), ALI (T.E.). Amélioration génétique par croisement entre la race Kenana (bétail zébu du Soudan) et la race Frisonne européenne : effet sur la performance des veaux, la production laitière et la composition du lait (en anglais)

- 335** BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Cycle oestral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété "Mossi"
- 341** BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), SALL (B.), COMPÈRE (R.). Étude des paramètres démographiques et zootechniques de la poule locale du bassin arachidier sénégalais
- 349** WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Croisement de bovins de races Holstein Frisonne, Brown Swiss et Sanga au Zaïre. I. Production laitière (en anglais)
- 353** WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Croisement de bovins de races Holstein Frisonne, Brown Swiss et Sanga au Zaïre. II. Vitesse de croissance, intervalle de vêlage et taille corporelle (en anglais)

AGROPASTORALISME

- 357** BÉREAU (M.), INGRAND (S.), MARTIN (P.), LEMAIRE (G.). Caractérisation des principales variables d'état de couverts de *Digitaria swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt pâturés en continu par des zébus en Guyane française
- 367** **Note de lecture**
- 369** **Analyses bibliographiques**
- 372** **Informations**
- 373** **Index des auteurs, des mots clés, géographique**

CONTENTS

Epidemiology	Pharmacology and toxicology
Pathology	Biology and biochemistry
Virology	Feeding
Bacteriology	Zootechny, genetics and reproduction
Parasitology	Livestock economy
Protozoology	Animal products
Helminthology	Range management
Entomology	Mapping - Remote sensing

215 Current topics

EPIDEMIOLOGY

- 221 FORMENTY (P.), DOMENECH (J.), ZELLER (H.G.). A serological survey of Rift Valley fever in sheep in Côte-d'Ivoire

PATHOLOGY

Short communications

- 227 MARCHOT (Ph.), VERMEYLEN (A.), HENDRICKX (G.), LEROY (P.). Observation of sclerectasia in a pig farm, Sotouboua, Togo
- 229 STAFFORD (K.), STAFFORD (Y.), PATON (D.), GAMBLE (P.). Antibodies to some swine diseases in commercial piggeries in Central Zambia

VIROLOGY

- 231 HASSANAIN (M.M.). Preliminary findings for an inactivated African horsesickness vaccine using binary ethyleneimine
- 235 NGUYEN-BA-VY. Evaluation of the heat tolerance of a freeze-dried V₄ vaccine against Newcastle's disease

Short communication

- 241 GIANGASPERO (M.), VANOPDENBOSCH (E.), NISHIKAWA (H.). Lentiviral arthritis and encephalitis in goats in north-west Syria

BACTERIOLOGY

- 243 ALI (A.M.A.), EL-SANOUSI (S.M.), AL-EKNAH (M.A.), GAMEEL (A.A.), DAFALLA (E.A.), HOMEIDA (A.M.), RADWAN (Y.M.). Studies on the infundibular cysts of the uterine tube in camel (*Camelus dromedarius*)
- 255 WERNERY (U.), ALI (M.), WERNERY (R.), SEIFERT (H.S.H.). Severe heart muscle degeneration caused by *Clostridium perfringens* type A in camel calves (*Camelus dromedarius*)

Short communications

- 260 ADESIYUN (A.A.), KAMINJOLO (J.S.). Susceptibility to antibiotics of *Escherichia coli* strains isolated from diarrhoeic and non-diarrhoeic livestock in Trinidad
- 263 AKPAVIE (S.O.), IKHELOA (J.O.). An outbreak of listeriosis in cattle in Nigeria

PROTOZOLOGY

- 265 KANWE (A.B.), BENGALY (Z.), SAULNIER (D.), DUVALLET (G.). Evaluation of the antigen detection test for the diagnosis of trypanosomes using monoclonal antibodies. Experimental and natural infections

- 273 NWOSU (C.O.), IKEME (M.M.). Parasitaemia and clinical manifestations in *Trypanosoma brucei* infected dogs
- 279 OMOTAINSE (S.O.), ANOSA (V.O.). Erythrocyte response to *Trypanosoma brucei* in experimentally infected dogs

Short communications

- 284 ADAH (M.I.), OTESILE (E.B.), JOSHUA (R.A.). Changes in levels of transaminases in goats experimentally infected with *Trypanosoma congolense*
- 287 IGBOKWE (I.O.), MOHAMMED (A.). Some plasma biochemical changes in experimental *Trypanosoma brucei* infection of Sokoto Red goats

HELMINTHOLOGY

Short communication

- 291 FADL (M.), MAGZOUN (M.), BÜRGER (H.-J.). Prevalence of gastro-intestinal nematode infection in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*) in the Butana plains, Sudan

ENTOMOLOGY

- 295 BALDET (T.), GEOFFROY (B.), D'AMICO (F.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.-P.). Sensorial structures on the wing of *Glossina* (Diptera : Glossinidae)
- 303 VREYSEN (M.J.B.), VAN DER VLOEDT (A.M.V.). The use of gamma irradiated *Glossina austeni* females as sentinel insects for entomological monitoring in tsetse control programmes

Short communication

- 310 TAWAH (C.L.). Comparative study of tick burdens in Gudali and Wakwa cattle under natural infestation in the subhumid highlands of Wakwa, Cameroon. Preliminary observations

PHARMACOLOGY and TOXICOLOGY

- 315 GARG (SATISH K.), GARG (B.D.). Disposition kinetics of gentamicin following repeated parenteral administration in buffalo calves (*Bubalus bubalis*)

BIOLOGY and BIOCHEMISTRY

Short communication

- 318 IBRAHIM (A.B.M.), A/GAFFAR (A.A.), GAMEEL (A.A.), NAYEL (N.M.), A/GAFFAR (A.), EL GAILANI (M.). A note on the haemogram of the dromedary camel in Bahrain

FEEDING

- 321 BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), PIRAUX (M.), COMPÈRE (R.). Sheep fattening techniques in the sahel-sudanese region of Senegal

ZOOTECNY, GENETICS and REPRODUCTION

- 329 AHMED (F.A.), BABIKER (B.A.), MOHAMED (T.M.), ALI (T.E.). The effect of genetic upgrading of Kenana (Sudan Zebu cattle) with European Friesian on calf performance, milk yield and milk composition
- 335 BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Oestrus cycle and follicle growth in Djallonké "Mossi" ewes
- 341 BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), SALL (B.), COMPÈRE (R.). Study of demographical and zootechnical parameters of local hens in the Ground-Nut Basin of Senegal

349 WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Crossbreeding of Holstein Friesian, Brown Swiss and Sanga breeds in Zaire. I. Milk production

353 WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Crossbreeding of Holstein Friesian, Brown Swiss and Sanga breeds in Zaire. II. Growth rate, calving interval and body size

RANGE MANAGEMENT

357 BÉREAU (M.), INGRAND (S.), MARTIN (P.), LEMAIRE (G.). Characterization of *Digitaria swazilandensis* Stent and *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt swards during continuous grazing by zebu cattle in French Guiana

367 **Notes**

369 **Book reviews**

372 **News**

373 **Author, subject, geographical index**

SUMARIO

Epidemiología	Farmacología y toxicología
Patología	Biología y bioquímica
Virología	Nutrición y alimentación
Bacteriología	Zootecnia, genética y reproducción
Parasitología	Economía de la ganadería
Protozoología	Producciones e industrias animales
Helmintología	Agropecuaria
Entomología	Cartografía - Teledetección

215 Actualidad

EPIDEMIOLOGÍA

- 221 FORMENTY (P.), DOMENECH (J.), ZELLER (H.G.). Encuesta serológica sobre la fiebre del Valle del Rift en los ovinos de Costa de Marfil

PATOLOGÍA

Breves notas

- 227 MARCHOT (Ph.), VERMEYLEN (A.), HENDRICKX (G.), LEROY (P.). Observación de esclerectasia en una cría de cerdos en Sotubua, Togo
- 229 STAFFORD (K.), STAFFORD (Y.), PATON (D.), GAMBLE (P.). Anticuerpos de algunas enfermedades del cerdo en las crías comerciales de la Zambia del centro

VIROLOGÍA

- 231 HASSANAIN (M.M.). Hallazgos preliminares para la producción de una vacuna inactivada contra la peste equina mediante la utilización de etileneimina binaria
- 235 NGUYEN-BA-VY. Evaluación de la tolerancia térmica de vacuna V₄ liofilizada contra la enfermedad de Newcastle

Breve nota

- 241 GIANGASPERO (M.), VANOPDENBOSCH (E.), NISHIKAWA (H.). Artritis-encefalitis caprina a lentivirus en la Siria del noroeste

BACTERIOLOGÍA

- 243 ALI (A.M.A.), EL-SANOUSI (S.M.), AL-EKNAH (M.A.), GAMEEL (A.A.), DAFALLA (E.A.), HOMEIDA (A.M.), RADWAN (Y.M.). Estudio sobre los quistes infundibulares del tubo uterino del dromedario (*Camelus dromedarius*)
- 255 WERNERY (U.), ALI (M.), WERNERY (R.), SEIFERT (H.S.H.). Degeneración severa del músculo cardíaco provocada por *Clostridium perfringens* tipo A en jóvenes camellos (*Camelus dromedarius*)

Breves notas

- 260 ADESIYUN (A.A.), KAMINJOLO (J.S.). Sensibilidad a los antibioticos de cepas de *Escherichia coli* aisladas de ganado teniendo o no diarrea en la isla de Trinidad
- 263 AKPAVIE (S.O.), IKHELOA (J.O.). Epidemia de listeriosis observada en bovinos en Nigeria

PROTOZOOLOGÍA

- 265 KANWE (A.B.), BENGALY (Z.), SAULNIER (D.), DUVALLET (G.). Evaluación de un test de detección de antígenos circulantes de tripanosomas, mediante anticuerpos monoclonales. Infecciones experimentales y naturales
- 273 NWOSU (C.O.), IKEME (M.M.). Parasitemia y manifestaciones clínicas en perros infestados con *Trypanosoma brucei*

- 279 OMOTAINSE (S.O.), ANOSA (V.O.). Respuesta eritrocitaria a *Trypanosoma brucei* en perros infectados experimentalmente

Breves notas

- 284 ADAH (M.I.), OTESILE (E.B.), JOSHUA (R.A.). Variaciones de las tasas de transaminasis observadas en cabras infectadas experimentalmente por *Trypanosoma congolense*
- 287 IGBOKWE (I.O.), MOHAMMED (A.). Variaciones bioquímicas y plasmáticas evidenciadas en cabras Red Sokoto infectadas experimentalmente por *Trypanosoma brucei*

HELMINTOLOGÍA

Breve nota

- 291 FADL (M.), MAGZOUN (M.), BÜRGER (H.-J.). Prevalencia de las nematodosis gastrointestinales en el dromedario (*Camelus dromedarius*) en los llanos de Butana en Sudán

ENTOMOLOGÍA

- 295 BALDET (T.), GEOFFROY (B.), D'AMICO (F.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.-P.). Estructuras sensoriales del ala de la glosina (*Diptera : Glossinidae*)
- 303 VREYSEN (M.J.B.), VAN DER VLOEDT (A.M.V.). Uso de hembras de *Glossina austeni* irradiadas con rayos gamma como sentinelas en los programas de lucha contra las glosinas

Breve nota

- 310 TAWAH (C.L.). Estudio comparativo de poblaciones de garrapatas sobre bovinos Gudali y Wakwa en pastoreo natural infestado de la zona subhúmeda de la meseta de Wakwa, Camerún. Observaciones preliminares

FARMACOLOGÍA y TOXICOLOGÍA

- 315 GARG (SATISH K.), GARG (B.D.). Cinética de disposición de la gentamicina como resultado de la administración parenteral repetida en terneros de búfalo (*Bubalus bubalis*)

BIOLOGÍA y BIOQUÍMICA

Breve nota

- 318 IBRAHIM (A.B.M.), A/GAFFAR (A.A.), GAMEEL (A.A.), NAYEL (N.M.), A/GAFFAR (A.), EL GAILANI (M.). Nota sobre el hemograma del dromedario en Bahrain

NUTRICIÓN y ALIMENTACIÓN

- 321 BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), PIRAUX (M.), COMPÈRE (R.). Las técnicas de engorde de carneros en la región sudano-saheliana senegalasa

ZOOTECNÍA, GENÉTICA y REPRODUCCIÓN

- 329 AHMED (F.A.), BABIKER (B.A.), MOHAMED (T.M.), ALI (T.E.). Efecto del cruce de ganado Kenana (ganado cebú de Sudán) para el mejoramiento genético del desarrollo de los terneros y de la producción y composición de leche
- 335 BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Ciclo estral y crecimiento folicular de la oveja Djallonké, variedad "Mossi"

- 341** BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), SALL (B.), COMPÈRE (R.). Estudio de los parámetros demográficos y zootécnicos de la gallina local de la cuenca productora de mani Senegalesa
- 349** WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Cruzamiento de las razas Holstein Frisia, Pardo Suizo y Sanga en Zaire. I. Producción láctea
- 353** WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Cruzamiento de las razas Holstein Frisia, Pardo Suizo y Sanga en Zaire. II. Tasa de crecimiento, intervalo entre partos y talla corporal

AGROPECUARIA

- 357** BÉREAU (M.), INGRAND (S.), MARTIN (P.), LEMAIRE (G.). Caracterización de las principales variables del estado de las praderas de *Digitaria swazilandensis* Stent y *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, pastoreadas en continuo, en Guyana Francesa
- 367** **Nota de lectura**
- 369** **Comentarios bibliográficos**
- 372** **Información**
- 373** **Indeces de autores, temas, geográfico**

ACTUALITÉ

RÉFLEXIONS SUR L'ÉLEVAGE ET LA DÉSSERTIFICATION AU SAHEL

Remèdes et perspectives

Un quart de siècle après la première manifestation contemporaine d'un déficit pluviométrique très important et quasi-général au Sahel, des voix s'élèvent encore pour condamner l'excessive importance du bétail comme responsable principal de la dégradation spectaculaire de la végétation.

Comme bien d'autres jugements sans nuance, celui-ci est excessif. Les observations faites, souvent en continu par les agropastoralistes sur la composition, la dynamique et l'utilisation des formations végétales de l'Afrique tropicale, et tout particulièrement en zone pastorale aride, nous conduisent à proposer une autre analyse.

Le constat

Entre les années 1960 et 1990, les paysages sahéliens se sont profondément modifiés. La flore a évolué et le milieu physique a lui-aussi changé.

L'action combinée des nombreux facteurs d'évolution a engendré :

*— des modifications floristiques pouvant aboutir à la destruction souvent momentanée, mais parfois irréversible, d'une partie voire de la totalité de la végétation, comme par exemple la substitution de *Cenchrus biflorus* à *Aristida mutabilis* dans les herbages pastoraux ou la disparition, en 1974, de *Terminalia avicennioides*, sur certains sols dunaires vers Dourbali, au Tchad ;*

— le déplacement ou la disparition de l'horizon supérieur du sol allant parfois jusqu'à un remodelage du relief ;

— l'altération grave, bien que peu visible, des mécanismes physiologiques des plantes qui subissent des prélèvements excessifs dans un contexte de raréfaction de leur alimentation en eau. Cette situation peut entraîner des changements de la physiologie végétale (insuffisance de la photosynthèse, nanisme, stérilité, dissémination hors saison des diaspores, etc.) pouvant aboutir à la disparition des espèces les plus atteintes, parce que les plus sensibles.

L'aspect du paysage résultant, in fine, de l'appauvrissement de la flore ou de la biomasse végétale conduit à la « désertification », terme plus convenable que celui de « désert » qui implique une notion ou un caractère irréversible.

En effet, dans le cas présent, il peut y avoir « récupération » si la végétation reprend un aspect jugé « moins dégradé » que l'état antérieur. Les mêmes causes, agissant en sens opposé — meilleure alimentation en eau et moindre charge à l'hectare — conduisent à un meilleur développement des plantes à condition que les diaspores, ou les individus nécessaires à la reprise, soient présents sur place et en condition de se développer.

Les facteurs

Les modifications de la végétation résultent de l'action de facteurs simultanés ou successifs mais toujours cumulatifs au niveau inférieur déterminé par le « facteur le plus limitant ». Ce sont :

— les facteurs écologiques qui jouent sur la dynamique de la végétation et du milieu en général. Ce sont tous les agents climatiques (pluie, température, ensoleillement, vent, etc.) et leurs conséquences directes : évaporation, transport d'éléments, dessiccation, etc. Leur combinaison modifie le bilan de l'eau disponible (quantité, répartition, rétention) ;

— les facteurs biologiques qui résultent de l'action de l'homme et des animaux. Ce sont le pâturage et tous les prélèvements de productions végétales, les façons culturales, les aménagements du relief... En zone pastorale leur principale conséquence est le surpâturage.

Enfin, parmi les facteurs anthropiques, la conduite de l'élevage et l'extension des feux sauvages doivent, aussi, être pris en compte. Les effets de ces derniers sont analogues à ceux d'un surpâturage généralisé s'ils calcinent des végétaux vivants. Ils aggravent toujours les conséquences du climat, donc le risque d'érosion et contribuent à la désertification.

La mise en route des processus

Quel est donc le « responsable initial » de la désertification ? Lequel, du climat ou de l'homme par son exploitation excessive peut-il être tenu pour le « primum movens » ?

Après un quart de siècle d'observation, force est de répondre : « les deux ». Mais, comme dans toute explosion il faut un « détonateur », celui-ci sera le déficit pluvial car il affecte la zone dans son ensemble. Le surpâturage n'a jamais un effet aussi généralisé car après la pâture les plantes repoussent ; tandis que sans eau, la vie, même végétale, devient impossible.

Le processus étant lancé, le facteur majeur sera, comme toujours en matière de biologie, celui qui à l'instant et à l'endroit considérés, constituera la contrainte la plus forte.

L'exemple du Niger

L'évolution récente de la zone pastorale nigérienne, l'état de sa végétation, son rapport pâturage/cheptel, permettent d'illustrer cette constatation.

La production fourragère herbacée spontanée moyenne y varie d'une année à l'autre entre une valeur nulle (0 kg de matière sèche/ha) en l'absence de pluie, et plus de 1 500 kg MS/ha en conditions de pluies favorables.

De mémoire d'homme, plusieurs déficits pluviométriques graves y sont connus. Ils n'ont jamais entraîné de dégradation aussi marquée que ceux des années 1968, 1973 et 1984. A déficits comparables, leurs moindres effets dévastateurs s'expliquent essentiellement par une moindre charge en animaux. De surcroît cette pression d'exploitation réduite pouvait partiellement s'adapter aux variations du potentiel des ressources fourragères. N'étant pas saturées comme aujourd'hui, celles-ci présentaient des excédents, utilisables seulement au prix d'un effort exceptionnel et jouant le rôle de réserves de secours en cas de déficit majeur.

Or actuellement, ces excédents n'existent plus et bien que tout l'espace pastoral soit devenu accessible, les ressources fourragères ont diminué, tandis que les populations humaine et animale ont augmenté. C'est ainsi qu'en 1923, le cheptel évalué en UBT pour une zone de 600 000 km² et une population de 1 800 000 habitants disposait de 100 ha de zone pastorale par UBT. Tombé à 48 ha en 1946, ce rapport n'était plus que de 13 ha en 1968, 15 en 1982 et seulement 12 en 1990 pour une population humaine de 7 700 000 habitants et un cheptel de 4 780 000 UBT à cette date (1 UBT = 1 camelin = 1,33 bovin ou équin = 10 petits ruminants). Cette croissance d'abord lente a pris une allure exponentielle à partir de 1950 entraînant l'exploitation progressive de tout l'espace tandis qu'en zone agricole l'extension des défrichements provoquait la réduction simultanée des aires pâturables. Dès lors les ressources fourragères par tête de bétail ne pouvaient que régresser et dans certains cas disparaître comme le montrent certaines données qui révèlent également deux faits :

— *le pic de la « richesse » pastorale en têtes de bétail par habitant est atteint en 1968, en même temps que la diminution de la surface pâturable par tête ;*

— *la progression continue et corrélative des populations humaines et animales ne semble pas s'orienter vers un « palier » pourtant souhaitable en raison de la limitation des ressources biologiques de toute nature qui caractérise les zones sub-arides.*

On ne peut donc incriminer le climat « ou » la surexploitation, exclusivement l'un de l'autre, comme seuls responsables de la dégradation de la végétation. Ces deux facteurs s'en partagent la co-responsabilité :

— *les déficits pluviométriques ont révélé brutalement les dangers d'une situation de déséquilibre latent entre le potentiel limité des ressources et les besoins illimités des exploitants ;*

— *le surpâturage est inévitable dans ce contexte de croissance continue du cheptel, nécessaire pour la satisfaction des besoins fondamentaux de populations en augmentation.*

L'expérience montre qu'en cas de pluies abondantes l'herbe repousse. Alors le troupeau s'agrandit jusqu'à ce que ses besoins alimentaires dépassent les ressources disponibles. Mais lorsque la pâture atteint son niveau de surexploitation, les ressources sont dégradées et régressent. C'est le cas lorsqu'un déficit pluvial survient : les besoins excèdent alors brutalement la production et la destruction du milieu commence par celle de la végétation. Le détonateur est donc bien le climat. La pâture ne fait qu'aggraver la situation.

Rien de grave ne se produirait s'il était possible d'ajuster le taux de prélèvement des ressources végétales à la capacité de récupération de la végétation. Par exemple, comme en Australie ou en Argentine, en déplaçant massivement le bétail vers des pâturages non sinistrés ou mis en réserve, ou en abattant les animaux en surnombre.

Au Niger, le mode de gestion pratiqué dans le Ranch sahélien d'Ekrafane montrait, en 1990 (après plus de 20 années d'exploitation, incluant les deux années les plus sèches : 1973 et 1984), que la végétation y était beaucoup moins dégradée que celle des régions environnantes pâturées par les troupeaux sur le mode traditionnel. Un élevage bien conduit avec adaptation de la charge animale peut donc être pratiqué sans risque de désertification et seuls les aléas de la pluviométrie conduisent aux changements majeurs de la végétation dans son ensemble. Ainsi, la maîtrise rationnelle des effectifs du bétail reste la condition nécessaire et suffisante de l'arrêt de la destruction de la végétation sahélienne par surpâturage.

La situation des pasteurs

Même en l'absence d'événements politiques ou ethniques susceptibles de perturber gravement l'équilibre pastoral, il est nécessaire de connaître et d'adapter le rapport entre la charge animale et les ressources végétales. Cette notion est bien perçue par les éleveurs traditionnels mais elle restera hors de leur portée tant que les risques d'hécatombe de leur bétail perdureront et tant qu'ils ne pourront pas augmenter significativement leurs revenus « hors zone » en exerçant d'autres activités que l'élevage. Car l'activité de pasteur élevage est la seule spéculation basée sur des ressources renouvelables qui soit praticable dans ce milieu sub-aride. Sans l'élevage le Sahel n'est pas exploitable et sans lui la présence humaine ne saurait ni s'y maintenir durablement ni s'inscrire dans un système économique.

Au début de ce siècle, les populations de la zone pastorale exerçaient d'autres activités. C'est à la suite des changements de société qui ont accompagné la colonisation qu'elles les ont perdues, de sorte que l'élevage est resté la seule spéculation possible pour des populations, de surcroît beaucoup plus nombreuses.

Pour continuer à vivre, jusqu'en 1968, puis à « survivre », depuis 1970 environ, les éleveurs ont dû amplifier l'objectif permanent de croissance numérique de leurs troupeaux. L'alternative d'« intensification » est restée hors de leur portée, et de plus jugée insuffisamment « sécurisante ». Car ils n'avaient, et n'ont toujours, aucune capacité d'investissement. Les risques, qu'ils n'ignorent pas, de surpâturage et de désertification ne pouvaient être écartés, mais que pouvaient-ils faire face à la misère qui s'annonçait ?

Pour changer cette situation, il faudrait que les éleveurs aient accès à d'autres revenus que la seule exploitation de la végétation. Mais leur choix est limité : au Sahel, les secteurs secondaire et tertiaire n'ont guère créé d'emplois et l'agriculture, dans la zone voisine, n'est plus assez active ni assez attrayante pour limiter le dangereux exode rural.

Ces processus déjà en cours préfigurent, selon nous, les changements de même nature qui menacent, à des degrés différents, les autres écosystèmes terrestres fragiles. Pour pouvoir intervenir au moment opportun, il faut intensifier les recherches pour moderniser les techniques d'élevage, améliorer la gestion et la régénération des pâturages, et surtout, ouvrir de nouveaux secteurs d'activité aux jeunes dans et hors de la région. On touche là à la politique des Etats, hors de portée des moyens dont disposent les ethnies.

Néanmoins, en raison des caractéristiques du milieu sahélien, l'élevage restera le facteur essentiel, peut-être exclusif, du développement de l'économie de la zone et, tôt ou tard cette activité de production devra être réhabilitée, sous peine d'en arriver cette fois au « désert » authentique et sans doute incoercible à long terme.

En conclusion, il est clair que le pastoralisme traditionnel constitue le cadre le mieux adapté pour relancer la mise en valeur des régions en voie d'abandon à la suite d'aléas climatiques ou pour des motifs socio-politiques. Il faudra bien, un jour, réoccuper l'espace sahélien pour en exploiter les ressources. On aura alors besoin des populations de pasteurs dont l'expérience reste, au moins jusqu'à la génération actuelle, l'atout majeur de cette reconquête.

L'attachement des hommes à leur région, leur compétence exceptionnelle à l'accomplissement du métier de pasteur, dans un contexte empirique, certes, mais parfaitement adapté aux contraintes, la puissante capacité de régénération de la végétation, l'exceptionnelle adaptation du bétail local et, mieux encore des animaux sauvages, à ce difficile environnement, sont des faits maintenant reconnus.

Les atouts ne manquent donc pas qui permettraient de maintenir l'élevage et la présence humaine au Sahel, avec un niveau de vie décent et sans risque de désertification. Mais, comme pour toute intervention sectorielle qui touche aux traditions, rien ne sera possible hors d'une approche globale des problèmes et sans une collaboration volontaire et motivée de la part des intéressés. Le problème de la réhabilitation du Sahel est donc, tout d'abord humain et politique ; il est à régler préalablement à la mise en place d'efficaces moyens de lutte contre la désertification.

B. PEYRE DE FABREGUES

Agropastoraliste, CIRAD-EMVT

P. Formenty ¹J. Domenech ²H.G. Zeller ³

Enquête sérologique sur la fièvre de la vallée du Rift, chez les ovins, en Côte-d'Ivoire

FORMENTY (P.), DOMENECH (J.), ZELLER (H.G.). Enquête sérologique sur la fièvre de la vallée du Rift, chez les ovins, en Côte-d'Ivoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 221-226

De 1988 à 1990, une enquête sérologique portant sur un échantillon de 1 051 sérums ovins a été menée dans le Sud forestier de la Côte-d'Ivoire afin d'étudier l'incidence de la fièvre de la vallée du Rift (FVR) et le rôle de ce virus dans la pathologie de la reproduction. La prévalence de la FVR est de 6,85 p. 100. Aucune différence n'a été observée entre les trois régions géographiques déterminées, ni entre les trois années de l'étude. La prévalence augmente avec l'âge de façon significative. La maladie doit être considérée comme enzootique en Côte-d'Ivoire. On trouve une corrélation positive entre séropositivité et avortements, ce qui doit inciter à mieux évaluer l'impact économique de la FVR en santé animale. La présence d'anticorps chez les animaux âgés de 6 mois à un an, signant une circulation active du virus, implique une surveillance impérative plus large de la situation en Côte-d'Ivoire en raison du risque pour la population humaine en contact avec les animaux. *Mots clés* : Ovin - Fièvre de la vallée du Rift - Avortement - Test ELISA - Epidémiologie - Côte-d'Ivoire.

(24), au Burkina Faso (26), au Niger (1), au Togo, au Cameroun (27), au Nigeria (7, 8, 10, 17) et en République centrafricaine (5, 11, 12, 20).

La FVR a connu deux flambées épizootiques, une en Égypte en 1977 (19), une autre le long du bassin du fleuve Sénégal en 1987 (13, 15). Le caractère dramatique de ces deux épidémies relança la surveillance de la FVR sur le continent.

La présente étude expose les résultats d'une enquête sérologique menée auprès des ovins du sud de la Côte-d'Ivoire de 1988 à 1990, dans le but de dresser un premier bilan de la situation de la FVR dans ce pays, et d'étudier le rôle potentiel de ce virus dans la pathologie de la reproduction des ovins.

INTRODUCTION

La fièvre de la vallée du Rift (FVR) est une arbovirose due à un virus de la famille des Bunyaviridae et du genre Phlebovirus.

C'est une zoonose qui, chez l'homme, peut s'exprimer sous deux formes ; soit une forme grippale bénigne, soit une forme grave occasionnant des lésions de type ictéro-hémorragique, des chorioretinites ou des encéphalites. Chez les ovins, elle est responsable d'avortements, d'hépatites nécrosantes et de mortalités chez les jeunes animaux.

Connue en Afrique de l'Est dès 1912 (22) elle a été identifiée en 1931 (4) ; elle y sévit, de même qu'en Afrique du Sud, sous forme d'épizooties périodiques (2, 18).

Elle a été identifiée plus récemment en Afrique de l'Ouest. Sa circulation sous forme endémique est démontrée au Sénégal (23), en Mauritanie (3, 25), en Guinée

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Régions géographiques

L'enquête concerne un échantillon de 1 051 sérums de moutons, issus de troupeaux répartis dans le sud de la Côte-d'Ivoire. Ces échantillons ont été récoltés au cours des années 1988 à 1990. On a différencié trois zones en fonction de la situation géographique, de la pluviométrie et de l'écosystème (carte 1) :

- la zone 1, au sud, a une pluviométrie annuelle moyenne supérieure à 1 600 mm ; elle appartient au domaine guinéen, de secteur ombrophile (forêt dense humide sempervirente), de type fondamental à *Eremospatha macrocarpa* et *Diospyros* spp. ;

- la zone 2, à l'est, avec une pluviométrie annuelle moyenne oscillant de 1 200 à 1 600 mm, est située dans le domaine guinéen, de secteur mésophile (forêt dense humide semi-décidue), de type fondamental à *Celtis* spp. et *Triplochiton* ;

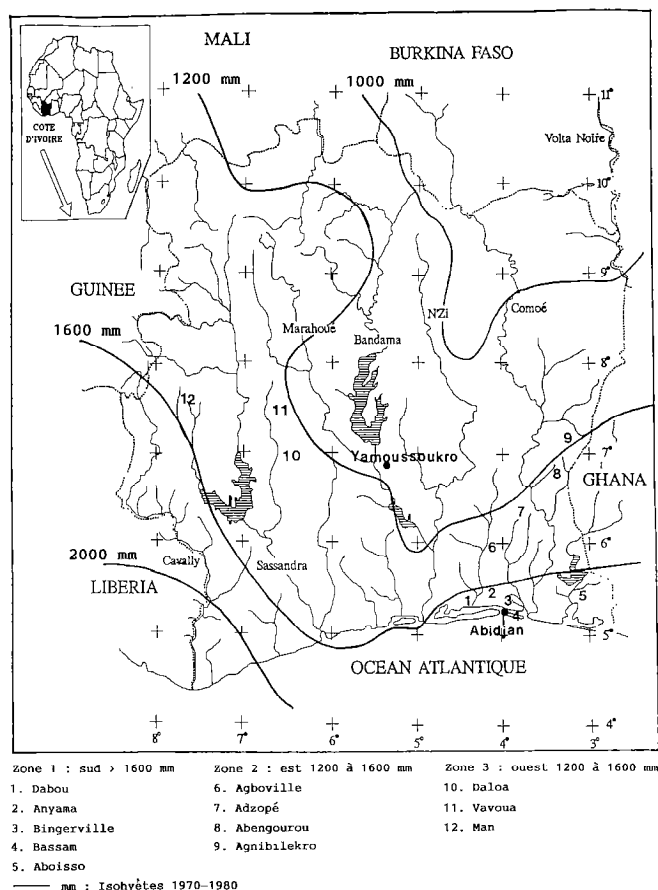
- la zone 3, à l'ouest, avec une pluviométrie annuelle moyenne variant de 1 200 à 1 600 mm, appartient à la même région phytogéographique que la zone 2, domaine guinéen, de secteur mésophile.

1. Laboratoire central de pathologie animale (LCPA), BP 206, Bingerville, Côte-d'Ivoire.

2. OUA-IBAR, POB 30786, Nairobi, Kenya.

3. Institut Pasteur, BP 220, Dakar, Sénégal.

Reçu le 11.9.1992, accepté le 3.11.1992.



Carte 1 : Côte-d'Ivoire. Répartition géographique des différents sites étudiés.

Les troupeaux

Les sérums ont été prélevés dans des troupeaux de race Djallonké de 50 à 200 têtes suivis par le Laboratoire central de pathologie animale (LCPA) de Bingerville depuis 1988, dans le cadre d'une enquête sur la pathologie des petits ruminants.

Ils sont suivis de façon régulière avec la méthode appelée Panurge mise au point par l'équipe ISRA/IEMVT de Dakar (9). Les propriétaires des troupeaux appliquent les thèmes d'encadrement préconisés par la Société de développement des productions animales (SODEPRA) : prophylaxie antiparasitaire interne et externe, vaccination contre la peste des petits ruminants (PPR) et la clavelée, alimentation optimisée et mise en place d'un début de sélection.

Méthodes de prélèvement

Le sang a été prélevé par ponction de la veine jugulaire sur tube sec, sous vide (VenjectND Terumo). Chaque prise de sang était accompagnée de commémoratifs sur

le lieu de prélèvement, le sexe, l'âge et les antécédents cliniques de l'animal. Sur le terrain les prélèvements ont été conservés à + 4°C. Puis les sérums ont été obtenus par centrifugation au laboratoire et conservés à - 20 °C jusqu'à la réalisation du test.

Méthode de diagnostic

Les IgG et les IgM ont été recherchés avec un test ELISA (19) faisant appel à un antigène viral inactivé (virus de la FVR souche Ar D 38 661 issue d'*Aedes dalzeli* collectés à Kédougou au Sénégal, en novembre 1983) et à un antigène témoin. Les sérums sont dilués au 1/100e ; des sérums de contrôle positifs et négatifs sont utilisés pour valider chaque réaction. La seule modification apportée par rapport à la technique de Meegan fut le remplacement de la gélatine par le lait écrémé à 1 p.100 (DIFCO^R) (12).

Pour chaque série de prélèvement, et dans chaque test (recherche des IgG ou des IgM), la population séronégative est définie par traitement statistique de l'ensemble des résultats. La valeur seuil de positivité est déterminée par la moyenne des différences de densités optiques, obtenues avec l'antigène spécifique et l'antigène témoin, lues pour cette population, augmentée de trois écarts-types. Les sérums exprimant une différence de densité optique supérieure à cette valeur sont considérés comme positifs (14).

Pour les IgM, sont considérés positifs seulement les sérums à titre élevé, ou ceux où sont détectés en même temps des IgM et des IgG (ce qui n'a entraîné que peu de modification, un seul sérum présentait un titre faible en IgM sans IgG).

RÉSULTATS

L'ensemble des résultats sont présentés dans les tableaux I et II.

Résultats généraux

IgG

Sur 1 051 sérums testés, 72 se sont révélés positifs en IgG soit une prévalence en IgG de 6,85 p. 100. On a standardisé les résultats, afin de tenir compte de la répartition des classes d'âge de notre échantillon, en utilisant la prévalence calculée pour chaque classe d'âge, et la pyramide des âges des populations ovines suivies par nos enquêtes (6) (fig. 1). La prévalence standardisée de la FVR est alors de 4,72 p. 100.

TABLEAU I Fièvre de la vallée du Rift, répartition par région et par années.

	1988			1989			1990			Totaux		
	Nombre sérums	FVR+	p. 100	Nombre sérums	FVR+	p. 100	Nombre sérums	FVR+	p. 100	Nombre sérums	FVR+	p. 100
Sud zone 1	249	16	6,42	27	2	7,4	10	0	0	286	18	6,29
Est zone 2	232	16	6,89	31	3	9,68	83	7	8,43	346	26	7,51
Ouest zone 3	49	6	12,24	167	10	5,98	203	12	5,91	419	28	6,68
Totaux	530	38	7,16	225	15	6,66	296	19	6,42	1 051	72	6,85

TABLEAU II Répartition par tranche d'âge et antécédents d'avortement*.

Contrôles									
Age	0-1 an	1-2 ans	2-3 ans	3-4 ans	4-5 ans	5-6 ans	> 6 ans	Total	
Nombre	183	188	183	130	84	81	61	910	
FVR+	4	7	5	9	8	13	7	53	
p. 100	2,18	3,72	2,73	6,92	9,52	16,04	11,47	5,82	
Avortements									
Age	0-1 an	1-2 ans	2-3 ans	3-4 ans	4-5 ans	5-6 ans	> 6 ans	Total	
Nombre	0	13	40	12	15	12	20	112	
FVR+	0	2	6	2	1	2	3	16	
p. 100	0	15,38	15	16,66	6,67	16,67	15	14,28	
Totaux									
Age	0-1 an	1-2 ans	2-3 ans	3-4 ans	4-5 ans	5-6 ans	> 6 ans	Total	
Nombre	183	201	223	142	99	93	81	1 022	
FVR+	4	9	11	11	9	15	10	69	
p. 100	2,18	4,47	4,93	7,8	9,09	16,12	12,34	6,75	

* 29 animaux dont on ne connaît pas l'âge exact sont ôtés de l'analyse ; 3 sont positifs en IgG.

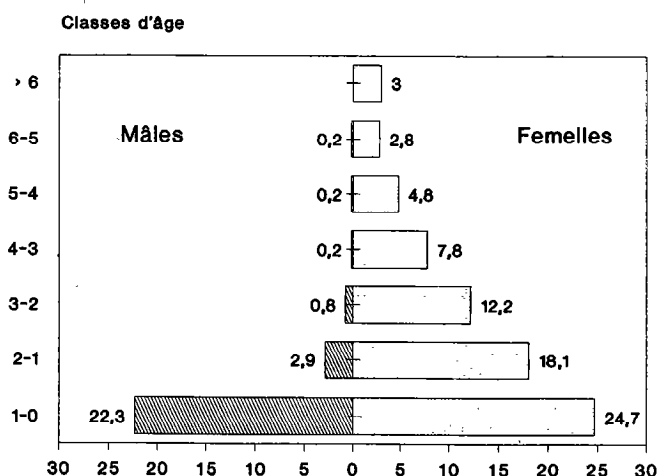


Fig. 1 : Pyramide des âges des ovins (en pourcentage).

IgM

La présence en IgM a été détectée dans trois sérums sur 1 051, soit 0,28 p. 100.

Résultats par région et par année

On n'observe pas de différence entre les trois régions définies par l'enquête ($p > 0,05$ $X^2 = 0,39$ et ddl = 2) (tabl. I). De plus, si on considère les deux zones phytogéographiques ombrophile et mésophile, on ne met pas non plus en évidence de différence significative ($p > 0,05$ $X^2 = 0,19$ et ddl = 1).

Il n'y a pas de différence significative entre les trois années de l'étude ($p > 0,05$ $X^2 = 0,19$ et ddl = 2).

Effet de l'âge

La prévalence est significativement différente entre les classes d'âge ($p < 0,001$ $X^2 = 26,75$ et $ddl = 6$) (tabl. II) et on remarque un gradient positif de la prévalence avec l'âge.

Corrélation avec les antécédents d'avortements

Sur les 839 moutons âgés de plus d'un an de l'échantillon, 112 brebis avaient des antécédents d'avortement récent. On trouve une différence significative (tabl. III) de la prévalence en IgG entre les femelles ayant avorté et les contrôles. Il apparaît donc une corrélation positive entre la séropositivité et les avortements ($p < 0,01$ $X^2 = 8,13$ et $ddl = 1$).

TABLEAU III Corrélation avec les antécédents d'avortements.

	Contrôles (> 1 an)	Avortements	Total
Nombre	727	112	839
FVR+	49	16	65
p. 100	6,74	14,29	7,75

($p < 0,01$ $X^2 = 8,13$ et $ddl = 1$).

Après standardisation des résultats (pour tenir compte de la répartition des classes d'âge de notre échantillon), la prévalence est toujours plus élevée dans la population de femelles ayant avorté (14,76 p. 100) que dans celle des contrôles (5,6 p. 100).

DISCUSSION

Résultats généraux

Le taux faible de la prévalence générale standardisée, par rapport au résultat brut de l'enquête, s'explique par la répartition des âges des animaux prélevés (fig. 2).

Les trois sérums positifs en IgM ont été récoltés de novembre 1988 à janvier 1989, au cours de la saison sèche, dans trois troupeaux différents. Ils appartiennent à deux femelles âgées de 2 et 3 ans et un mâle âgé de 1,5 an. La première femelle, qui a avorté, présentait un titre élevé en IgM et en IgG, ce qui semble impliquer la FVR comme cause de l'avortement. Les deux autres animaux possédaient des titres en IgM et en IgG faibles ; ils sont issus de troupeaux positifs ayant une prévalence variant

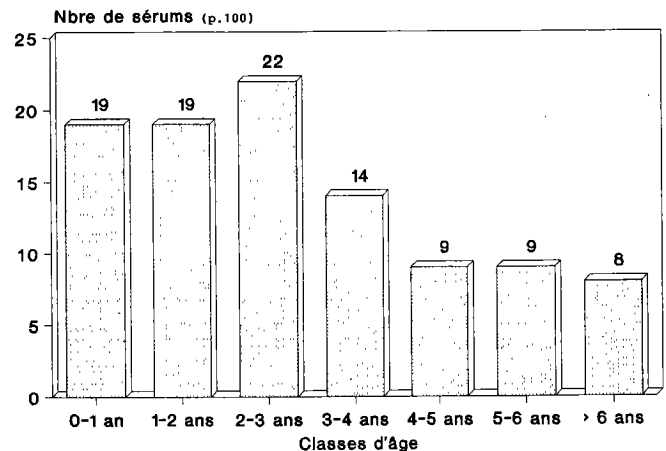


Fig. 2 : Répartition des sérums recueillis selon l'âge des animaux prélevés (en pourcentage).

de 10 à 40 p. 100. Pour ces moutons, on peut avancer l'hypothèse d'une surinfection de sujets âgés, dans les troupeaux où la maladie est enzootique.

Résultats par région

On ne trouve pas de différence significative entre les trois régions. A priori, ces résultats s'expliquent car on reconnaît une certaine homogénéité climatique et écologique à l'ensemble de la zone d'étude que l'on appelle le Sud forestier. Cette zone est caractérisée par une végétation de type guinéen, où s'étend une forêt dense humide de type secondaire.

L'absence de différence significative entre les trois années d'étude permet de supposer que la maladie est enzootique dans le Sud forestier.

Effet de l'âge

Au vu des résultats exposés plus haut, on peut conclure que la prévalence augmente avec l'âge, ce qui signe l'état enzootique de l'affection dans le Sud forestier de la Côte-d'Ivoire.

Ces résultats sont en accord avec les hypothèses de SALUZZO (24) sur la circulation du virus en Afrique de l'Ouest, lors d'une enquête en période inter-épizootique. En revanche, LANCELOT (16), qui rapporte une étude en Mauritanie en période post-épizootique, ne trouve pas de différence significative entre les classes d'âge. Les observations faites en Côte-d'Ivoire mettent en évidence une situation de type enzootique, sans manifestations apparentes de type épizootique.

La présence d'anticorps IgG chez les jeunes animaux âgés de 6 mois à 1 an montre une infection récente de ces animaux, puisque les anticorps d'origine maternelle

disparaissent après 5 à 6 mois. Ceci signe encore l'état enzootique de la maladie. Ces jeunes ovins âgés de 8 à 10 mois ont été prélevés pendant les mois de décembre et janvier, c'est-à-dire en début de saison sèche. On peut penser que la période d'infection se situe pendant la deuxième saison des pluies, de septembre à novembre, ce qui correspond à une période d'augmentation des populations de moustiques.

La question se pose alors du risque potentiel d'épidémisation de la FVR, non seulement au niveau des populations animales, mais surtout au niveau des populations humaines en contact avec celles-ci. Il est possible que la période de septembre à novembre reste une période critique, du fait de la pululation culicidienne en zone forestière.

Corrélation avec les antécédents d'avortements

Cette enquête montre une forte corrélation entre séropositivité et avortements, ce qui permet d'impliquer la FVR dans l'étiologie de certains avortements en Côte-d'Ivoire. En conséquence, les services de l'élevage doivent rester vigilants et signaler tout foyer d'avortement afin de permettre la recherche de la FVR.

La relation mise en évidence entre le taux d'infection et l'avortement chez les ovins de Côte-d'Ivoire, doit inciter à mieux étudier l'impact de la maladie sur la productivité

des troupeaux où la FVR sévit. Celle-ci influe directement sur les paramètres de la reproduction des brebis, mais sans doute aussi sur la mortalité des agneaux. Cette question sera donc à approfondir.

CONCLUSION

Cette enquête a permis de dresser un premier bilan de la fièvre de la vallée du Rift en Côte-d'Ivoire. Elle a montré que la maladie sévit à l'état enzootique dans le sud du pays. On trouve une corrélation entre séropositivité et antécédents d'avortements chez les brebis, ce qui doit inciter à étudier l'impact de la FVR sur la productivité des troupeaux.

Enfin, la mise en place d'une surveillance de la maladie est impérative en Côte-d'Ivoire, en raison du risque pour la population humaine en contact avec les animaux.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr ANGBA ASSY, directeur du Laboratoire central de pathologie animale (LCPA) pour son soutien constant au cours de cette enquête. Nous remercions le Dr J.P. GONZALEZ pour ses judicieux conseils lors de la rédaction de cet article.

FORMENTY (P.), DOMENECH (J.), ZELLER (H.G.). A serological survey of Rift Valley fever in sheep in Côte-d'Ivoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 221-226

A serological survey of Rift Valley fever was carried out in sheep in Côte-d'Ivoire. Thousand and fifty one seras collected between 1988 and 1990 in the South of the country were tested for IgG and IgM by ELISA with two objectives : determining the incidence of the Rift Valley fever and analysing the role of this virus in reproductive failure and abortion. The incidence rate was 6,85 %. No difference was found between the three different geographic areas nor between the three years of the survey. Antibody prevalence increased significantly with age. The Rift Valley fever must be considered as enzootic in Côte-d'Ivoire. A significant relationship was found between positivity and abortion in ewes. Thus, the economic impact of Rift Valley fever has to be studied. The presence of antibodies in young animals aged from 6 months to 1 year, showed a recent activity of the virus ; a permanent epidemio-surveillance of the Rift Valley fever in Côte-d'Ivoire is needed, because of the potential risk for human population in contact with the animals. *Key words* : Sheep - Rift Valley fever - Abortion - ELISA test - Epidemiology - Côte-d'Ivoire.

FORMENTY (P.), DOMENECH (J.), ZELLER (H.G.). Encuesta serológica sobre la fiebre del Valle del Rift en los ovinos de Costa de Marfil. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 221-226

Entre 1988 y 1990 se llevó a cabo una encuesta serológica sobre 1 051 sueros ovinos en el sur boscoso de Costa de Marfil. La finalidad de este trabajo fue la de estudiar la incidencia de la fiebre del Valle del Rift (FVR) y el papel del virus en la patología de la reproducción. La prevalencia de la FVR es de 6,85 p. 100. No se determinó ninguna diferencia entre las tres regiones geográficas estudiadas, ni entre los tres años de duración del estudio. Con la edad, se produce un aumento significativo de la prevalencia. La enfermedad debe ser considerada enzootica en Costa de Marfil. Se recomienda una evaluación del impacto económico de la FVR sobre la salud animal, ya que se encontró una correlación positiva entre la seropositividad y los abortos. La presencia de anticuerpos en los animales de 6 meses a un año de edad, lo que indica una circulación activa del virus, muestra la necesidad de aumentar la vigilancia de la situación en Costa de Marfil, debido al riesgo para la población humana, en contacto con los animales. *Palabras claves* : Ovino - Fiebre del Valle del Rift - Aborto - Test ELISA - Epidemiología - Costa de Marfil.

BIBLIOGRAPHIE

1. AKAKPO (A.J.), SALUZZO (J.F.), BADA (R.), BORNAREL (P.), SARRADIN (P.). Épidémiologie de la fièvre de la vallée du Rift en Afrique de l'Ouest : enquête sérologique chez les petits ruminants au Niger. *In* : Premières journées vétérinaires africaines, Hammamet, Tunisie, 1987. Paris, Office international des épizooties, 1988. Pp 110-120.
2. BRES (P.). Prevention of the spread of Rift Valley fever from the African continent. *Contr. Epidem. Biostatist.*, 1981, **3** : 178-190.
3. CHARTIER (C.), CHARTIER (F.). Enquête séro-épidémiologique sur les avortements infectieux des petits ruminants en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (1) : 23-34.
4. DAUBNEY (R.), HUDSON (J.R.), GARNHAM (P.C.). Enzootic hepatitis of Rift Valley fever. An undescribed virus disease of sheep, cattle and man from East Africa. *J. Path. Bact.*, 1931, **34** : 545-579.
5. DIGOUTTE (J.P.), CORDELLIER (R.), ROBIN (Y.), PAJOT (F.X.), GEOFFROY (B.). Le virus Zinga (ArB 1976) nouveau prototype d'arbovirus isolé en République centrafricaine. *Annls Inst. Pasteur*, 1974, **125b** : 107-118.
6. DOMENECH (J.), FORMENTY (P.), ANGBA (A.). Étude de la pathologie ovine en Côte-d'Ivoire. *In* : 6e Symposium de la Société internationale d'épidémiologie et d'économie vétérinaire, Ottawa, Canada, 12-16 août 1991.
7. EZEIFEKA (G.O.), UMOH (J.U.), BELINO (E.D.), EZOKOLI (C.D.). A serological survey for Rift Valley fever antibody in food animals in Kaduna and Sokoto states of Nigeria. *Int. J. Zoon.*, 1982, **9** : 147-151.
8. FAGBAMI (A.H.), TOMORI (O.), KEMP (G.E.). A survey of nigerian domestic and wild animals for serum neutralizing antibody to indigenous Rift Valley fever. *Niger Vet. J.*, 1973, **2** : 45-48.
9. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.). Suivi de troupeaux et contrôle des performances individuelles chez les petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (1) : 29-40.
10. FERGUSSON (W.). Identification of Rift Valley fever in Nigeria. *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, 1959, **7** : 317-318.
11. GONZALEZ (J.P.), BOUQUETY (J.C.), LESBORDES (J.L.), MADELON (M.C.), MATHIOT (C.C.), MEUNIER (D.M.Y.), GEORGES (A.J.). Rift valley fever as haemorrhagic fever in the Central African Republic. *Annls Virol. Inst. Pasteur*, 1987, **138** : 385-390.
12. GONZALEZ (J.P.), McCORMICK (J.B.), SALUZZO (J.F.), GEORGES (A.L.). Les fièvres hémorragiques africaines d'origine virale. Contribution à leur étude en République centrafricaine. *Cah. ORSTOM, sér. Entomol. Méd. Parasit.*, 1983, **21** : 119-130.
13. GUILLAUD (M.), LE GUENNO (B.), WILSON (M.), DESOUTTER (D.), GONZALEZ (J.P.), DIGOUTTE (J.P.). Prévalence en anticorps contre le virus de la fièvre de la vallée du Rift chez les petits ruminants du Sénégal. *Annls Virol. Inst. Pasteur*, 1988, **139** : 455-459.
14. GUILLAUD (M.), LE GUENNO (B.), GONZALEZ (J.P.). L'enzootie de la fièvre de la vallée du Rift chez les petits ruminants du Sénégal : exemple d'une surveillance séro-épidémiologique dans le bassin du fleuve Sénégal. *Revue sén. Rech. agr. Hal.*, 1989, **2** (1). 9 p.
15. JOUAN (A.), COULIBALY (I.), ADAM (F.), PHILIPPE (B.), RIOU (O.), LE GUENNO (B.), CHRISTY (P.), OULD MERZOUQ (N.), KSIAZEK (T.), DIGOUTTE (J.P.). Analytical study of a Rift Valley fever epidemic. *Res. Virol.*, 1989, **140** : 175-186.
16. LANCELOT (R.), GONZALEZ (J.P.), LE GUENNO (B.), DIALLO (B.C.), GANDEGA (Y.), GUILLAUD (M.). Epidémiologie descriptive de la fièvre de la vallée du Rift chez les petits ruminants dans le sud de la Mauritanie après l'hivernage 1988. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (4) : 485-491.
17. LEE (V.H.). Isolation of viruses from field populations of Culicoides (Diptera : Ceratopogonidae) in Nigeria. *J. Med. Entomol.*, 1979, **16** : 76-79.
18. McINTOSH (B.M.), JUPP (P.G.). Epidemiological aspect of Rift Valley fever in South Africa with reference to vectors. *Contr. Epidem. Biostatist.*, 1981, **3** : 92-99.
19. MEEGAN (J.M.). Rift Valley fever in Egypt : An overview of the epizootics in 1977 and 1978. *Contr. Epidem. Biostatist.*, 1981, **3** : 110-113.
20. MEEGAN (J.M.), DIGOUTTE (J.P.), PETERS (C.J.), SHOPE (R.). Monoclonal antibodies to identify Zinga virus as Rift Valley fever virus. *Lancet*, 1983, **i** : 641.
21. MEEGAN (J.M.), YEDLOUTSCHNIG (R.J.), PELEG (B.A.), JAFFA (S.H.Y.), PETERS (C.J.), WALKER (J.S.), SHOPE (R.E.). Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of antibodies to Rift Valley fever in ovine and bovine sera. *Am. J. vet. Res.*, 1987, **48** : 1138-1141.
22. MONTEGOMERY (E.R.). Annual report. *Vet. Pathol.*, 1912. P. 37.
23. SALUZZO (J.F.), ADAM (F.), HEME (G.), DIGOUTTE (J.P.). Isolement de virus à partir de rongeurs au Sénégal (1983-1985). Description d'un nouveau Poxvirus. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1986, **79** : 323-333.
24. SALUZZO (J.F.), CHARTIER (C.), BADA (R.), MARTINEZ (D.), DIGOUTTE (J.P.). La fièvre de la vallée du Rift en Afrique de l'Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (3) : 215-223.
25. SALUZZO (J.F.), DIGOUTTE (J.P.), CAMICAS (J.L.), CHAUVANCY (G.). Crimean-Congo haemorrhagic fever and Rift Valley fever in south-eastern Mauritania. *Lancet*, 1985, **12** : 116.
26. SALUZZO (J.F.), DIGOUTTE (J.P.), CORNET (M.), BAUDON (M.), ROUX (J.), ROBERT (V.). Isolation of Crimean-Congo haemorrhagic fever and Rift Valley viruses in Upper Volta. *Lancet*, 1984, **i** : 1179.
27. ZELLER (H.G.), WILSON (L.), SCHMIDT (E.A.), THIONGANE (Y.), CORNET (J.P.), CAMICAS (J.L.), GONZALEZ (J.P.), BESSIN (R.), TEOU (K.), KPOMASSI (M.), FORMENTY (P.), DIGOUTTE (J.P.), AKAKPO (J.A.). Rift Valley fever activity in West Africa, 1988-1991. *In* : Congress of the American Society of tropical Medicine and Hygiene, Boston, USA, 1-5 December 1991.

Communications

Observation de sclérectasie dans un élevage de porc à Sotouboua, Togo

Ph. Marchot¹

A. Vermeylen¹

G. Hendrickx¹

P. Leroy²

MARCHOT (Ph.), VERMEYLEN (A.), HENDRICKX (G.), LEROY (P.). Observation de sclérectasie dans un élevage de porc à Sotouboua, Togo. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 227-228
Des cas de sclérectasie ont été décrits dans un élevage porcin à Sotouboua, Togo. Le virus de la peste porcine pourrait en être l'origine, la consanguinité étant un facteur prédisposant. Les éleveurs doivent rester vigilants. *Mots clés* : Porc - Pestivirus - Sclérectasie - Microphthalmie - Togo.

Introduction

Dans un élevage de porcs de race Large White, quatre sœurs ont été saillies par leur frère et fécondées en 1989, 1990 et 1991. Ces truies ont donné naissance à quatre portées totalisant 22 porcelets normaux en octobre, novembre et décembre 1989 ; quatre porcelets sont morts au sevrage de diarrhée et les autres ont présenté une croissance normale. En juillet et août 1990, elles ont eu 28 porcelets dont 26 porteurs de malformations oculaires ; deux porcelets seulement se sont développés normalement. Par la suite, trois des quatre truies ont eu en mars et avril 1991 des portées de porcelets normaux (15 au total), et la quatrième a avorté ; parmi ces 15, six sont morts avant, et au sevrage, et les autres ont été rapidement vendus par le propriétaire (tableau I).

TABLEAU I Résumé des observations effectuées dans l'élevage sur les porcelets en 1989, 1990 et 1991.

Année	Nombre de porcelets	Nombre de porcelets présentant des malformations oculaires	Nombre de porcelets à croissance normale
1989	22	–	18
1990	28	26	2
1991	15	–	9(?)

1. Food and Agriculture Organization (FAO), Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

2. Université de Liège, Faculté de médecine vétérinaire, Service de biostatistique-informatique, B-1070 Bruxelles, Belgique.

Reçu le 27.8.1992, accepté le 23.3.1993.

Observations cliniques et lésions

Les anomalies oculaires qui ont été observées sont dues à un processus inflammatoire dans l'œil lors du développement embryonnaire fœtal. L'inflammation des chambres, antérieure et postérieure, ainsi que de la rétine a provoqué une augmentation des liquides intra-oculaires et un amincissement de la cornée. Ces phénomènes ont entraîné soit de la sclérectasie, c'est-à-dire une formation kystique de la cornée débordant du globe (photo 1), soit au stade ultérieur, la crevasion de l'œil avant que le porcelet ne naisse. En effet, certains porcelets sont nés en présentant une cavité vide à la place du globe oculaire (phénomène différent de l'anophtalmie) (photo 2) ou en présentant de la phtysie du globe ; cette dernière était un amalgame de tout le contenu de l'œil, sans perforation, qui cliniquement ressemblait à de la microphthalmie. Tous les porcelets porteurs de telles lésions étaient soit aveugles, soit mal-voyants.

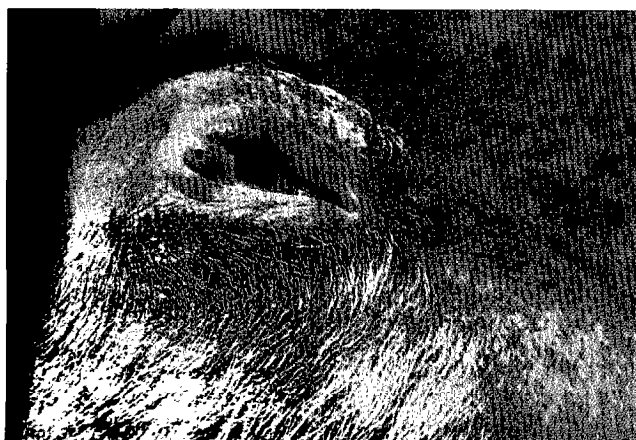


Photo 1 : Cas de sclérectasie avec formation kystique de la cornée et de la conjonctive.



Photo 2 : Cas de sclérectasie au stade avancé (cavité vide à la place du globe oculaire).

Communications

Discussion

Vingt-six porcelets au total sont nés avec des malformations oculaires. Quinze d'entre eux sont morts au cours de la première année : 2, juste après la naissance et 13 pendant les 12 premiers mois, en présentant des anomalies de croissance et de la cachexie.

Les lésions observées ressemblent à de la microphthalmie dont la cause principale est la carence en vitamine A (2) ; mais les analyses des rations alimentaires des porcs qui ont été effectuées ont montré que celles-ci n'étaient carencées ni en vitamine A, ni en zinc (12 000 UI vit.A/kg, 200 mg Zn/kg de MS). De plus, les lésions dégénératives de l'avitaminose A n'ont pas le caractère inflammatoire de celles qui ont été décrites ; une telle étiologie est donc improbable.

De telles malformations congénitales laissent supposer l'existence d'une prédisposition génétique révélée par le croisement frère/sœur qui a préparé le terrain au développement d'une réaction inflammatoire (7). Jusqu'ici, seuls les virus de la peste porcine classique ont été isolés d'une inflammation intra-utero dans l'œil foetal (1, 3, 8). L'infection naturelle par le virus de la maladie d'Aujeszky ou pseudo-rage a entraîné de la cécité chez des porcs par atteinte dégénérative des cellules nerveuses de la rétine, suite à une inflammation qui s'était propagée, le long du nerf optique (5) ; mais une transmission foetale n'a jamais été décrite (6). De plus, les kératoconjunctivites expérimentales produites par inoculation de lésions cornéennes avec ce même virus y restent confinées et régressent spontanément (9).

De même, les lésions cornéennes décrites jusqu'ici, dues à *Mycoplasma hyorrhinis* associé à *Escherichia coli* (4), au virus de l'influenza type A (10), à *Chlamydia psittaci* (11) ou à la pseudo-rage (9), et qui sont ici limitées à de la conjonctivite ou de la kératoconjunctivite ne sont pas dues à la transmission in utero des agents vecteurs. La transmission transplacentaire du virus de la peste porcine classique, dont la présence serait sporadique au Togo, est une hypothèse plausible.

Une enquête plus approfondie mérite d'être effectuée. Mais, lors de notre dernier passage, l'élevage avait fait l'objet d'un vide sanitaire et il ne nous a pas été possible de récolter les sérums qui auraient permis de confirmer nos suspicions.

Les élevages de la zone ont néanmoins été placés sous surveillance afin d'effectuer les prélèvements requis si de nouveaux cas se présentaient.

MARCHOT (Ph.), VERMEYLEN (A.), HENDRICKX (G.), LEROY (P.). Observation of sclerectasia in a pig farm, Sotouboua, Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 227-228
Cases of sclerectasia were described in a pig farm, Sotouboua, Togo. The causative agent may be a pestivirus, on top of a predisposition revealed by consanguinity. Livestock owners should be kept aware. *Key words* : Pig - Pestivirus - Sclerectasia - Microphthalmia - Togo.

Bibliographie

- CARBREY (E.A.), STEWART (W.C.), YOUNG (S.H.). The changing picture of hog cholera : case studies. *J.A.V.M.A.*, 1966, **149** (12) : 1720-1724.
- HALE (F.). The relation of vitamin A to anophthalmia in pigs. *Am. J. Ophthalmol.*, 1935, **18** : 1087-1093.
- HARDING (J.D.), DONE (J.T.). Microphthalmia in piglets. *Vet. Rec.*, 1956, **68** : 856-857.
- HOUSZKA (M.), PILASZEK (J.), BARTZAK (R.). Keratoconjunctivitis in mycoplasmosis in piglets. *Medycyna Wet.*, 1979, **35** (10) : 598-600.
- HOWARTH (J.A.), DE PAOLI (A.). An enzootic of pseudorabies in swine in California. *Am. J. vet. Res.*, 1968, **152** (8) : 1114-1118.
- KLUGGE (J.P.), MARE (C.J.). Swine pseudorabies : abortion, clinical disease and lesions in pregnant gilts infected with pseudorabies virus. *Am. J. vet. Res.*, 1974, **35** (7) : 911-915.
- MANEBLY (R.B.). Blindness in New-born pigs. *Vet. Rec.*, 1951, **63** (23) : 398.
- PLATEAU (E.), VANNIER (Ph.), TILLON (J.P.). A typical hog cholera infection : viral isolation and clinical study of in utero transmission. *Am. J. vet. Res.*, 1980, **41** (12) : 2012-2015.
- SCHNEIDER (W.J.), HOWARTH (J.A.). Clinical course and histopathologic features of pseudorabies virus-induced keratoconjunctivitis in pigs. *Am. J. vet. Res.*, 1973, **34** (3) : 393-401.
- STRAW (B.E.). Differential diagnosis of swine diseases. In : LEMAN (A.D.), STRAW (B.E.), GLOCK (R.D.) *et al.* Diseases of swine. 6th ed. Ames, Iowa State University Press, 1986. Pp. 214-242.
- TAYLOR (D.J.). Chlamydia. In : LEMAN (A.D.), STRAW (B.E.), GLOCK (R.D.) *et al.* Diseases of swine. 6th ed. Ames, Iowa State University Press, 1986. Pp. 630-633.

Antibodies to some swine diseases in commercial piggeries in Central Zambia

K. Stafford¹

Y. Stafford¹

D. Paton²

P. Gamble³

STAFFORD (K.), STAFFORD (Y.), PATON (D.), GAMBLE (P.). Anticorps de quelques maladies du porc dans les élevages commerciaux du centre de la Zambie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 229-230

Des échantillons de sang ont été prélevés sur 121 truies (jeunes et adultes) provenant de 7 porcheries commerciales situées autour de Lusaka (Zambie). Ils ont été reconnus négatifs pour la maladie d'Aujeszky, la gastroentérite contagieuse, la grippe porcine, la peste porcine classique et la brucellose. Soixante dix huit porcs provenant de cinq fermes ont réagi positivement au parvovirus porcin. Dix huit sérums se sont révélés positifs à *Leptospira celledoni*. **Mots clés** : Porc - Parvovirus porcin - Maladie d'Aujeszky - Gastroentérite du porc - Influenzavirus porcin - Peste porcine classique - Brucellose - *Leptospira celledoni* - Anticorps - Immunité - Zambie.

Introduction

Pig production in Zambia is carried out either under village conditions or on commercial pig farms. There are 156,000 indigenous domestic pigs mainly in villages of the Eastern (102,282) and Southern (30,091) provinces (1). In contrast only 5,200 sows, mostly Large White and Landrace are held in commercial piggeries in the Central, Copperbelt and Southern Provinces (4). The commercial pig industry is characterized by poor productivity with 12.8 piglets weaned per sow per year and serious losses in the immediate post-weaning period.

African swine fever is endemic in Eastern Zambia (9) and was diagnosed in Central Zambia in 1989. The disease status of the commercial swine herd has not been investigated and this paper reports a serological survey of selected diseases in commercial piggeries in the Lusaka area of Central Province.

Materials and Methods

Herds

In November 1989, blood samples were taken from 121 pigs kept on seven commercial piggeries serviced by the farm animal clinic of the Samora Machel School of Veterinary Medicine. The herds, all within 30 km of

1. Samora Machel School of Veterinary Medicine, UNZA, POB 32379, Lusaka, Zambie.

2. Central Veterinary Laboratory, New Haw, Weybridge, Surrey, KT 153 NB, Engleterre.

3. Veterinary Research Laboratory, POB 8101, Causeway, Harare, Zimbabwe.

Reçu le 26.5.1992, accepté le 3.3.1993.

Lusaka had 1,200 sows in total. The disease status of these farms varied but infertility, poor fecundity, stillbirths, post-weaning scours, lameness, pneumonia and mastitis metritis agalactia syndrome (MMA) were commonly observed during three years of clinical involvement with the farms.

Sampling

Blood was collected, using a new 16 gauge needle for each pig, from the orbital venous sinus into a sterile 10 ml blood tube. The blood was allowed to clot and the serum was aspirated off and divided into two samples. One batch was heat treated at 58 °C for 40 min and then stored at minus 20 °C until despatched to the Central Veterinary Laboratory (Weybridge, U.K.) where viral serology was undertaken. The other samples were stored at minus 20 °C, until sent to the Veterinary Research Laboratory (Harare, Zimbabwe) where they were analysed for leptospirosis and brucellosis.

Serological tests

Serum samples were tested for antibodies to the following : porcine parvovirus using the haemagglutination inhibition (HI) test (11) adapted to microtitre plates ; Aujeszky's disease virus using an ELISA test (2) ; swine influenza virus H1N1 and H3N2 subtypes using the haemagglutination inhibition test (8) and transmissible gastroenteritis (TGE)/porcine respiratory corona (PRC) virus using the virus neutralization test as described by PATON (7).

The neutralization tests for pestivirus serology employed bovine viral diarrhoea virus (BVDV : strain Oregon C24V), hog cholera virus (HCV : strain Alfort) according to the method of WOOD *et al* (10).

The serum samples were tested for 18 *Leptospira* (L.) serovars namely *L. hebdomadis*, *L. mini*, *L. autumnalis*, *L. ballum*, *L. celledoni*, *L. cynopteri*, *L. canicola*, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. pomona*, *L. grippotyphosa*, *L. tarrasovi*, *L. australis*, *L. bratislava*, *L. hardjo*, *L. bataviae*, *L. javanica*, *L. pyrogenes* and *L. shermani* using live antigens in the microscopic agglutination microtitre test (3).

The Rose Bengal test was used to examine the sera for *Brucella abortus* antibodies.

Results

Antibodies were not detected against Aujeszky's disease virus, TGE/PRC virus and *Brucella abortus*. Four sera demonstrated HI activity against swine influenza virus at dilutions of 1/10, three to H3N2 and one to H1N1. Two sera neutralized HCV infectivity at a final dilution of 1/10. Two other sera neutralized BVD virus at dilutions of 1/15 and 1/240. The remaining sera had titres of less than 1/10 to both HCV and BVDV. Seventy-eight pigs from 5 farms had positive titres (1/320) for porcine parvovirus. Two farms had no animals with positive PPV titres (1/100).

Communications

Eighteen sera showed positive titres for *L. celledoni*, three for *L. cynopteri* and one for *L. autumnalis* and *L. ballum*. No sera was positive for the other leptospire.

Discussion and conclusion

The absence of significant antibodies to Aujeszky's disease virus, TGE/PRC virus and hog cholera virus was not surprising as they have not been confirmed in South or Central Africa for many years. Pigs can become infected with non-hog cholera type pestiviruses probably by contact with ruminants (5). One of the pigs tested had a titre of 1/240 to BVDV suggestive of this type of infection. The TGE neutralization test detects antibodies to the new respiratory variant of the disease, porcine respiratory coronavirus as well as classical, enteric TGE. Since PRCV spreads very rapidly and had become endemic in Europe in a matter of years, the negative results are of interest.

Antibodies to swine influenza virus have been found in Kenya (6) but the situation in Central Africa is unclear. In the test used for swine influenza antibody titres 1/40 are considered to be reliably indicative of past infection. On that basis all of the sera tested were negative.

Porcine parvovirus is enzootic in most pigherds worldwide (6) and the presence of the virus in these herds is as expected. The antigen used in the Rose Bengal test was for *Brucella abortus* but as this cross reacts with *Brucella suis* the results would indicate that *B. suis* is not endemic.

STAFFORD (K.), STAFFORD (Y.), PATON (D.), GAMBLE (P.). Antibodies to some swine diseases in commercial piggeries in Central Zambia. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 229-230
Blood samples were taken from 121 sows and gilts on 7 commercial piggeries located around Lusaka (Zambia). The samples tested negative for antibodies to Aujeszky's disease, transmissible gastroenteritis (TGE), swine influenza, hog cholera and brucellosis. Seventy-eight pigs from 5 farms had positive titres to porcine parvovirus. Eighteen sera showed positive titres to *Leptospira celledoni*. *Key words* : Swine - Porcine parvovirus - Aujeszky's disease - Transmissible gastroenteritis - Swine influenza - Hog cholera - Brucellosis - *Leptospira celledoni* - Antibody - Immunity - Zambia.

References

1. Annual report. Lusaka, Zambia, Department of Veterinary and Tsetse Control Services, 1985.
2. BANKS (M.), CARTWRIGHT (S.). Comparison and evaluation of four serological tests for detection of antibodies to Aujeszky's disease virus. *Vet. Rec.*, 1983, **113** (2) : 38-41.
3. COLE (J.), ELLINGHAUSEN (H.), RUBIN (H.). Proceedings of the 83rd Meeting US Animal Health Association, San Diego, California, 1979.
4. Food Strategy Study. Planning Unit. Lusaka, Zambia, Ministry of Natural Resources, 1982.
5. HARKNESS (J.), ROEDER (P.). Classical swine fever and related viral infections. In : LISS (B.), Ed. The Netherlands, Nijhoff Publishers, 1988.
6. LEMAN (A.). Diseases of swine. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1986.
7. PATON (D.J.). Manual of recommended diagnostic techniques and requirements for biological products for lists A and B diseases. Vol. 1. Paris, Office international des épizooties, 1989. section 20.
8. ROBERTS (D.), CARTWRIGHT (S.), WIBBERLEY (G.). Outbreaks of classical swine influenza in pigs in England in 1986. *Vet. Rec.*, 1987, **121** (3) : 53-55.
9. WILKINSON (P.), PEGRAM (R.), PERRY (B.), LEMCHE (J.), SCHELS (H.). The distribution of African swine fever virus isolated from *Ornithodoros moubata* in Zambia. *Epidem. Inf.*, 1988, **101** (3) : 547-564.
10. WOOD (L.), BROCKMAN (S.), HARKNESS (J.), EDWARDS (S.). Classical swine fever : Virulence and tissue distribution of a 1986 English isolate in pigs. *Vet. Rec.*, 1988, **122** : 391-394.
11. WRATHALL (A.), WELLS (D.), CARTWRIGHT (S.), FRERICHS (G.). An inactivated, oil-emulsion vaccine for the prevention of porcine parvovirus-induced reproductive failures. *Res. Vet. Sci.*, 1984, **36** (2) : 136-143

Preliminary findings for an inactivated African horsesickness vaccine using binary ethyleneimine

M.M. Hassanain¹

HASSANAIN (M.M.). Emploi de l'éthylèneimine binaire pour la production d'un vaccin inactivé contre la peste équine. Résultats préliminaires. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 231-234

Des recherches ont été effectuées pour mettre au point un vaccin inactivé contre la peste équine au moyen de l'éthylèneimine binaire. Le processus d'inactivation de la souche virulente type 9 en utilisant ce produit, montre une inactivation complète du virus au bout de 18, 48 et 84 h avec des concentrations de 0,004, 0,003 et 0,002M, respectivement, sans détection virale résiduelle. Une concentration de 0,003M en inactivateur est recommandée et aucun changement dans les propriétés antigéniques virales n'est constaté dans le test de fixation du complément. Les paramètres physiques propres au vaccin avec l'adjuvant de Freund ont été étudiés. Une durée d'émulsification de 25 secondes est suffisante pour obtenir un produit émulsifié à 100 p. 100, de consistance crémeuse, avec un temps d'écoulement de 2,2 secondes/0,1 ml. Le vaccin est stable pendant six mois à la température de conservation de 4 °C et pendant 15 jours à 37 °C. Expérimenté sur deux chevaux, avec un rappel au bout de deux mois en employant le même vaccin, il a conféré une immunité acceptable pendant une période d'observation de six mois, au cours de laquelle la baisse maximale du taux d'anticorps a été de 0,2 log₁₀ à la fin de cette période. Deux mois après la vaccination, l'inoculation des animaux avec la souche virulente de référence n'a provoqué l'apparition d'aucun signe clinique. *Mots clés* : Peste équine - Vaccin inactivé - Ethylèneimine binaire - Immunité - Égypte.

INTRODUCTION

African horsesickness (AHS), an endemic disease in Africa affecting solipeds has recently been reported in Saudi Arabia (1, 9) and Qatar (7). Its expansion has directed the attention to the need for adequate and effective methods for control and eradication.

Vaccination is one of the major steps in controlling AHS, especially in the endemic areas. Although the attenuated AHS virus vaccines are widely used in endemic countries, use of inactivated vaccines is still preferred in non-endemic countries.

Formalin-inactivated vaccine belongs to the latter category, but it is of poor quality (5). Consequently, inactivants which act directly on the viral nucleic acids leaving antigenic viral proteins unimpaired, are now preferred. Such inactivants are aziridine derivatives, a group with some disadvantages including instability at room temperature, a high toxicity and special precautions in handling to avoid

skin contact (3). For these reasons a binary-ethyleneimine inactivant using 2-bromoethylamine hydrobromide has been developed in foot-and-mouth disease vaccine (2, 5). This paper describes the application of inactivated African horsesickness vaccine using binary ethyleneimine.

MATERIALS AND METHODS

Virus

Lyophilized virulent strain of AHS type 9 (T9) was obtained from Plum Island Lab, Ministry of Agriculture, USA. The virus was propagated in the brain of suckling mice and then adapted to Vero cells for 2 to 4 passages until a virus titer of Log 10^{6.8} TCID₅₀/ml was reached.

Binary ethyleneimine inactivant (BEI)

This was formed through cycling 0.1M 2-bromoethylamine hydrobromide in previously warmed 0.15N sodium hydroxide (NaOH) at 37 °C. This gave 0.5 % ethyleneimine which was kept at room temperature (25 °C) until used (5).

Virus inactivation

Concentrations of 0.002, 0.003 and 0.004 M were obtained from 0.1M BEI. Equal volumes of virus suspension were added separately onto each BEI concentration. The pH of the mixtures was adjusted to 7.4 and the flasks were then incubated in a water bath at 37 °C. Volumes of 3.6 ml of the mixtures were collected at intervals in vials containing 0.4 ml of 20 % sodium thiosulfate. A control virus without inactivant was collected at the same intervals. Samples were then assayed for virus infectivity in Vero cell cultures and virus inactivation rates were calculated. A safety test was performed according to STELLMANN *et al* (10) in tissue cultures and mice for detection of residual virus activity. The antigenic properties of the inactivated virus were checked against type-9 reference AHS serum using the complement fixation test (CFT). Briefly, 2-fold dilutions (up to 1/64) of both inactivated and

1. Serum and Vaccine Veterinary Research Institute, POBox 131, Abbasia, Cairo, Egypte.

Reçu le 4.5.1992, accepté le 9.3.1993.

M. M. Hassanain

uninactivated viruses were tested against reference type-9 antiserum. Complement fixing reactions between the antigens and the serum were read.

Preparation and standardization of African horsesickness inactivated vaccine

Three 50 ml samples of the inactivated virus were mixed with an equal volume of incomplete Freund's adjuvant (Difco Laboratories, Michigan, USA). The mixtures were then dispersed in a homogenizer at a high speed for three different periods. The physical properties of these mixtures were tested as follows: drop test according to WEIR (11), emulsion viscosity and stability according to CUNLIFE and GRAVES (4) and quality according to McKERCHER and GRAVES (8).

Experimental vaccination of susceptible horses

Two susceptible horses about 3 years old were subcutaneously inoculated with 5 ml/horse of the prepared vaccine at the base of the lower third of the neck and just anterior to the shoulder joint. Body temperature was recorded twice daily for one month post-vaccination, and inoculation sites were carefully observed. Each horse was given a booster of 5 ml/horse one month later on the other side of the neck.

Two months after the first dose, 2 ml of challenge virus containing 10^4 mouse LD_{50}/ml was inoculated into each horse. Immune responses of the vaccinated horses were traced using the serum neutralizing test (SNT), complement fixation (CFT) and passive haemagglutination test (PHT) at different intervals. Similarly, the challenge virus was inoculated into a third healthy susceptible non-vaccinated animal as a control.

RESULTS

The inactivation rates of the virus using BEI are demonstrated in figure 1. Complete viral inactivation using a BEI concentration of 0.002, 0.003 and 0.004M occurred at 84, 48 and 18 h respectively post-treatment. The coefficient of the virus inactivation rate of each BEI molarity were 0.09, 0.15 and 0.41 \log_{10} TCID₅₀/h and the half-life values were 3.3, 2.0 and 0.7 h, respectively.

Residual virus infectivity test on the inactivated virus revealed neither a cytopathic effect (CPE) on tissue culture nor nervous signs in suckling mice, following intracerebral inoculation.

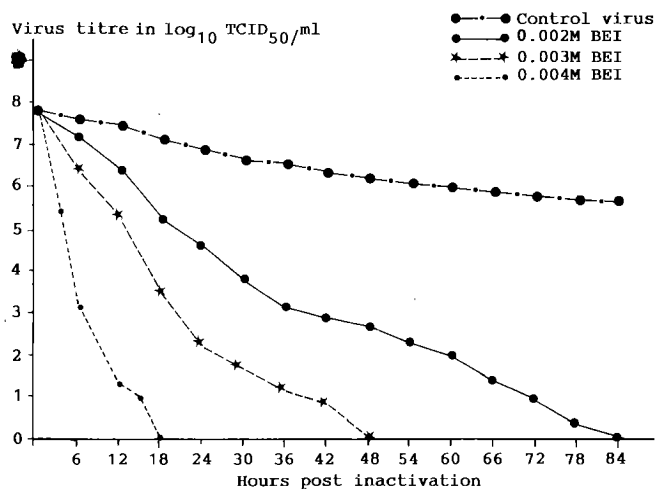


Fig. 1: Inactivation curve of horsesickness T_9 virus with different concentration of 0.004, 0.003 and 0.002M BEI at 37°C.

The results of CFT using reference type-9 antiserum against the inactivated and control uninactivated virus, showed no changes in the virus antigenic properties. The antigenic titer of the inactivated and uninactivated viruses were 1/16.

Table I illustrates the results of the parameters of different physical properties applied to the three samples of the prepared AHS oil adjuvant vaccine using 0.003M BEI.

The site of vaccine inoculation in horses showed soft walnut-sized swellings slightly painful to touch. These were later indurated, firmed and then disappeared completely within a few days post-inoculation. A slight rise in body temperature was also observed.

Antibodies were detected during the first week post-vaccination using the PHA test (fig. 2). However, complement fixing and neutralizing antibodies were first detected during the second week post-vaccination. In all three tests the antibodies produced reached their peak titres between 2 and 3 months post-vaccination.

The unvaccinated control horse showed typical AHS clinicopathological changes following virulent virus inoculation and died on day 13 post-inoculation.

DISCUSSION

Efficiency of killed virus vaccines depends both on the type of inactivating agent and on the adjuvant used (12).

The results concerning the influence of using varying molarities of BEI on AHS virus indicate that the concentration of 0.003M of BEI is the most suitable molarity for vaccine preparation. This is due to acceptable time requi-

TABLE I The physical properties of three samples of African horsesickness oil adjuvant vaccine using the choise concentration 0.003 M BEI.

Vaccine sample	Emulsification (in seconds) until stable drop forms	Stability test			Consistency on solides	Relative viscosity (in seconds)	Keeping quality	
		% of aqueous phase	% of oil phase	% of emulsion phase			at + 4 °C	at 37 °C
1	15	1	15	84	Somewhat oily	1	Separation after 3 weeks	Separation within 3 days
2	25	—	—	100	Creamy	2.2	Stable for six months	Separation within 15 days
3	45	—	—	100	Thick oily	3.6	Stable for six months	Separation within 45 days

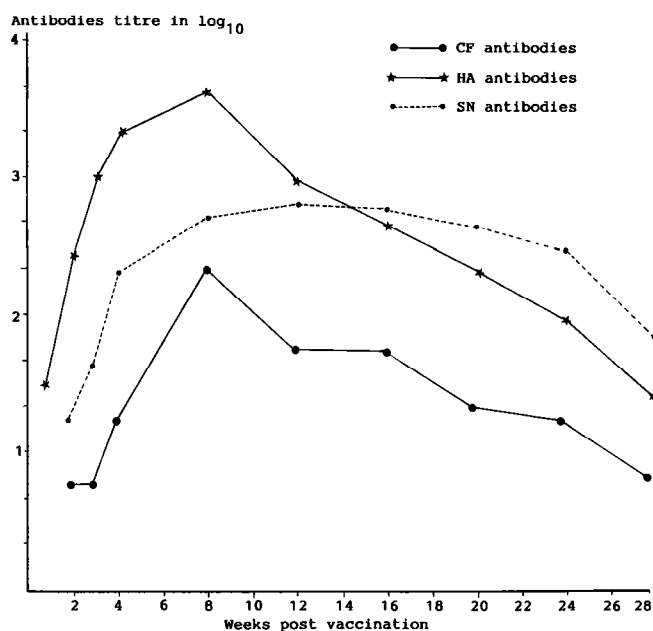


Fig. 2 : Mean antibody titres in horses vaccinated with oil adjuvant inactivated vaccine using BEI.

red for complete virus inactivation (48 h) preserving a minimum virus loss as compared with 0.002M (84 h) and preventing a high BEI concentration (0.004M) with short-time inactivation (18 h). Similar results were recommended by GRAVES (6) using formaline inactivant.

As for the antigenic changes of the virus during the inactivation process using different molarities before and after vaccination, the results obtained were almost identical.

Emulsification of the 0.003M BEI inactivated vaccine for 25 s revealed acceptable physical properties for an oil-

inactivated vaccine. These properties include complete mixing, flow time of 2.2 s per 0.1 ml and stability for 6 months and 15 days at + 4°C and 37 °C, respectively.

Experimental application of oil vaccine on the two horses produced a mild local reaction. The slight rise in temperature could have been due to a reaction against the other foreign proteins included in the vaccine such as trace of cells, debris and bovine serum. Results of the immune response of the vaccinated horses indicate that immunized horses developed detectable haemagglutination antibodies by the first week post-vaccination while complement fixing and neutralizing antibodies were detected during the second week. A remarkable increase in all types of detected antibodies was observed four weeks after boosting. Although all the tested antibodies declined during the experiment, they still maintained their presence at the end of the observation period (6 months) especially the neutralizing antibodies which showed a minimum antibody titer drop (0.2 log₁₀) at the 6-month check.

In conclusion, a new oil adjuvant BEI-inactivated AHS virus vaccine, that induced a transient local reaction and a minimal fever, proved to be an efficient immunogen. This type of vaccine would be of great benefit if used in countries which are affected for the first time with the disease or in those which have the intention of eradicating the disease without using live vaccines.

ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to thank Dr ADEL I. AL-AFALEQ for his useful technical discussion and help in writing this article.

M. M. Hassanain

HASSANAIN (M.M.). Preliminary findings for an inactivated African horsesickness vaccine using binary ethyleneimine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 231-234

Investigation studies on inactivated African horsesickness vaccine using binary ethyleneimine were conducted. The inactivation process of virulent type-9 strain using the above inactivant revealed complete virus inactivation at 18, 48 and 84 h post-treatment with inactivant concentrations of 0.004, 0.003 and 0.002M, respectively, without detection of residual virus. An inactivant concentration of 0.003M is recommended and no changes in viral antigenic properties were noticed in complement fixation test. The physical parameters in oil-emulsion vaccine using the incomplete Freund's adjuvant, were studied. Emulsification time of 25 s was recommended which resulted in a 100 % emulsion phase, creamy consistency, flow time of 2.2 s/0.1 ml and a stability at 4 °C and 37 °C for six months and 15 days, respectively. An experimental application of the oil vaccine in two horses (which was followed by a booster oil vaccine inoculation at 2 months post-vaccination) gave an acceptable immunity during the 6-month observation period with a maximum decline of the neutralizing antibody titer of 0.2 log₁₀ at end of this period. Challenge of the vaccinated horses with the virulent virus strain at 2 months post-vaccination did not bring about any clinical symptoms. *Key words* : African horsesickness - Inactivated vaccine - Binary ethyleneimine - Protection - Egypt.

HASSANAIN (M.M.). Hallazgos preliminares para la producción de una vacuna inactivada contra la peste equina mediante la utilización de etileneimina binaria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 231-234

Se llevaron a cabo estudios con el fin de fabricar una vacuna inactivada contra la peste equina, gracias al uso de la etileneimina binaria. Dicho agente inactivante produjo la inactivación completa de la cepa tipo 9 a las 18, 48 y 84 horas post tratamiento, con concentraciones de 0,004, 0,003 y 0,002M respectivamente, sin presencia de virus residual detectable. Se recomienda una concentración de 0.003M, la cual no produce cambios en las propiedades antigénicas del virus, verificadas mediante el test de fijación de complemento. Se estudiaron los parámetros físicos en una emulsión oleosa de la vacuna, gracias al uso de adjuvante de Freund incompleto. El tiempo de emulsificación recomendado es de 25 s, el cual produce una fase de emulsificación de 100 p. 100, una consistencia cremosa, una velocidad de flujo de 2,2 s/0,1 ml y la estabilidad a 4 °C y 37 °C durante seis meses y quince días respectivamente. La administración experimental de la vacuna oleosa en dos equinos (seguida de una inoculación de vacuna oleosa en "booster" dos meses después de la primera vacunación), ofreció un grado de inmunidad aceptable durante los seis meses de observación, con una caída de los títulos de anticuerpos neutralizantes de 0,2 log₁₀ hacia el final del periodo. La inoculación de la cepa virulenta en los equinos, dos meses post-vacunación, no produjo ninguna sintomatología clínica. *Palabras claves* : Peste equina - Vacuna inactivada - Etileneimina binaria - Inmunidad - Egipto.

REFERENCES

1. ANDERSON (E.C.), MELLOR (P.), HAMBLIN (C.). African horsesickness in Saudi Arabia (correspondence). *Vet. Rec.*, 1989, **125** (19) : 482.
2. BAHNEMANN (H.G.). Binary ethyleneimine as an inactivant for FMD virus and its application for vaccine production. *Archs. Virol.*, 1975, **47** : 47-56.
3. BAHNEMANN (H.G.), AGUE DE MELIO (R.), ABARACON (D.), GOMES (J.). Immunogenicity in cattle of FMD vaccines inactivated with binary ethyleneimine. *Bull. Off. int. Épiz.*, 1974, **81** (11-12) : 1335-1343.
4. CUNLIFE (H.R.), GRAVES (J.H.). Formaline treated FMDV : Comparison of two adjuvants in cattle. *Can. J. Comp. Med. vet. Sci.*, 1963, **27** : 193-197.
5. GIRARD (H.C.), BAYRAMOGLU (O.), EROL (N.), BURGUT (A.). Inactivation of O. FMD virus by the binary ethyleneimine (BEI). *Bull. Off. int. Épiz.*, 1977, **87** (3-4) : 201-217.
6. GRAVES (J.H.). Formaldehyde inactivation of FMD as applied to vaccine preparation. *Am. J. vet. Res.*, 1963, **24** : 1131-1136.
7. HASSANAIN (M.M.), AL-AFALEQ (A.I.), SOLIMAN (I.M.A.), ABDULLAH (S.K.). Detection of African horsesickness (AHS) in recently vaccinated horses with inactivated vaccine in Qatar. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (1) : 33-35.
8. McKERCHER (P.O.), GRAVES (J.H.). A review of the current status of oil adjuvants in FMD vaccines. International symposium on FMD, Lyon. *Develop. Biol. Stand.*, 1976, **35** : 107-112.
9. MELLOR (P.S.), HAMBLIN (S.D.), GRAHAM (S.D.). African horsesickness in Saudi Arabia. *Vet. Rec.*, 1990, **127** : 41-42.
10. STELLMANN (C.), SANTUCCI (J.), GILBERT (H.), FAVRE (H.). A method for control in production of inactivated vaccines for African horsesickness. In : Proceedings 2nd Int. Conf. Equine Infectious Diseases, 1969, Paris, France. Pp. 207-211.
11. WEIR (D.M.). Mineral oil adjuvants and the immunization of laboratory animals. Application of immunological methods. In : Handbook of experiment immunology. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1973. 3 p. (A2.1-A2.14).
12. WITTMAN (G.). Immunity and immunization against FMDV. *Berl. Münch. tierarztl. Wschr.*, 1972, **85** : 281-300.

Évaluation de la thermotolérance du vaccin V₄ lyophilisé contre la maladie de Newcastle

Nguyen-Ba-Vy ¹

NGUYEN-BA-VY. Évaluation de la thermotolérance du vaccin V₄ lyophilisé contre la maladie de Newcastle. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 235-240

Un vaccin lyophilisé contre la maladie de Newcastle a été fabriqué à partir d'un dérivé thermotolérant V₄/276 de la souche de virus V₄ (UPM). Le titre moyen de chaque flacon est de 10^{10,4} DIO₅₀ après 14 jours de conservation à +4 °C et de 10¹⁰ DIO₅₀ après 126 jours. Lors d'une incubation à 45 °C pendant 7 et 14 jours, il s'est abaissé respectivement à 10^{8,5} DIO₅₀ et 10^{8,2} DIO₅₀. Ce vaccin a été aussi exposé à la température ambiante à Ouagadougou (Burkina Faso) durant la première quinzaine du mois de juillet 1991, période au cours de laquelle la température oscille le plus souvent entre 25 et 32 °C sans jamais dépasser 35 °C ; après des séjours de 7 et 14 jours à l'extérieur, ce vaccin a gardé un titre moyen de 10^{9,3} DIO₅₀/flacon. Il est destiné à l'enrobage de grains servant de nourriture aux volailles des villages africains. *Mots clés* : Poule - Maladie de Newcastle - Vaccin lyophilisé - Thermotolérance - Burkina Faso.

INTRODUCTION

La maladie de Newcastle continue à causer d'importantes pertes économiques dans les pays chauds. La lutte contre cette maladie est pratiquement inexistante dans la majorité des villages africains. Les raisons les plus souvent invoquées sont le manque de moyens pour les vaccinateurs d'atteindre les petits élevages, le coût du vaccin et le besoin de froid pour sa conservation. L'usage du vaccin inactivé, qui est plus rustique, implique aussi de fastidieuses opérations de capture et d'immobilisation des volailles vivant habituellement en liberté dans le village. Il est donc judicieux de trouver un vaccin, non seulement efficace, mais aussi thermostable et susceptible d'être administré aux volailles par les éleveurs eux-mêmes. C'est dans le cadre de ce programme de recherche appliquée que notre laboratoire a été amené à examiner plusieurs vaccins, parmi lesquels le V₄ qui a été essayé par plusieurs auteurs avec des résultats plus ou moins probants (1-9 et 12-15). Cet article expose les résultats de nos études supplémentaires sur la thermotolérance du vaccin V₄ lyophilisé.

1. CIRAD-EMVT, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort cedex, France.

Reçu le 19.11.1992, accepté le 8.12.1992.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Souche de virus

La souche de virus V₄ (UPM) de la maladie de Newcastle a été offerte au laboratoire de pathologie tropicale du CIRAD-EMVT en 1989 par le Professeur A.L. IBRAHIM de l'Université Pertanian (Malaisie). C'est un dérivé de la souche V₄ isolée en 1967 par SIMMONS en Australie (14) et qui a été soumise par la suite à des traitements successifs à 56 °C aboutissant à l'obtention d'une variante relativement plus thermostable (1).

Fabrication du vaccin

La suspension virale, diluée avec du milieu de culture 199, est inoculée à la dose de 0,10 ml dans le sac allantoïdien des œufs embryonnés de poules orthoxéniques de 9 jours. Après 4 jours d'incubation à 37 °C, ces œufs sont refroidis à 4 °C pendant une journée avant la récolte du liquide allantoïdien. Cette suspension virale est mélangée, à égal volume, avec le stabilisateur HLS qui est composé de 10 p. 100 d'hydrolysate de lactalbumine et de 5 p. 100 de saccharose, avant la répartition sous volume de 5 ml par flacon.

Ce vaccin a été lyophilisé dans un appareil à plateaux (FTS System Inc., New York, États-Unis) et les flacons sont bouchés sous vide.

Titrage du virus

Le contenu de chaque flacon du vaccin lyophilisé est reconstitué avec de l'eau physiologique puis dilué avec du milieu 199 avant l'inoculation dans la cavité allantoïdienne des œufs embryonnés orthoxéniques, 0,10 ml/œuf et dans 5 œufs/dilution. Après 4 jours d'incubation à 37 °C, le liquide allantoïdien de chacun est soumis au test d'hémagglutination. Le titre viral est calculé selon la méthode de REED et MUENCH (11). Le titre moyen est établi selon la moyenne géométrique des titres de 3 ou 6 flacons du même lot afin de pondérer l'influence des titres les plus élevés, notamment en cas de distributions trop dissymétriques des valeurs.

Sélection de dérivés thermotolérants du virus V₄

Le vaccin lyophilisé est conservé à 45 °C dans une étuve. A différentes périodes, 3 flacons sont reconstitués et titrés séparément sur des oeufs embryonnés. La suspension virale correspondant à la dernière dilution positive est récoltée, relyophilisée puis réincubée à 45 °C. La sélection s'opère ainsi de suite pour obtenir des dérivés survivant le plus longtemps possible à 45 °C.

Exposition du vaccin lyophilisé à différentes températures

A Maisons-Alfort (France), des flacons du vaccin lyophilisé ont été conservés soit à + 4°C dans des boîtes en polystyrène, soit à + 45 °C dans des boîtes en carton placées dans une étuve.

A Ouagadougou, au Burkina Faso, des flacons du même lot de vaccin ont été envoyés de France par voie aérienne avant d'être entreposés soit dans une chambre froide à + 4°C, soit à température ambiante. Dans ce dernier cas, ils ont été enrobés de plusieurs couches de papier ouaté avant d'être conservés, soit dans une boîte en carton déposée dans un poulailler, soit dans une jarre en terre cuite remplie de sable mouillé et placée sous un arbre à l'abri du soleil dans un endroit aéré, afin de favoriser l'évaporation de l'eau et l'abaissement de la température interne. Après différentes périodes d'exposition en Afrique, ces flacons de vaccin ont été renvoyés en France pour être titrés.

RÉSULTATS

Sélection de dérivés thermotolérants

La méthode de pression thermique à 45 °C à longs termes sur la souche de virus V₄ (UPM) de la maladie de Newcastle, a permis la sélection de plusieurs dérivés thermorésistants, notamment :

- le V₄/276 qui a résisté sous forme lyophilisée à deux séjours de 84 jours et 192 jours à 45 °C ;
- le V₄/433 qui a survécu à trois périodes de traitements de 37, 192 et 204 jours à 45 °C ;
- le V₄/467 qui est resté vivant après 192 et 275 jours à 45 °C.

Le dérivé V₄/276, le premier disponible, a été utilisé pour la fabrication du vaccin expérimental.

Conservation du vaccin V₄/276 à Maisons-Alfort

Les flacons du vaccin lyophilisé V₄/276 qui ont été gardés à 4 °C, au CIRAD-EMVT à Maisons-Alfort, contiennent en moyenne 10^{10,4} DIO₅₀ (dose infectant 50 p. 100 des

œufs) dans les 14 premiers jours de conservation avec un titre minimal de 10^{10,2} DIO₅₀/flacon (tabl. I). Au bout de 126 jours, le titre moyen est resté à un bon niveau de 10¹⁰ DIO₅₀ avec un minimum de 10^{9,8} DIO₅₀/flacon.

L'incubation du vaccin à 45 °C a fait chuter son titre moyen à 10^{8,5} et 10^{8,25} DIO₅₀/flacon respectivement au bout de 7 et 14 jours, avec un minimum de 10^{8,2}. Après 42 jours chaque flacon ne renferme plus qu'en moyenne 10^{7,9} DIO₅₀ avec un minimum de 10^{7,4} DIO₅₀ (tabl. I, fig. 1).

TABLEAU I Titres du vaccin V₄/276 conservé à Maisons-Alfort (France).

Conservation		Numéro du flacon	Titre viral (DIO ₅₀ en log ₁₀)			
Durée (jours)	Température (°C)		Individuel /0,10 ml	Moyenne géométrique		Minimal /flacon de 5 ml
				/0,10 ml	/flacon de 5 ml	
14	4	1	8,50	8,7	10,4	10,2
		2	9			
		3	8,63			
126	4	4	8,38	8,29	10	9,8
		5	8,32			
		6	8,17			
7	45	7	6,68	6,85	8,54	8,2
		8	7,38			
		9	6,5			
14	45	10	6,68	6,56	8,25	8,2
		11	6,5			
		12	6,5			
42	45	13	6,38	6,21	7,9	7,4
		14	6,5			
		15	5,75			

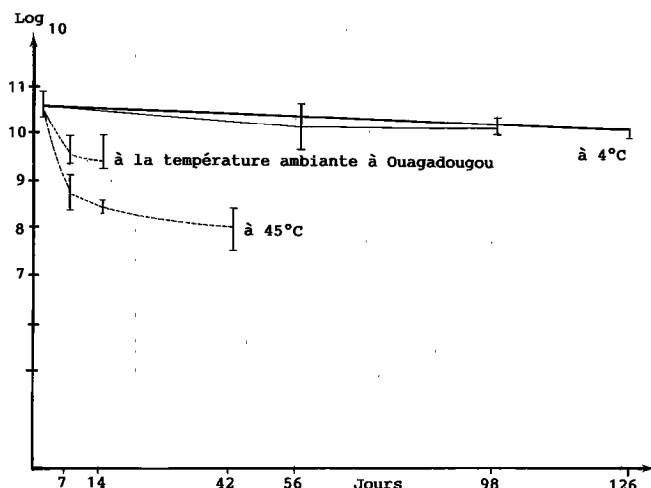


Fig. 1 : Courbes d'inactivation du vaccin V₄/276 en fonction de la température et du temps de conservation.

Conservation du vaccin V₄/276 à 4°C à Ouagadougou

Malgré les tribulations du transport aérien (aller-retour) Paris-Ouagadougou où des ruptures de froid ont eu lieu, et une conservation à 4°C pendant 27 jours à Ouagadougou en plus de leur séjour allant de 29 à 71 jours dans la chambre froide à Maisons-Alfort, les flacons de vaccin ont gardé un titre élevé avec une moyenne de 10¹⁰ DIO₅₀/flacon et un minimum de 10^{9,5} (tabl. II, fig. 1).

TABLEAU II Titres du vaccin V₄/276 conservé à 4 °C à Ouagadougou (Burkina Faso).

Conservation		Numéro du flacon	Titre viral (DIO ₅₀ en log ₁₀)			
Durée (jours)	Température (°C)		Individuel /0,10 ml	Moyenne géométrique		Minimal /flacon de 5 ml
				/0,10 ml	/flacon de 5 ml	
27 jours à Ouagadougou + 29 jours à Maisons-Alfort	4	1	7,83			9,5
		2	8,83	8,34	10,03	
		3	8,38			
27 jours à Ouagadougou + 71 jours à Maisons-Alfort	4	4	8,17			9,87
		5	8,5	8,35	10,04	
		6	8,38			

Conservation du vaccin V₄/276 à la température ambiante à Ouagadougou

Examen de la température ambiante

Au cours de la période des essais de conservation du vaccin V₄/276, c'est-à-dire dans la première quinzaine de mois de juillet 1991, le temps était sec et ensoleillé avec seulement deux petites pluies ; la température a varié entre 24 et 35 °C (tabl. III).

La température nocturne a oscillé entre 24 et 32 °C, mais le plus souvent elle s'est confinée dans la tranche thermique 25-31 °C avec une fréquence cumulée de près de 90 p. 100 des cas. Plus de la moitié des relevés (54,16 p. 100 des cas) peut être classée dans la tranche 27-30 °C.

La température diurne a évolué entre 24 et 35 °C durant cette période, mais la plupart du temps, elle est restée

TABLEAU III Température ambiante et temps à Ouagadougou.

Date	Température minimale - maximale		Temps	Observations
	nocturne (°C)	diurne (°C)		
1.07.1991				Jour de mise en condition de 12 flacons de chaque lot
2.07.1991		32	sec	
3.07.1991	25-28	27-31	"	
4.07.1991	25-26	25-31	"	
5.07.1991	26-31	30-34	"	
6.07.1991	27-32	29-35	"	T° maximale : 35°C
7.07.1991	26-31	29-34	"	
8.07.1991	28-32	27-28	petite pluie	6 flacons de chaque lot sont remis à 4 °C
9.07.1991	24-26	26-31	sec	T° minimale : 24°C
10.07.1991	24-31	24-30	"	
11.07.1991	25-30	25-32	"	
12.07.1991	26-32	26-34	"	
13.07.1991	28-30	25-32	"	
14.07.1991	27-28	28-29	petite pluie	6 flacons de chaque lot sont remis à 4 °C
15.07.1991	28-30			

dans la tranche 26-32 °C avec une fréquence cumulée de 76,6 p. 100. Plus de la moitié des relevés (56,66 p. 100 des cas) sont compris dans la tranche 27-31 °C.

Les résultats des examens de températures à Ouagadougou durant la première quinzaine de juillet 1991 ont révélé que les différents lots du vaccin V₄/276 au cours de leur séjour à l'extérieur, n'ont été soumis le plus souvent qu'à un effet thermique variant de 25 à 32 °C dans près de 89 p. 100 des cas (fig. 2). Leurs passages à des températures plus élevées sont relativement plus rares (7,4 p. 100 à 33-34 °C et 0,9 p. 100 à 35 °C). Ils n'ont été à aucun moment exposés à des températures supérieures à 35 °C. L'effet nuisible du soleil avec ses radiations ultraviolettes peut être considéré comme négligeable sur ces flacons de vaccin, grâce à leur emballage et à l'emplacement des récipients qui ont été gardés à l'ombre.

Conservation du vaccin dans une boîte en carton à la température ambiante

Douze flacons de vaccin ont été conservés dans une boîte en carton placée dans un poulailler. Les titrages de 6 flacons ayant passé 7 jours à l'extérieur donnent une moyenne géométrique de 10^{9,4} DIO₅₀/flacon avec un minimum de 10^{9,2} (tabl. IV, fig. 1).

Après un séjour de 14 jours, les 6 autres flacons gardent encore un titre moyen de 10^{9,3} DIO₅₀/flacon avec un minimum de 10^{9,2}.

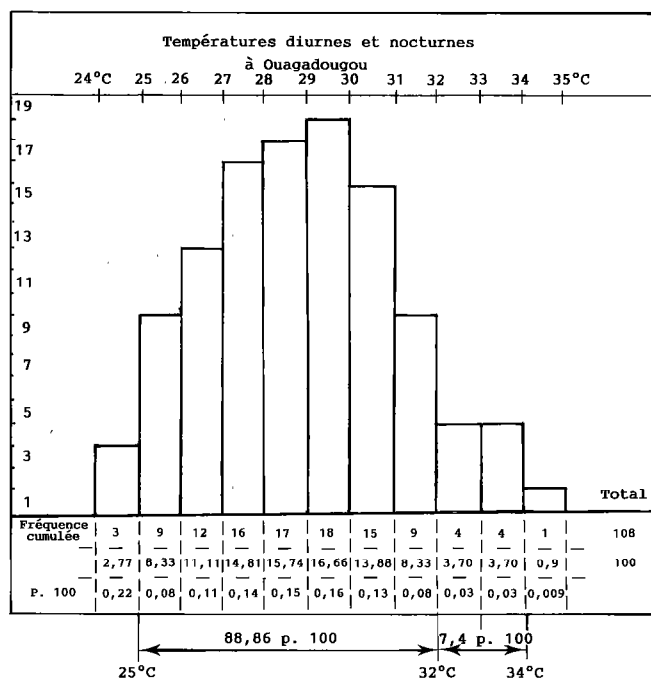


Fig. 2 : Histogramme des températures diurnes et nocturnes combinées à Ouagadougou (Burkina Faso) durant la première quinzaine du mois de juillet 1991.

TABLEAU IV Titres du vaccin V₄/276 conservé dans un carton à la température ambiante d'Ouagadougou (Burkina Faso).

Durée (jours)	Température (°C)	Numéro du flacon	Titre viral (DIO ₅₀ en log ₁₀)			
			Individuel /0,10 ml	Moyenne géométrique /0,10 ml	Moyenne géométrique /flacon de 5 ml	Minimal /flacon de 5 ml
7	Température ambiante	1	7,83	7,76	9,45	9,2
		2	7,83			
		3	7,63			
		4	7,5	7,77	9,46	
		5	8			
		6	7,83			
14	Température ambiante	7	7,5	7,56	9,25	9,2
		8	7,68			
		9	7,5			
		10	7,5	7,72	9,41	
		11	8,17			
		12	7,5			

Conservation du vaccin dans une jarre en terre cuite à la température ambiante

Douze flacons de vaccin lyophilisé ont été conservés dans une jarre en terre cuite remplie de sable mouillé et gardée sous un arbre.

Après 7 jours d'exposition, 6 flacons ont gardé un titre moyen de 10^{9,3} DIO₅₀/flacon avec un minimum de 10^{9,2} (tabl. V, fig. 1). Ce titre ne s'est pas abaissé après un séjour de 14 jours, au bout duquel la moyenne géométrique de 6 autres flacons est restée à 10^{9,37} DIO₅₀/flacon avec un minimum de 10^{9,2}.

TABLEAU V Titres du vaccin V₄/276 conservé dans une jarre en terre cuite à la température ambiante d'Ouagadougou (Burkina Faso).

Durée (jours)	Température (°C)	Numéro du flacon	Titre viral (DIO ₅₀ en log ₁₀)			
			Individuel /0,10 ml	Moyenne géométrique /0,10 ml	Moyenne géométrique /flacon de 5 ml	Minimal /flacon de 5 ml
7	Température ambiante	1	7,5	7,58	9,27	9,2
		2	7,63			
		3	7,63			
		4	7,68	7,66	9,35	
		5	7,63			
		6	7,68			
14	Température ambiante	7	7,5	7,72	9,41	9,2
		8	7,5			
		9	8,17			
		10	7,83	7,65	9,34	
		11	7,63			
		12	7,5			

DISCUSSION

Un vaccin vivant n'est pas conservable sous forme liquide à la température ambiante des pays chauds, car son titre viral tombe rapidement au-dessous du seuil d'efficacité. Par contre, sous forme lyophilisée, il peut résister pendant un certain temps aux rudes conditions climatiques. Les travaux de MARINER *et al* (10) sur un vaccin contre la peste bovine, ont montré l'importance de la qualité du stabilisateur et des différentes conditions de lyophilisation sur sa thermostabilité.

Le vaccin lyophilisé V₄/276, conservé de façon continue à 4 °C à Maisons-Alfort, ou avec des ruptures de froid lors des transports aériens entre Paris et Ouagadougou, a gardé un titre élevé avec une moyenne de 10¹⁰ DIO₅₀/flacon durant une centaine de jours. Sa courbe d'inactivation à 4 °C peut être assimilée à une droite en pente douce.

Son exposition à 45 °C avait des effets néfastes : il ne restait plus en moyenne que 10^{8,5}, 10^{8,2} et 10^{7,9} DIO₅₀/flacon, respectivement au bout de 7, 14 et 42 jours. La courbe d'inactivation est devenue biphasique avec une chute très forte durant les 7 premiers jours et une perte progressive plus lente dans les périodes suivantes (fig. 1).

Ce vaccin lyophilisé a prouvé sa thermotolérance dans le milieu ambiant à Ouagadougou, en gardant un titre moyen de $10^{9.3}$ DIO₅₀/flacon après 7 et 14 jours d'exposition à l'extérieur. Il s'est bien comporté parce que durant cette période d'observation (première quinzaine du mois de juillet 1991), la température oscillait le plus souvent entre 25 et 32 °C et elle n'a jamais dépassé 35 °C.

Lors de la distribution du vaccin lyophilisé aux éleveurs, certaines mesures sont susceptibles d'améliorer sa préservation : choix d'une saison fraîche pour lancer la campagne de vaccination ; transport et distribution effectués durant la nuit : les villageois, en recevant le vaccin aux points de rencontre, peuvent l'administrer aux volailles dès le lendemain, ils ont aussi la faculté de le conserver à l'abri du soleil pendant 1 à 2 semaines si la température ambiante ne dépasse pas 35 °C. Dans une région où la chaleur peut atteindre 45 °C à l'ombre, il est prudent d'utiliser ce vaccin dans un délai d'une semaine.

Comme les éleveurs doivent administrer eux-mêmes ce vaccin aux volailles vivant habituellement en liberté, il n'est pas raisonnable de préconiser des injections ou des

aérosols. L'usage de l'eau de boisson comme support du vaccin est possible (12, 15), mais elle n'est pas envisageable dans les villages africains à cause de sa mauvaise qualité durant la saison sèche et du refus des volailles de venir aux abreuvoirs pendant la saison des pluies. Il reste la méthode d'enrobage des grains alimentaires, juste avant leur distribution aux volailles. Elle serait moins coûteuse que l'emploi de l'aliment-vaccin qui est plus volumineux car il est tout préparé aux laboratoires avant le transport et la distribution aux éleveurs.

REMERCIEMENTS

Nos plus vifs remerciements sont adressés au Professeur A.L. IBRAHIM qui nous a fourni gracieusement la souche de virus V₄ (UPM), ainsi qu'aux Docteurs C. TOUGE, G. COMBES et à leurs collaborateurs qui ont mis en œuvre des essais de conservation du vaccin à Ouagadougou.

NGUYEN-BA-VY. Evaluation of the heat tolerance of a freeze-dried V₄ vaccine against Newcastle's disease. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 235-240

A freeze-dried virus vaccine against Newcastle's disease was prepared using the heat tolerant derivative V₄/276 of the virus strain V₄ (UPM). The viral mean titre was $10^{10.4}$ EID₅₀ per vial after 14 days at + 4°C and 10^{10} EID₅₀ after 126 days. Incubation at 45 °C for 7 and 14 days reduced the titre to $10^{8.5}$ and $10^{8.2}$ EID₅₀, respectively. In addition, this preparation was exposed to ambient temperature at Ouagadougou (Burkina Faso) during the first fortnight of July 1991 when the temperature ranged from 25 to 32 °C, but never exceeded 35 °C. After 7 and 14 days of storage, the viral mean titre was $10^{9.3}$ EID₅₀ per vial. This vaccine is intended to coat grains fed to African village chickens. *Key words* : Hen - Newcastle disease - Freeze-dried vaccine - Thermotolerance - Burkina Faso.

NGUYEN-BA-VY. Evaluación de la tolerancia térmica de vacuna V₄ liofilizada contra la enfermedad de Newcastle. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 235-240

Se fabricó una vacuna liofilizada contra la enfermedad de Newcastle a partir de un derivado termo-tolerante V₄/276 de la cepa viral V₄ (UPM). La titulación promedio de cada tubo fue de $10^{10.4}$ DIO₅₀ después de 14 días de conservación a + 4°C y de 10^{10} DIO₅₀ después de 126 días. Mediante una incubación a 45 °C durante 7 y 14 días, el título bajo a $10^{8.5}$ DIO₅₀ y $10^{8.2}$ DIO₅₀ respectivamente. La vacuna fue también expuesta a la temperatura ambiente en Ouagadougou (Burkina Faso) durante la primera quincena del mes de julio de 1991, período durante el cual la temperatura ambiente oscila entre 25 y 32 °C, sin alcanzar nunca los 35 °C : después de 7 y 14 días al exterior, la vacuna mantuvo un título promedio de $10^{9.3}$ DIO₅₀/tubo. La vacuna será utilizada como revestimiento de los granos destinados a la alimentación aviar en los pueblos africanos. *Palabras claves* : Gallina - Enfermedad de Newcastle - Vacuna liofilizada - Termotolerancia - Burkina Faso.

BIBLIOGRAPHIE

1. AINI (I.), IBRAHIM (A.L.), SPRADBROWN (P.B.), CH'NG (H.S.). Development of food pellet Newcastle disease vaccine. In : COPLAND (J.W.) Ed. Newcastle disease in poultry. A new food pellet vaccine. Canberra, Australia, ACIAR, 1987. P. 20 (Monograph n° 5)
2. AINI (I.), IBRAHIM (A.L.), SPRADBROWN (P.B.). Vaccination of chicken against Newcastle disease with a food pellet vaccine. *Avian Path.*, 1990, 19 : 371-384.
3. AINI (I.), IBRAHIM (A.L.). Field trials of a food-based vaccine to protect village chickens against Newcastle disease. *Res. vet. Sci.*, 1990, 49 : 216-219.
4. BELL (I.G.), NICHOLLS (P.J.), NORMAN (C.), COOPER (K.), CROSS (G.M.). The serological responses of chickens to mass vaccination with a live V₄ Newcastle disease virus vaccine in the field and in the laboratory. 1. Meat chickens. 2. Layer pullets. *Aust. vet. J.*, 1991, 68 (3) : 85-89 ; 90-92.
5. BELL (I.G.), NICHOLLS (P.J.), NORMAN (C.), AINI (I.), CROSS (G.M.). The resistance of meat chickens vaccinated by aerosol with a live V₄ Newcastle disease virus vaccine in the field to challenge with a velogenic Newcastle disease virus. *Aust. vet. J.*, 1991, 68 : 97-101.

6. FRENCH (E.L.), ST-GEORGE (T.D.), PERCY (J.J.). Experimental infection of domestic fowls with Australian Newcastle disease virus of low virulence and subsequent challenge with a virulent Newcastle disease virus. *Aust. vet. J.*, 1969, **45** : 481-485.
7. JAGNE (J.), AINI (I.), SCHAT (K.A.), FENNEL (A.), TOURAY (O.). Vaccination of village chickens in the Gambia against Newcastle disease using the heat-resistant food-pelleted V₄ vaccine. *Avian Path.*, 1991, **20** : 721-724.
8. JAYAWARDANE (G.W.L.), DE ALWIS (M.C.L.), BANDARA (D.). Oral vaccination of chickens against Newcastle disease with V₄ vaccine delivered on processed rice grains. *Aust. vet. J.*, 1990, **67** : 364-366.
9. KIM (S.J.), SPRADBROW (P.B.). Administration of a vaccine prepared from the Australian V₄ strain of Newcastle disease virus by aerosol and drinking water. *Aust. vet. J.*, 1978, **54** : 486-489.
10. MARINER (J.C.), HOUSE (J.A.), SOLLOD (A.E.), STEM (C.), VAN DEN ENDE (M.C.), MEBUS (C.A.). Thermostability of a Vero cell adapted Rinderpest vaccine. In : AITVM Ed. "Livestock production and diseases in the tropics". Proc. 6th Intern. Conf. Inst. Trop. Vet. Med., Wageningen, The Netherlands, 28 August-1 September 1989. Utrecht, Faculty of Veterinary Medicine, University of Utrecht, 1990. Pp. 281-286.
11. REED (L.J.), MUENCH (H.). A simple method for estimating fifty per cent end points. *Am. J. Hyg.*, 1938, **27** : 493-497.
12. SAGILD (I.K.), HARESNAPÉ (J.M.). The status of Newcastle disease and the use of V₄ vaccine in Malawi. *Avian Path.*, 1987, **16** : 165-176.
13. SAMUEL (J.L.), SPRADBROW (P.B.). Selective oral vaccination against Newcastle disease by creep feeding young chicks in an open-range poultry flock. *Prev. vet. Med.*, 1991, **10** : 273-283.
14. SIMMONS (G.C.). The isolation of Newcastle disease virus in Queensland. *Aust. vet. J.*, 1967, **43** : 29-30.
15. SPRADBROW (P.B.), SAMUEL (J.L.). Oral Newcastle disease vaccination with V₄ virus in chickens : Comparison with other routes. *Aust. vet. J.*, 1991, **68** : 114-115.

Communication

Lentiviral arthritis and encephalitis in goats in north-west Syria

M. Giangaspero¹

E. Vanopdenbosch²

H. Nishikawa¹

GIANGASPERO (M.), VANOPDENBOSCH (E.), NISHIKAWA (H.). Arthrite-encéphalite à lentivirus chez la chèvre dans le nord-ouest de la Syrie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 241

Un dépistage des anticorps contre le virus de l'arthrite-encéphalite des caprins a été effectué au nord-ouest de la Syrie en utilisant le test d'immunodiffusion en gélose. Sur 72 sérums testés, 12,5 p. 100 montraient une réaction positive. Aucune évidence clinique de la maladie n'a été trouvée chez les animaux testés. Ces résultats indiquent que l'infection est endémique dans la région étudiée. *Mots clés* : Caprin - Virus arthrite-encéphalite caprine - Anticorps - Technique d'immunodiffusion - Syrie.

Caprine arthritis and encephalitis (CAE) is a widespread disease of goats caused by a non-oncogenic retrovirus, subfamily lentivirinae, antigenically very close to the Maedi Visna (MV) virus of sheep. Clinical forms include a rapidly progressive leukoencephalitis and pneumonia in newborn and young goats (1), a chronic arthritis (4) and mastitis (2) and a sporadic slowly progressive pneumonia-encephalitis in adults goats (6). The disease has not been reported to occur in Syria.

Goat blood samples were collected from 4 flocks in different locations of north-west Syria, the Aleppo province, which has a large population of small ruminants. All sampled animals, females aged 2 to 6 years, were traditionally managed crossbreds (Shami x local). They were mixed with the remainder of the sheep flock, grazed a native pasture or cereal and crop residues.

The sampled sera were tested for antibodies against CAE virus using agar immuno-diffusion test (3). Maedi Visna virus (WLC-1) and control antiserum against Maedi Visna virus gp 135 (Central Veterinary Laboratory, Weybridge) were used to perform the test.

Out of 72 sera, 9 showed identity lines with the positive control (12.5 %). In two flocks, 20 and 16.5 % of the goats were positive. The other two flocks were CAE-free. The percentage of positiveness was low compared to the incidence of up to 100 % in individual herds in the USA, Australia and Europe (5). Despite the seropositiveness, no clinical evidence of the infection was found in the tested animals. This may be related to the fact that most CAE infections are subclinical although they may cause pathological lesions (CORK, CRAWFORD, unpublished data, 1974), e.g. mastitis, only detectable by histological examination (2).

These findings indicate that the infection is endemic in the area studied and suggest prophylactic measures to be taken against the disease because of the productivity losses caused by CAE in the goat flocks. At present, these measures rely on the identification and elimination of infected animals and on the maintenance of closed herds.

GIANGASPERO (M.), VANOPDENBOSCH (E.), NISHIKAWA (H.). Lentiviral arthritis and encephalitis in goats in north-west Syria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 241

A survey for antibodies against caprine arthritis and encephalitis (CAE) virus was undertaken in north-west Syria. Out of 72 sera, using agar immuno-diffusion test, 12.5 % showed a positive reaction. Despite the seropositiveness, no clinical evidence of the infection was found in the tested animals. The findings indicate that the infection is endemic in the area studied. *Key words* : Goat - Caprine arthritis encephalitis virus - Antibodies - Immuno-diffusion test - Syria.

References

1. CORK (L.C.), HADLOW (W.G.), CRAWFORD (T.B.), GORHAM (J.R.), PIPER (R.C.). Infectious leukoencephalomyelitis of young goats. *J. Infect. Dis.*, 1974, **129** : 134-141.
2. CORK (L.C.), NARAYAN (O.). The pathogenesis of viral leukoencephalomyelitis-arthritis of goats. *Lab. Invest.*, 1980, **42** : 596-602.
3. CRAWFORD (T.B.), ADAMS (D.S.). Caprine arthritis encephalitis : Clinical features and presence of antibody in selected goat populations. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1981, **178** : 713-719.
4. CRAWFORD (T.B.), ADAMS (D.S.), CHEEVERS (W.P.), CORK (L.C.). Chronic arthritis in goats caused by a retrovirus. *Science*, 1980, **207** : 997-999.
5. NARAYAN (O.). CAE virus. In : HORZINEK (M.C.) Ed. Virus infections of ruminants. Vol. 3. Amsterdam, Elsevier, 1990, **41** : 441-451.
6. SUNDQUIST (B.), JONSSON (L.), JACOBSON (S.O.), HAMMERBERG (K.E.). Visna virus meningoencephalomyelitis in goats. *Acta Vet. Scand.*, 1981, **22** : 315-330.

1. International Center for Agricultural Research in the Dry areas, POB 5466, Aleppo, Syrie.

2. National Institute for Veterinary Research, Groeselenberg 99, 1180 Brussel, Belgique.

Reçu le 21.7.1992, accepté le 16.12.1992.

A.M.A. Ali¹S.M. El-Sanousi¹M.A. Al-EknaH¹A.A. Gameel¹E.A. Dafalla¹A.M. Homeida¹Y.M. Radwan¹

Studies on the infundibular cysts of the uterine tube in camel (*Camelus dromedarius*)

ALI (A.M.A.), EL-SANOUSI (S.M.), AL-EKNAH (M.A.), GAMEEL (A.A.), DAFALLA (E.A.), HOMEIDA (A.M.), RADWAN (Y.M.). Étude de kystes infundibulaires de l'appareil génital de la chamelle (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1992, 45 (3-4) : 243-253

Deux cent dix-huit appareils génitaux de chammelles ont été examinés après prélèvement à l'abattoir. Des kystes infundibulaires ont été trouvés dans 16 p. 100 des cas (35) ; ces kystes étaient unilatéraux dans 22 cas et bilatéraux dans 13 autres. Tous contenaient un liquide de consistance variable. Leurs structures morphologique et histologique ont été décrites. La recherche bactériologique et l'analyse physicochimique de leur contenu a été réalisée. *Aeromonas hydrophila* a été isolé dans 68,5 p. 100 des cas. En matière de diagnostic, les auteurs ont comparé les résultats de la palpation rectale avec ceux de la technique des ultra-sons. *Mots clés* : Chamelle - *Camelus dromedarius* - Kyste - Système génital femelle - Pathologie - *Aeromonas hydrophila* - Arabie Saoudite.

INTRODUCTION

Saudi Arabia is considered to have the fourth highest camel population in the Arabian world, with an estimated population of one million. Camels play a very important role in Saudi culture. At present, modern methods of camel production have been developed. As regards the dromedary camel, the morphology of its genitalia has been studied (1, 2, 32, 33). However, the presence of a cyst enclosed into the infundibulum of the camel's uterine tube has not been mentioned. Only little information is available on the incidence of *Aeromonas hydrophila* in mammals, except in man (19). However, ANNAPURNA and SANYAL (3) isolated the organism from faeces of some domestic animals : cow, buffalo, goat and chickens.

The only single report in the literature concerning the isolation of *A. hydrophila* from camels is that of GAMEEL *et al* (18). The organism was isolated in association with *Clostridium perfringens* type A and *Clostridium sordellii*, the properties of which were studied by EL-SANOUSI *et al* (15).

DE and CHATTERJE (11) found that the exotoxin of *A. hydrophila* caused fluid accumulation in ligated rabbit ileal loops. ASAO *et al* (6) found it to cause fluid accumulation in infant mouse intestine.

1. Camel Research Centre, College of Veterinary Medicine and Animal Resources, King Faisal University, POB 1757, Al-Ahsa 31982, Saudi Arabia.

Reçu le 15.10.1990, accepté le 18.9.1992.

The present study describes the morphological, histopathological, physicochemical and bacteriological features of infundibular cysts observed in female camels. In addition, the ultrasound scanner coupled with rectal palpation was used to detect such infundibular cysts antemortem.

MATERIALS AND METHODS

Collection of specimens

Two hundred eighteen genital tracts of female camels (*Camelus dromedarius*) were collected from abattoirs of Al-Asha (eastern province of Saudi Arabia) and Riyadh cities between September, 1989 to February, 1990. Out of these, genital tracts showing cyst-like formations were recorded and thoroughly examined. The estimated age of the camels ranged between 10-18 years. The morphological features of the cysts were studied and recorded. The specimens were collected within 30 min from slaughtering of animals, kept on ice and immediately transferred to the laboratory. These specimens were stored at 0 °C overnight. Next morning they were thawed and treated further for bacteriological examination.

Gynaecological investigation

Seventeen female camels were randomly selected from animals brought to Al-Ahsa abattoir. After routine preparation of the camels for rectal examination, different parts of the reproductive tract were palpated rectally. When an infundibular cyst was suspected due to unusual position of the ovary, with empty horns, the ultrasound probe scanner (WIC 50, with 5mHz scan head, USA*) was introduced rectally and guided by the operator's hand. The probe was initially placed over the uterine body, horns and later the oviduct and ovarian region. The probe was then introduced cranially into the abdominal cavity and moved toward the left and right. After slaughter, the genitalia of the same animals examined were collected and inspected, and the findings of antemortem and post mortem examinations were compared.

* Wesmed Veterinary Ultrasound, 78500 68th Avenue NE, Box 3001, Bothell, WA 98041-3001.

Bacteriological investigations

The surfaces of 30 cysts were carefully cleaned using 70 % alcohol and allowed to dry. The surface was seared using a red hot spatula. Disposable 10 ml plastic syringes were used to withdraw 10 ml of the fluid content aseptically. A few drops were plated directly onto 10 % sheep blood agar, MacConkey's agar and into alkaline peptone water (APW) and heart infusion broth (HIB) (31). The rest of the samples were transferred to sterile centrifuge bottles and centrifuged at 5,000 rpm for 15 min at 4 °C. The supernatant was decanted and the deposits cultured in similar media as mentioned above. At the beginning of the study, incubation was carried out aerobically at 37 °C for 24 h, later incubation was carried out at 30 °C for 24 h. When growth was obtained only in APW and HIB, subcultures were made on solid media. Plates showing no growth were reincubated for 7 days before they were regarded as negative.

The isolates were identified according to COWAN (9), CARTER (8) and KRIEG and HOLT (23). Sensitivity tests were performed with Oxoid discs. The toxin was prepared from HIB. The medium used was incubated in a water bath for 10 h with vigorous shaking.

Assay of the haemolytic activity

The haemolytic activity was detected in 2 % rabbit erythrocytes according to CUMBERBATCH (10).

Enterotoxin assay

- Rabbit loop test : enterotoxigenicity of isolates was assayed in ligated rabbit ileal loop according to DE and CHATTERJE (11) using cell-free toxin, cystic fluid and PPS as controls. The rabbits were euthanized 10 h post-operation and the fluids collected and measured.

- Infant mouse test : the test was conducted and evaluated according to DEAN (12) and ASAO *et al* (6).

- Assay of cytotoxic activity on Vero cells : the method of DONTA and HADDOW (13) was used.

Pathogenicity for mice

To inoculate five mice intravenously as well as five mice intraperitoneally, 0.3 ml of an 18-h whole culture of the isolates was used. Deaths were recorded and post-mortem examination performed.

Delayed permeability factor (DPF) in rabbit skin

The technique of JIWA (21) was used. Only one strain of *A. hydrophila* was tried.

Physicochemical investigation

The fluid collected from cysts was tested for their total protein content using the Biuret method. Activities of aspartate amino-transferase (AIAT) and alanine amino-transferase (ASAT) were determined colorometrically (30). The glucose content was estimated by the method of DUBOWSKI (14).

Histopathological investigations

Samples for histopathology were taken 30 minutes after slaughter from different parts of the wall of the cyst, infundibulum and cranial part of the uterine tube. Tissues were fixed in Bouin's fluid as well as in 10 % formalin, processed in paraffin and sections were stained with haematoxylin and eosin and Van Gieson's stain. Three to five rounded to oval bodies were observed only in fluid content of four cases of the studied infundibular cysts. They were fixed in 10 % formalin and their structures were studied.

RESULTS

Morphological descriptions

Out of the 218 female camel genital tracts examined, 183 (83.9 %) showed no gross abnormalities and were considered as normal. The normal uterine tube followed a tortuous course to the uterine horn and was enclosed in a peritoneal fold (the mesosalpinx) which arises from the lateral surface of the mesovarian. The length of the tube ranged between 22.5 and 30 cm. The ovarian end formed a funnel-shaped infundibulum 7-10 cm in width. The latter had a longitudinally folded mucous membrane which converged towards the abdominal opening of the tube and its free margin was indented to form the fimbriae. The ampullary region was soft and flabby, with a relatively wider lumen while the isthmus was less tortuous and hard with comparatively narrower lumen. The ovarian bursae were found to be formed between the mesosalpinx laterally and the proper ligament of the ovary, mesovarium and ovary medially. The ovary was situated within the ovarian bursa.

In most cases with cysts, the ovarian bursa had a depth of 5-12 cm. In ten cases it was crossed with fibrous tissues. Thirty five (16 %) were found to have either unilateral or bilateral cysts which appeared to be cranial dilations of the infundibulum. These were designated "infundibular cysts". They extended to the abdominal cavity, cranial to the pelvic region between the loops of intestines. The incidence and site of the cysts in the animals examined are shown in table I. In unilateral cases, 9 cysts

TABLE I The number and distribution of the infundibular cysts in female camels.

Area	Number of slaughtered female camels	Number and percentage of infundibular cysts		
		Total	Unilateral	Bilateral
Al-Ahsa	179	30 (16.8 %)	19 (10.6 %)	11 (6.1 %)
Al-Riyadh	39	5 (12.8 %)	3 (7.7 %)	2 (5.1 %)
Total number and percentage	218	35 (16 %)	22 (10.1 %)	13 (6 %)

(4.1 %) were found on the right side and 12 (5.5 %) on the left side. The infundibular cysts had different sizes, shapes and fluid consistencies. They were oval, round or kidney shaped and their walls were thin and membranous (photos 1-8) except one which had a very thick wall (photo 9). The cysts measured 18-50 cm in length and 10-28 cm in width. The content was fluid and had different colours (clear, yellowish, light or dark brown). The amount of fluid collected from each cyst ranged between 300 and 3,800 ml. In five cases some of the fluid retracted back to the cranial third of the uterine tube.

Gynaecological investigations

On rectal palpation, the reproductive tracts of 15 non-pregnant camels were easily retracted to the pelvic cavity. In one female the left ovary was not palpable and was pulled down by something which could not be reached by the operator's hand. When the probe of the ultra-sound scanner was introduced deep into the abdominal cavity, a dark area showed up on the screen (see photo 13). This was not confused with follicular cysts, whereas in another female a tennis ball-like cyst was palpated on the right side (see photo 14). The presence of the infundibular and follicular cysts was confirmed later. At post-mortem examination the former was found to be an infundibular cyst, whereas the latter was as a follicular cyst.

Bacteriological findings

Twenty four out of 30 cyst-fluids (80 %) gave pure growth of a single type of colonies. The colonies were greyish white, translucent, moist, circular and flat with either α or β -haemolysis. The sizes of colonies increased through further incubation at room temperature, reaching 6 mm in diameter. The colonies turned into light green with age. The organisms were identified as *Aeromonas hydrophila* according to their biochemical properties (table II).

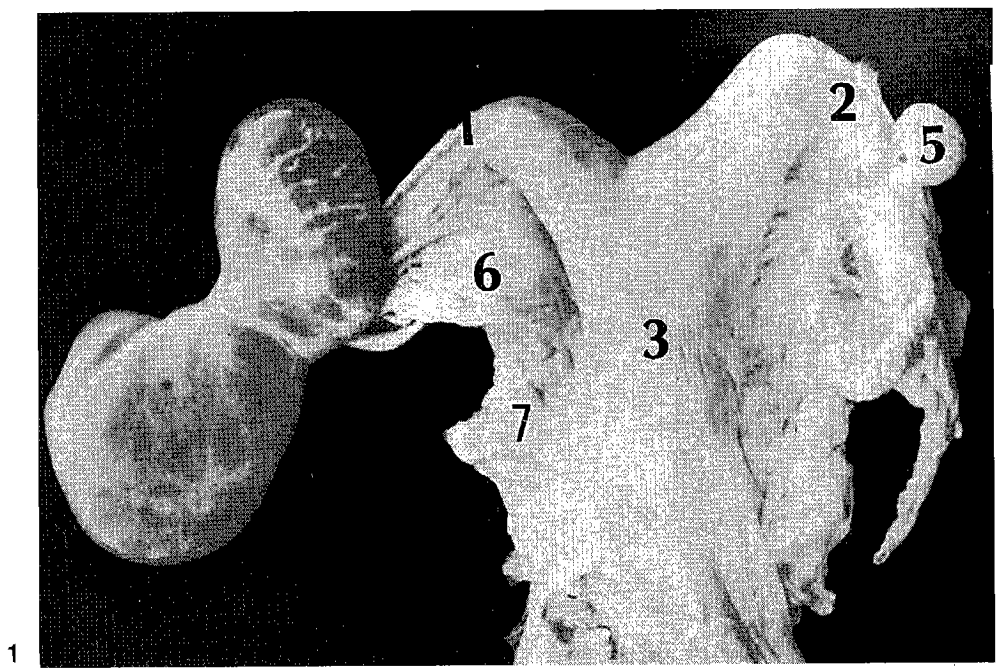
The strains of *A. hydrophila* tested were found to be sensitive to the following antibiotics : oxytetracycline (30 mcg), chlortetracycline (30 mcg), kanamycin (30 μ g), chloramphenicol (30 μ g), nalidixic acid (30 μ g), erythromycin

TABLE II The biochemical properties of 24 strains of *A. hydrophila* isolated from uterine infundibulum cysts of she-camel.

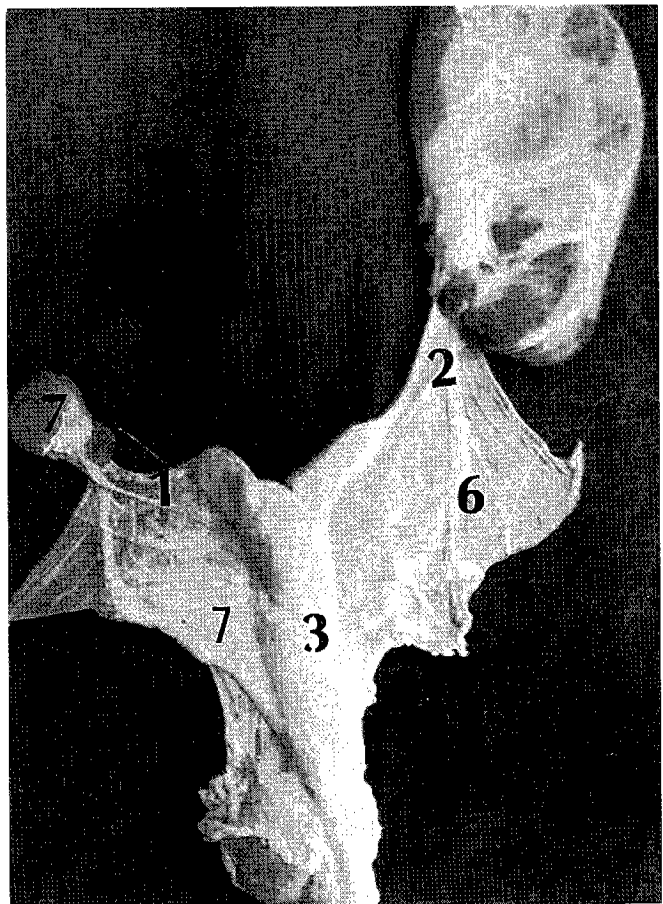
Tests	<i>Aeromonas</i>	
	<i>hydrophila</i> (A) 18	<i>hydrophila</i> (B) 6
Motility	18	6
Catalase	18	6
Oxidase	18	6
Glucose (acid)	18	6
Glucose (gas)	18	6
Growth on MacConkeys agar	18	6
Arabinose	13	4
Sucrose	18	5
Lactose	0	0
Mannitol	17 (G)	5
Salicin	2	4
Arabinose utilization	10	0
Arginine and lysine utilization	15	6
Histidine utilization	18	6 (4)
TSI (H ₂ S)	6	1
H ₂ S in P.W. with cysteine HCl	18	6
Citrate	18	0
Indole	18	6
KCN	12	1
MR	1	6
VP	18	0
Lysine	0	0
Ornithine	1	0
Arginine	18	6
Esculin hydrolysis	13	3

A = *Aeromonas hydrophila* with α -haemolysis ; B = *Aeromonas hydrophila* with β -haemolysis.

Arabic numbers indicate positive results ;
() indicate late results ; G : gas.



1



2

Photo 1, 2 : Female genital tract with unilateral cysts ; 1, left uterine tube ; 2, mesosalpinx ; 3, body of the uterus , 5, right uterine horn ; 6, right ovary ; 7, broad ligament.



3
Photo 3. 4 : Female camel genital tract with bilateral infundibular cysts.

(30 µg), gentamycin (10 µg), tetracycline (30 µg), cevacler (30 µg). They were partially sensitive to neomycin but resistant to polymixin B (300 units), trisulpha (300 mcg), ampicillin (10 µg), streptomycin (10 mcg), rifampicin (5 mcg), clindamycin (2 µg), cloxacillin (1 µg), nystatin (100 units), penicillin (10 i.u.), methicillin (5 µg), lincomycin (10 µg), vancomycin (30 mcg) and fucidicacid (10 µg).

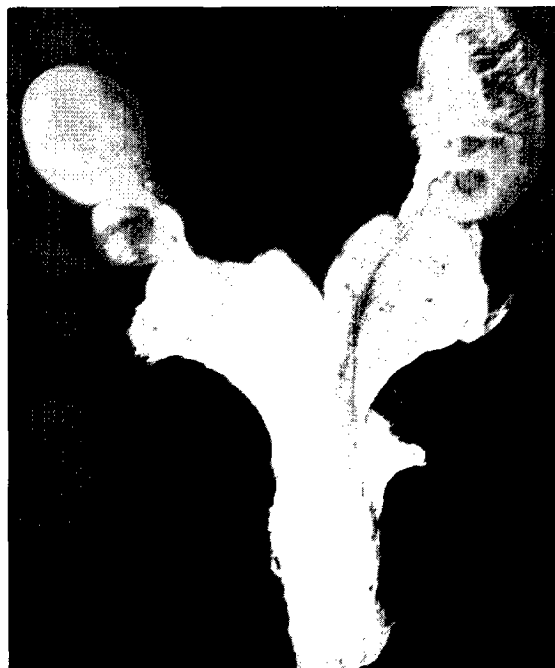
A representative strain from *A. hydrophila* group (A) gave a haemolytic unit of 1024 while that from group (B) gave only 64 units.

Enterotoxin assay

The results of rabbit ileal loop and infant mouse test are presented in table III.

Delayed permeability factor (DPF) in rabbit skin

Blueing was observed after six hours post inoculation (2 cm in diameter). Induration appeared after 12 h (3.2 cm in diameter) followed by necrosis and sloughing of the skin.



4

TABLE III Fluid accumulation in the rabbit ileal loop and infant mouse tests.

	Rabbit ileal loop (ml of fluid/cm intestinal loop*)	Infant mouse test weight of intestine/remaining body weight**
Control	0.28	0.09
<i>A. hydrophila</i> (A)	1.30	0.11
<i>A. hydrophila</i> (B)	1.10	0.10
Fluid from cyst	0.70	0.11

* 1. positive ; ** > 0.09. positive.
A : *A. hydrophila* α haemolytic ; B : *A. hydrophila* β haemolytic.

Pathogenicity for mice

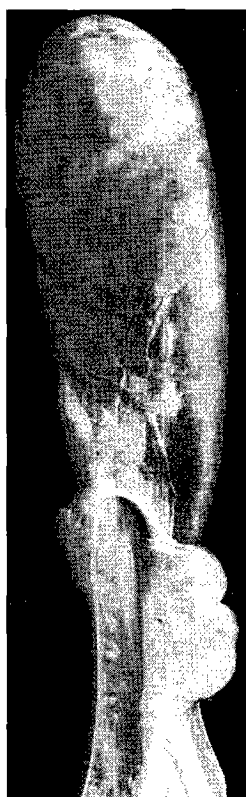
Deaths occurred between 18-24 h with signs of septicaemia. Blindness was observed in mice inoculated intravenously.

Assay for toxicity in Vero cells

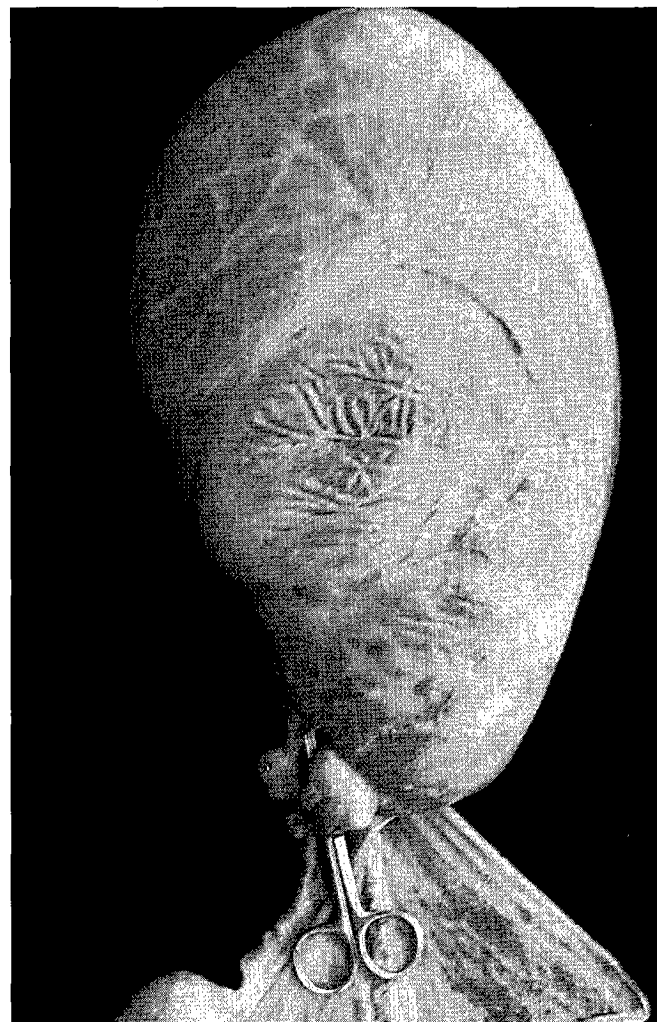
Loss of adherence and rounding were the common features in the cells tested.



5



6



7

Photo 5, 6, 7 : Various forms of infundibular cysts, elliptical, oval and kidney shaped.

Histology

The cyst wall, examined at different places was composed mainly of fibrous connective tissue and smooth muscle and lined at one side by low columnar epithelium. The latter had a vacuolated appearance and an apparently striated border with surface globules. In close association with the epithelium was a homogenous pink area which represented the cyst contents (photo 10). At the level of the infundibulum the cyst wall was either composed of fibrous connective tissue or smooth muscle (photo 10). The lining columnar epithelium had a similar striated border and bleb-like luminal projections. It was thrown into folds which were cut out at places into acinar-like structures containing pinkish material (photo 11). The mucosa of the cranial part of the uterine tube (ampula) was distinctly folded and formed cyst-like structures lined by similar columnar epithelium with centrally placed nuclei. The contents of the cysts showed many free pinkish globules. The subepithelial layer was infiltrated by

monocular cells of predominantly lymphocytes. The inner circular and outer longitudinal smooth muscle layers of the tunica muscularis were separated by loose connective tissue containing thick walled blood vessels. Some of the bodies found within the content of the infundibular cyst had fibrous wall and the others were lined with low columnar epithelium (photo 12). The wall of these bodies enclosed within it, was a homogenous eosinophilic material containing aggregates of bacilli.

Physicochemical findings

The infundibular cyst fluid had a specific gravity of 1.15 and a pH of 8.87. The protein content was 7.2 g/dl while the glucose level was 35 mg/dl. The ALAT and ASAT values were 51 and 2.8 μ /ml, respectively.

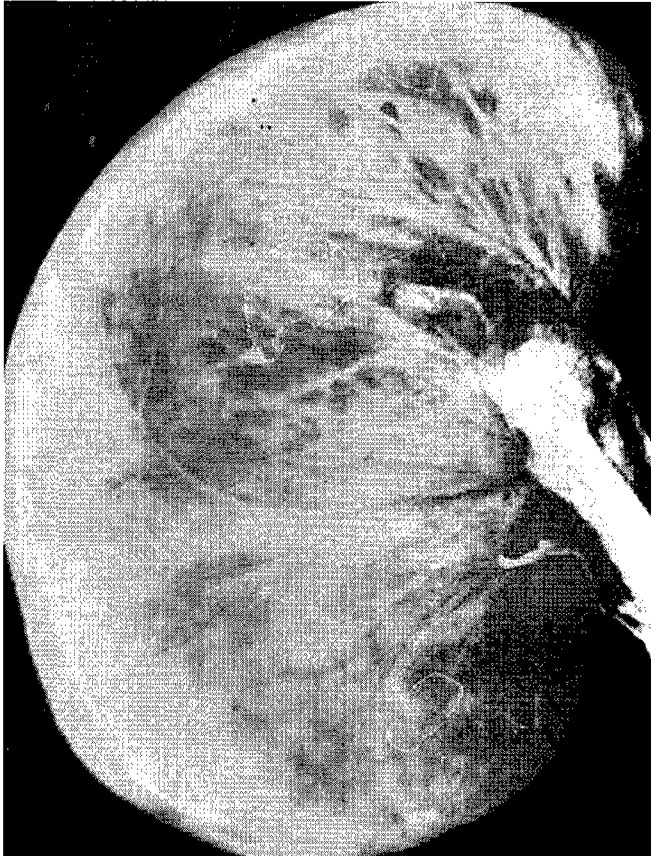


Photo 8 : Membraneous kidney-shaped infundibular cyst.

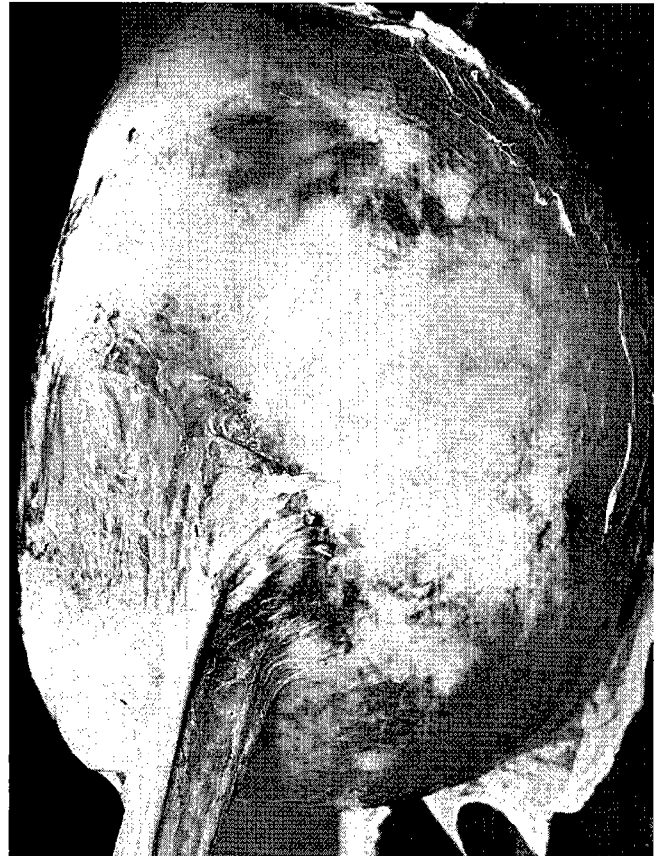


Photo 9 : Rounded thick walled cyst.

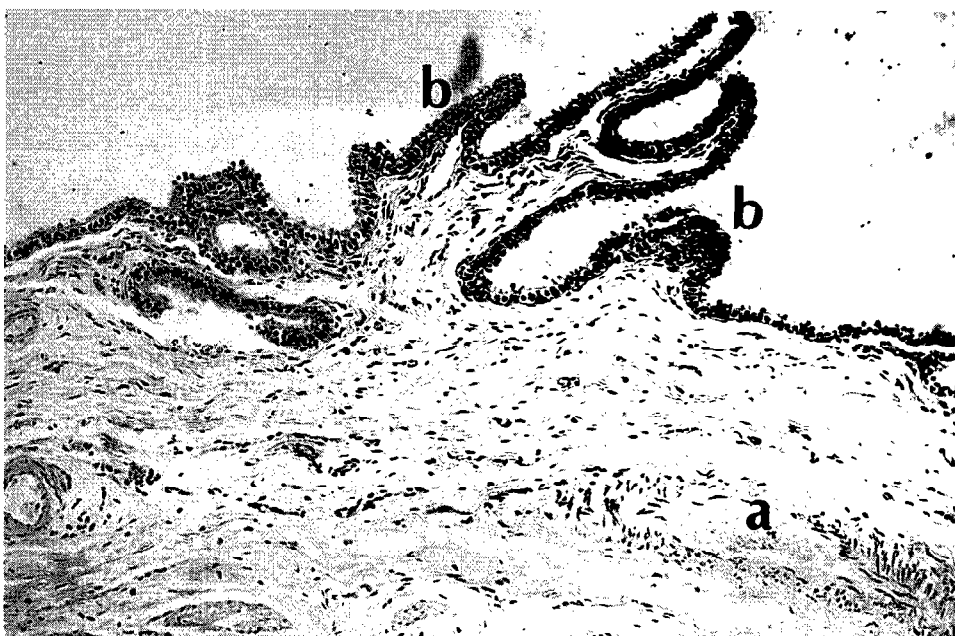


Photo 10 : Cyst wall composed of fibrous connective tissue and smooth muscles and lined by low columnar epithelium with vacuolated cytoplasm. Note thick walled blood vessels (a) and epithelial folds (b) (HE x 104).

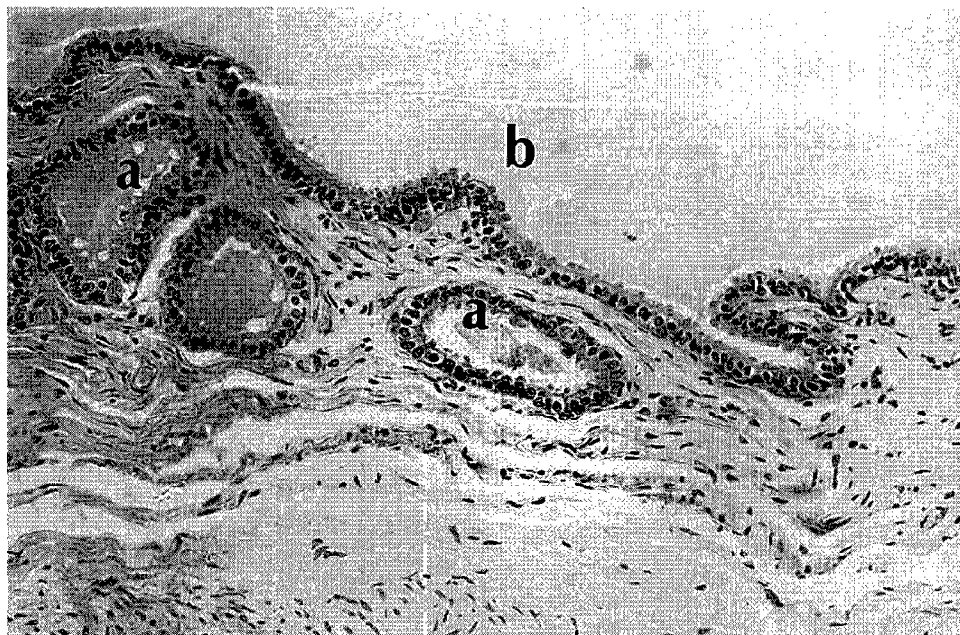


Photo 11 : Cyst wall lined by low columnar epithelium showing luminal globules. Note subepithelial acinar structures (a) and cysts contents (b) (HE x 162.5).

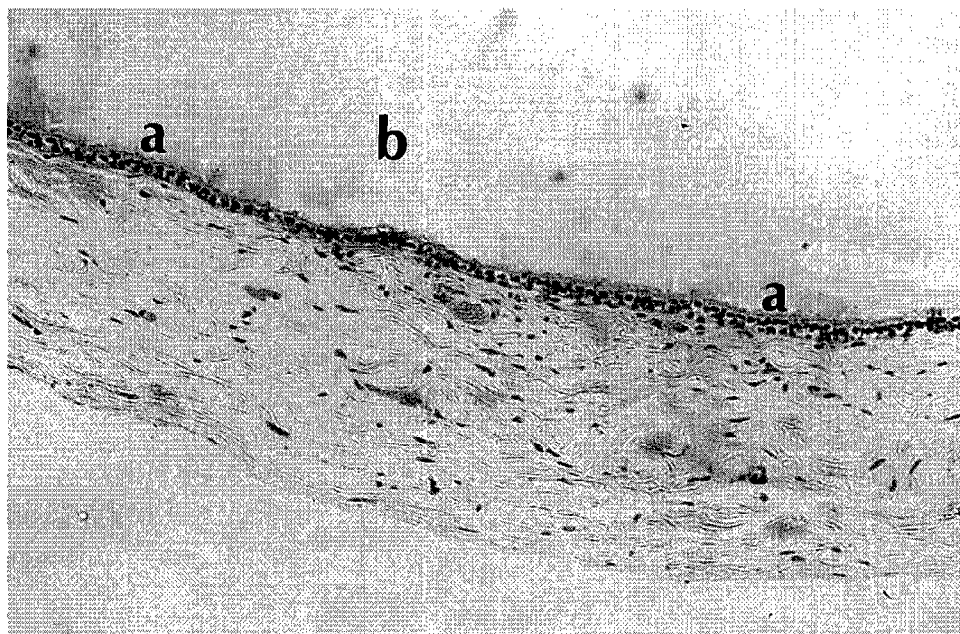


Photo 12 : Cyst wall lined by low columnar epithelium and composed of fibrous connective tissue containing many blood capillaries. Note dark nuclei and vacuolated cytoplasm cells (a) and homogenous cyst contents (b) (HE x 104).

DISCUSSION

The described histological and morphological structures of the cysts prove that they were dilatations of the cranial part of the infundibular wall, hence designated as "infundibular cysts". The prevalence of such cysts was fairly high in the camels examined and coincided with the increased incidence of infertility observed in camels brought to the

Veterinary Teaching Hospital in Saudi Arabia (4). Concerning abnormalities of the female genital tract, specially those of the urogenital ducts and other paraovarian cysts of the domestic animals (24, 29), there was no mention of similar cyst formation.

The ultrasound scanner applied to detect infundibular cyst(s) in the living animals paves the way for future screening of female camels. The ultrasound technique proved thus to be helpful in the detection of ovarian cysts in

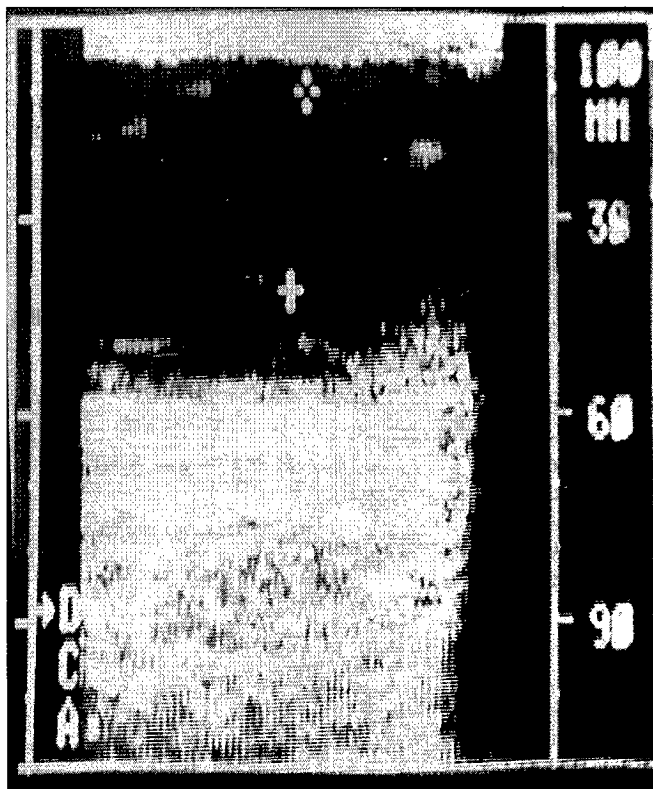


Photo 13 : A photomicrograph of an infundibular cyst detected by the ultrasound scanner.



Photo 14 : A photomicrograph of a follicular cyst detected by the ultrasound scanner.

female camels (25, 26). The long gestation period and the short breeding season in the dromedary camel impose restrictions concerning the maximum fertility rate. In addition, the high rate of eggs and the early embryonic mortality require further limitations (27, 28, 35). The results of the present investigation add a new factor which can affect pregnancy and fertility rates. The morphological findings of the infundibular cyst clearly showed that the passage of the ovum to the site of fertilization in the uterine tube is prevented especially in bilateral cases where the two entrances to the abdominal opening of the tube are occluded. However, the possibility of pregnancy in unilateral cases cannot be excluded. Most of the ovaries in the unaffected side showed signs of follicular activity and pregnancy may occur, though infection with *A. hydrophila* may lead to abortion. Moreover, pregnancy is considered as a stress factor in general (36) and this in turn is predisposing to *A. hydrophila* infection, the latter acting as a secondary invader according to various workers (19, 36).

In general, fertility rates have been reported to be poor in *Camelus dromedarius* in studies conducted in Tunisia and Kenya (7, 16). In contrast to that, ARTHUR *et al* (5) considered the fertility to be high in Saudi Arabia, a finding which is not substantiated by the present study taking into consideration the rate of infection with *A.*

hydrophila (68 %). This coupled with other factors, that contribute normally to infertility, might boost the percentage upwards. Consequently, this will be an obstacle in camel reproduction in Saudi Arabia.

Species of the genus *Aeromonas* have long been recognized as pathogen in amphibians (7) and fish (20) and have been found to be widely distributed in the aquatic environment (22). Apart from scarce reports in the literature, *A. hydrophila* is associated mainly with enteric infections. The present report is considered as the second one concerning its isolation from the camel (18) and the first record of its isolation from the genital tract. The isolation of *A. hydrophila* from 68.6 % of infundibular cysts suggests its role in the formation of such cysts, although other unknown factors should not be completely excluded. The amounts of fluid accumulated in the cysts are due to the toxins released by *A. hydrophila*. Such toxins have been proved to cause accumulation of fluids by various authors (6, 34). Such findings were substantiated by the present study using ligated rabbit ileal loops and intestines of infant mice. As far as the lesions are concerned, the organisms isolated may be of low virulence, causing in most cases fluid accumulation rather than eliciting marked inflammatory reactions.

The mode of infection is difficult to determine with great certainty, however, ascending infection might be possible since *A. hydrophila* was found by various authors in faeces of normal animals. On the other hand, the prevalence of *A. hydrophila* in cattle is greater than in other animals (19).

Improvement of the bacteriological techniques, *i.e.* centrifugation of the cyst fluids and enrichment prior to plating on solid media made it possible to isolate *A. hydrophila* routinely from such cysts. It is thus worth trying to study the prevalence of *A. hydrophila* in the intestines of apparently healthy camels as well as in their environments.

CONCLUSION

The present investigation revealed that the cyst described in the female camel was designed as "infundibular cyst" which is a dilation of the cranial part of the infundibular

wall of the uterine tubes. The results add a new factor which can affect pregnancy and fertility rates in camels. The isolation of the *A. hydrophila* from the infundibular cyst might suggest its role in the formulation of such a cyst. Among other factors involved in the cyst formation, the role of the *A. hydrophila* needs further studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are indebted to the staff members of Al-Asha and Riyadh abattoirs for their sincere cooperation. We would like to acknowledge the help of Dr. E.M.E. ABU ELZEIN for conducting toxicity in Vero cells. The technical assistance of A. ABDELBAQI and A. HUSSEIN is highly appreciated. Sincere thanks to Mr. M.A. AL-TINAY for photographing the specimens and Mr. AYAZ AHMAED for typing the manuscript.

ALI (A.M.A.), EL-SANOUSI (S.M.), AL-EKNAH (M.A.), GAMEEL (A.A.), DAFALLA (E.A.), HOMEIDA (A.M.), RADWAN (Y.M.). Studies on the infundibular cysts of the uterine tube in camel (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 243-253

Two hundred eighteen genital tracts of slaughtered female camels were collected and examined. Infundibular cysts were observed in 35 tracts (16 %) ; these were either unilateral (22 cases) or bilateral (13 cases) all containing fluids of different consistencies. The morphological and histological structures of the cysts were recorded. The bacteriological investigation and physicochemical analysis of cyst contents were carried out. *Aeromonas hydrophila* was isolated from 68.5 % of cases. Rectal palpation and ultrasound technique were compared for the diagnosis of the cysts *antemortem*. *Key words* : Female camel - *Camelus dromedarius* - Cyst - Female genital system - Pathology - *Aeromonas hydrophila* - Saudi Arabia.

ALI (A.M.A.), EL-SANOUSI (S.M.), AL-EKNAH (M.A.), GAMEEL (A.A.), DAFALLA (E.A.), HOMEIDA (A.M.), RADWAN (Y.M.). Estudio sobre los quistes infundibulares del tubo uterino del dromedario (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 243-253

Se examinaron doscientos dieciocho tractos genitales de hembras camello, los cuáles fueron colectados en el matadero. Treinta y cinco (16 p. 100) de estos tractos presentaban quistes infundibulares, unilaterales (22 casos) o bilaterales (13 casos), todos con un contenido líquido de consistencia variable. Se anotó la estructura morfológica y histológica del quiste. También se realizaron análisis bacteriológicos y físico-químicos del contenido quístico. *Aeromonas hydrophila* fue aislada en 68,5 p. 100 de los casos. Para el diagnóstico de los quistes *ante-mortem*, se comparó la palpación rectal con el ultrasonido. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Quiste - Tracto genital - Patología - *Aeromonas hydrophila* - Arabia Saudita.

REFERENCES

1. ABDALLA (O.). Anatomical studies of the female genital tract of one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husband.*, 1965, **6** : 41-47.
2. ABDALLA (O.). Anatomical studies of the female genital tract of the one-humped camel. I. Ovaries. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husband.*, 1967, **8** : 67-71.
3. ANNAPURNA (E.), SANYAL (S.C.). Enterotoxicity of *Aeromonas hydrophila*. *J. med. Microbiol.*, 1977, **10** : 317-323.
4. Annual report. Veterinary Teaching Hospital, Saudi Arabia, 1989.
5. ARTHUR (G.H.), ABDEL RAHIM (A.T.). The camel in health and disease. VII. Reproduction and genital diseases of the camel. *Br. Vet. J.*, 1985, **141** : 650-659.
6. ASAO (T.A.), KINOSHITA (Y.), KOZAKI (S.), UEMURA (T.), SAKAGUCHI (G.). Purification and some properties of *Aeromonas hydrophila* haemolysin. *Infec. Immun.*, 1984, **46** (1) : 122-127.
7. BURGEMEISTER (R.). Probleme der Dromedarhaltung und zucht in Südtunesien. Thesis. Giessen, West Germany, Justus Liebig University, 1974.

8. CARTER (G.R.). Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology. 4th ed. Springfield, Illinois, USA, Charles C. Thomas Publisher, 1984.
9. COWAN (S.T.). Manual for the identification of medical bacteria. 2nd ed. Cambridge, The University Printing House, 1981.
10. CUMBERBATCH (N.), GURWITH (M.J.), LANGSTON (C.), SACK (R.B.), BRUNTON (J.L.). Cytotoxic enterotoxin produced by *Aeromonas hydrophila* : Relationship of toxigenic isolates to diarrhoeal disease. *Infect. Immun.*, 1979, **23** (3) : 829-837.
11. DE (S.N.), CHATTERJE (D.N.). An experimental study of the mechanism of action of *Vibrio cholerae* on the intestinal mucous membrane. *J. Pathol. Bacteriol.*, 1953, **66** : 559-562.
12. DEAN (A.G.), CHING (C.), WILLIAMS (R.G.), HARDEN (L.B.). Test for *Escherichia coli* enterotoxin using infant mice application in a study of diarrhoea in children in Honolulu. *J. Infect. Dis.*, 1972, **125** : 407-411.
13. DONTA (S.T.), HADDOW (A.D.). Cytotoxic activity of *Aeromonas hydrophila*. *Infect. Immun.*, 1978, **21** : 989-993.
14. DUBOWSKI (K.M.). An outline method for body-fluid glucose determination. *Clin. Chem.*, 1962, **8** : 215-235.
15. EL-SANOUSI (S.M.), GAMEEL (A.A.), MUSA (B.), ABDEL SALAM (I.S.). Properties of *Clostridium perfringens* (A), *Clostridium sordellii* and *Aeromonas hydrophila* isolated from a case of haemorrhagic enteritis in a camel. In : Annual Report of Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, Sudan. 1984. P. 158-167.
16. EL-WISHY (A.B.). A study of the genital organs of the female dromedary (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*, 1988, **82** : 587-593.
17. EMERSON (H.), NORRIS (C.). "Red leg" : an infectious disease of frogs. *J. Exp. Med.*, 1905, **7** : 32-60.
18. GAMEEL (A.A.), EL-SANOUSI (S.M.), MUSA (B.), EL-OWANI (E.E.). Association of some pathogenic bacteria with haemorrhagic enteritis in camels. Small Ruminant and Camel Group, 1986. Pp. 50-55 (Group Document No. SRC 12 ILCA)
19. GRAY (S.J.). *Aeromonas hydrophila* in livestock : Incidence, biochemical characteristics and antibiotic susceptibility. *J. Hyg. Cambridge*, 1984, **92** : 365-375.
20. HAZEN (T.C.), FLIERMANS (C.B.), HIRSCH (R.B.), ESCH (G.W.). Prevalence and distribution of *Aeromonas hydrophila* in the United States. *J. Appl. Envir. Microbiol.*, 1978, **36** : 731-738.
21. JIWA (S.F.H.). Enterotoxigenicity, hemagglutination and cell surface hydrophobicity in *Aeromonas hydrophila*, *A. sobria* and *A. salmonicida*. *Vet. Microbiol.*, 1983, **8** : 17-34.
22. KAPER (J.B.), LOCKMAN (H.), COLWELL (R.R.), JOSEPH (S.W.). *Aeromonas hydrophila* : Ecology and toxigenicity of isolates from an estuary. *J. Appl. Bacteriol.*, 1981, **50** : 359-377.
23. KRIEG (N.R.), HOLT (J.G.). Bergey's manual of systematic bacteriology. Vol. I. Baltimore, Williams and Wilkins, 1984.
24. LATSHAW (W.K.). Veterinary developmental anatomy. Toronto, B.C. Decker Inc, 1987.
25. MERKT (H.), KLUG (E.), MERKT (J.C.), RATH (U.D.). Bericht über die Herbstuntersuchung 1985 in der westdeutschen Vollblutzucht. *Vollblut Zucht und Rennen*, 1986, **105** : 13-18.
26. MERKT (H.), RATH (U.D.). The ultrasound, a new approach in veterinary gynaecology. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, **26** (1) : 13-20.
27. NAWAR (S.M.A.), ABOUL-FADLE (W.S.), MOHAMOUD (S.A.). Studies on the ovarian activity of the dromedary (*Camelus dromedarius*). *Zeitschr Mikrosk. Forsch.*, Leipzig, 1978, **92** : 385-408.
28. NAWITO (M.F.), SHALASH (M.R.), HOPPE (R.), RAKHA (A.M.). Reproduction in the female camel. *Bull. Anim. Sci. Inst., Cairo*, 1976, **2** : 2.
29. NODEN (D.M.), DE LAHUNTA (A.). The embryology of domestic animals developmental mechanisms and malformations. Baltimore, London, Williams and Wilkins, 1985.
30. REITMAN (S.), FRANKEL (S.). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am. J. clin. Pathol.*, 1957, **28** : 56-63.
31. SHREAD (P.), DONOVAN (T.J.), LEE (J.V.). A survey of the incidence of *Aeromonas* in humans faeces. *Soc. gen. Microbiol. Q.*, 1981, **8** : 184.
32. TAYEB (M.A.F.). Studies on the anatomy of the ovary and corpus luteum of the camel. *Vet. J.*, 1948, **104** : 179-186.
33. TAYEB (M.A.F.). Les organes génitaux de la Chamelle. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1953, **6** (1) : 17-21.
34. TURNBULL (P.C.B.), LEE (J.V.), MILIOTIS (M.D.), VAN DE WALLE (S.), KOORNHOF (H.J.), JEFFERY (L.), BRYANT (T.). Enterotoxin production in relation to taxonomic grouping and source of isolation of *Aeromonas* species. *J. clin. Microbiol.*, 1984, **19** : 175-180.
35. WILSON (R.T.). The camel. London, Longman, 1984. 233 p.
36. WOHLGEMUTH (R.), PIERCE (R.L.), KIKRBRIDE (C.A.). Bovine abortion associated with *Aeromonas hydrophila*. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, 1972, **60** : 1001-1002.

U. Wernery¹M. Ali¹R. Wernery¹H.S.H. Seifert²

Severe heart muscle degeneration caused by *Clostridium perfringens* type A in camel calves (*Camelus dromedarius*)

WERNERY (U.), ALI (M.), WERNERY (R.), SEIFERT (H.S.H.). Dégénérescence sévère du muscle cardiaque provoquée par *Clostridium perfringens* de type A chez des jeunes dromadaires (*Camelus dromedarius*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 255-259

Clostridium perfringens de type A a été isolé dans différents organes et dans l'intestin de jeunes chameaux âgés de 3 à 5 semaines, morts de nécrose du muscle cardiaque. Aucun autre agent pathogène bactérien n'a été isolé. L'isolement de virus sur deux lignées cellulaires différentes, dont une culture de cellules cutanées fœtales de chameau, s'est également avéré négatif. Les souris ayant reçu des injections de filtrats dépourvus de bactéries préparés à partir de contenus intestinaux de jeunes chameaux autopsiés sont mortes après 1 à 6 h, révélant la présence de toxines clostridiennes. Nos résultats montrent que la nécrose du muscle cardiaque est provoquée par les toxines de *Clostridium perfringens* de type A. **Mots clés** : Dromadaire - Jeune animal - *Clostridium perfringens* - Analyse microbiologique - Cœur - Nécrose - Émirats arabes unis.

INTRODUCTION

Clostridial organisms are potent producers of exotoxins upon which their pathogenicity depends. *Clostridium perfringens* toxins are usually absorbed from the intestines after abnormal proliferation of the organisms in the digestive tract. At least 20 different metabolic substances are produced by *C. perfringens* (1) and they possess a wide range of pathogenic effects on the target organs in the body.

Literature on *C. perfringens* infection in camels is scarce. IPATENKO (6) described enterotoxemias caused by *C. perfringens* types C and D in Mongolia and WERNERY *et al* (14) reported outbreaks of enterotoxemias caused by type A in the United Arab Emirates.

This paper describes *C. perfringens* type A infections in camels which died from severe heart muscle degeneration.

MATERIALS AND METHODS

Outbreaks of *C. perfringens* infections were seen in two different breeding herds. The mothers and their camel calves were housed in pens. In the first herd, seven

camel calves aged 3-5 weeks died and in the second herd 11 camel calves died. The affected camel calves developed constipation for a few days and then a severe diarrhoea. Two days after the onset of the scours the calves died.

Postmortem examinations were performed in all calves. The necropsies were carried out between one to five hours after death. The heart was examined for histopathological lesions.

Fluid contents of the abomasum and duodenum were centrifuged at high speed for 20 min at 4 °C and the supernatant filtered (Sartorius membrane filter, 0.45 µm). The sterile filtrate was then infected into white mice intravenously (0.5-1.0 ml).

Pieces of organs (abomasum, small intestines, duodenum, liver, kidney, heart, mesenteric and prescapular lymph nodes were placed into test tubes containing hot (60 °C) Sahidi-Ferguson-Perfringens (SFP) agar and spread onto Zeissler agar containing antibiotic supplement (Oxoid, SR93). The plates were incubated under anaerobic conditions (Gas generating kit, Oxoid) at 37 °C for 24 h. When black colonies and gas production were observed in the SFP agar (the following day) the clostridial organisms were spread on Zeissler agar and incubated anaerobically. *C. perfringens* was identified by Gram stain (directly from organs and the media), by motility test and the appearance on Zeissler agar, which showed typical double zoned haemolysis around the colonies. The strains were then sent for further testing to the Institute for Applied Biotechnology in the Tropics in Goettingen, Germany. All strains were identified as *C. perfringens* type A by means of gas chromatography of metabolically produced short-chain fatty acids and alcohols as well as long-chain fatty acids as cell components.

Organ samples from necropsied camel calves were also tested for aerobic pathogens including *Salmonella* using known routine bacteriological methods.

Sections from tonsils and small intestines were tested for the presence of BVD/MD antigen (bovine virus diarrhoea/mucosal disease) using fluorescein conjugated antiserum*.

1. Central Veterinary Research Laboratory, POB 597, Dubai, Émirats arabes unis.

2. Institute for Applied Biotechnology in the Tropics at the Georg-August University, Goettingen, Allemagne.

Reçu le 15.6.1992, accepté le 23.3.1993.

* The authors thank Pr Dr LIESS, Veterinary School, Hannover, Germany for supplying the conjugate.

U. Wernery M. Ali R. Wernery H.S.H. Seifert

Pieces of heart, spleen, mesenteric and prescapular lymph nodes and small intestine were also used for the infection of two different cell cultures. In brief, 2 to 3 g of each tissue were homogenized with sterile sand in 5 ml Eagle's Minimum Essential Medium (MEM), the suspension clarified by centrifugation and the supernatant filtered through a disposable 0.45 µm Millipore filter (Sartorius, Minisart NML). The filtrate was then inoculated onto confluent monolayers of Vero cells (African green monkey kidney) and foetal camel skin (7). The cells were checked every day for six days under an inverted microscope for any cytopathic effect (CPE).

RESULTS

Pathological lesions

All 18 camel calves which were necropsied showed very severe heart muscle lesions (photo 1), hydropericardium with fibrin separation, petechial haemorrhages under the pleura of the lung (photo 2) and dark kidneys. The adherent kidney capsule could only be removed with subsequent loss of renal parenchyma (photo 3). In the stomach compartments different quantities of sand were discovered. Histopathological sections from the heart showed an

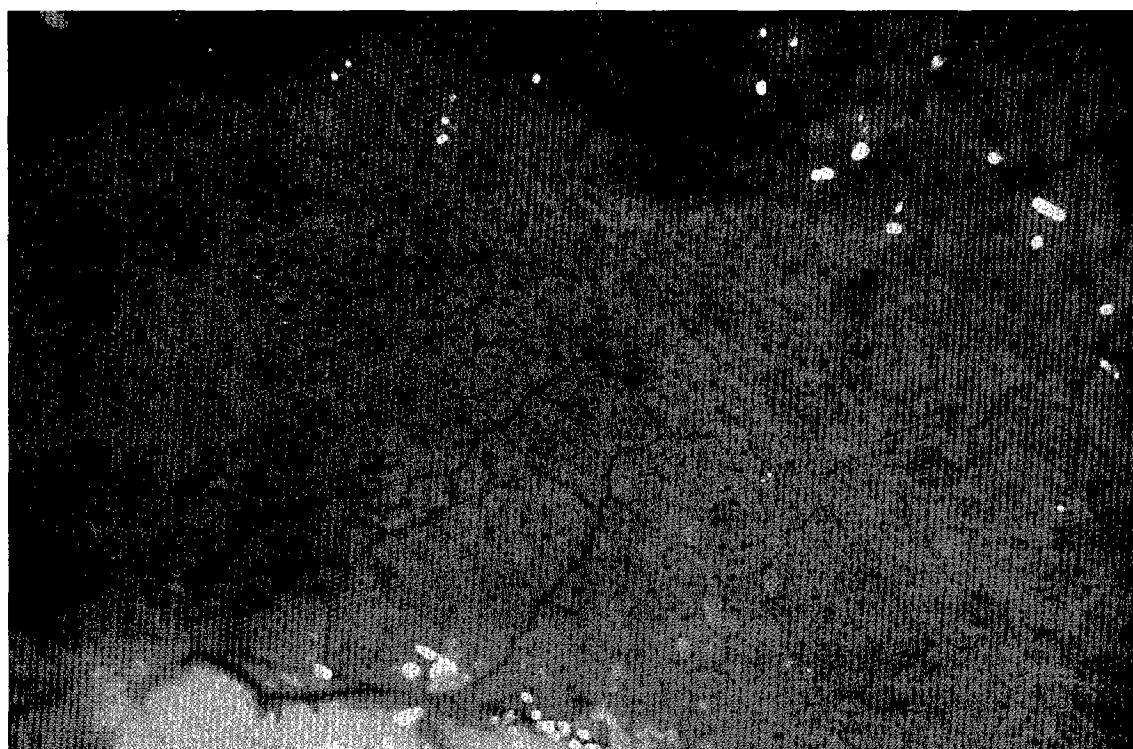
extensive degree of cardiac muscle necrosis with lysis of nuclei and granular Z-band material. There was a remarkable absence of any inflammatory reaction (photo 4)*.

* The authors are indebted to Dr ADNAN AL ASHBALD, Dubai Hospital, for carrying out the histopathology.



Photo 1 : Severe heart muscle necrosis in a four-week old camel calf suffering from *C. perfringens* A enterotoxemia.

Photo 2 : *C. perfringens* A enterotoxemia in a four-week old camel calf; petechial haemorrhages under the lung pleura.



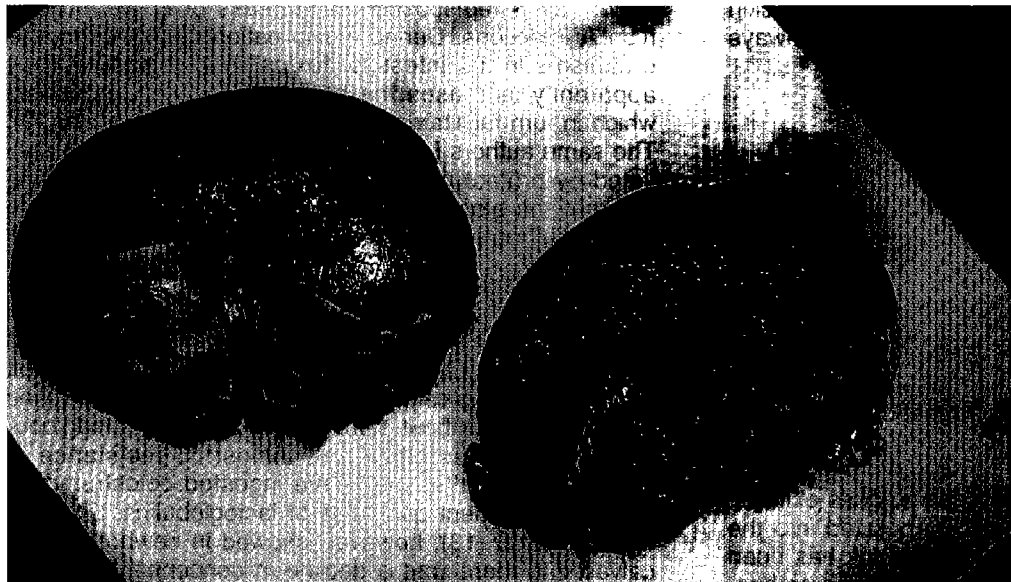


Photo 3 : Kidneys of a four-week old camel calf suffering from C. perfringens A enterotoxemia ; kidney capsules could only be removed with loss of parenchyma.

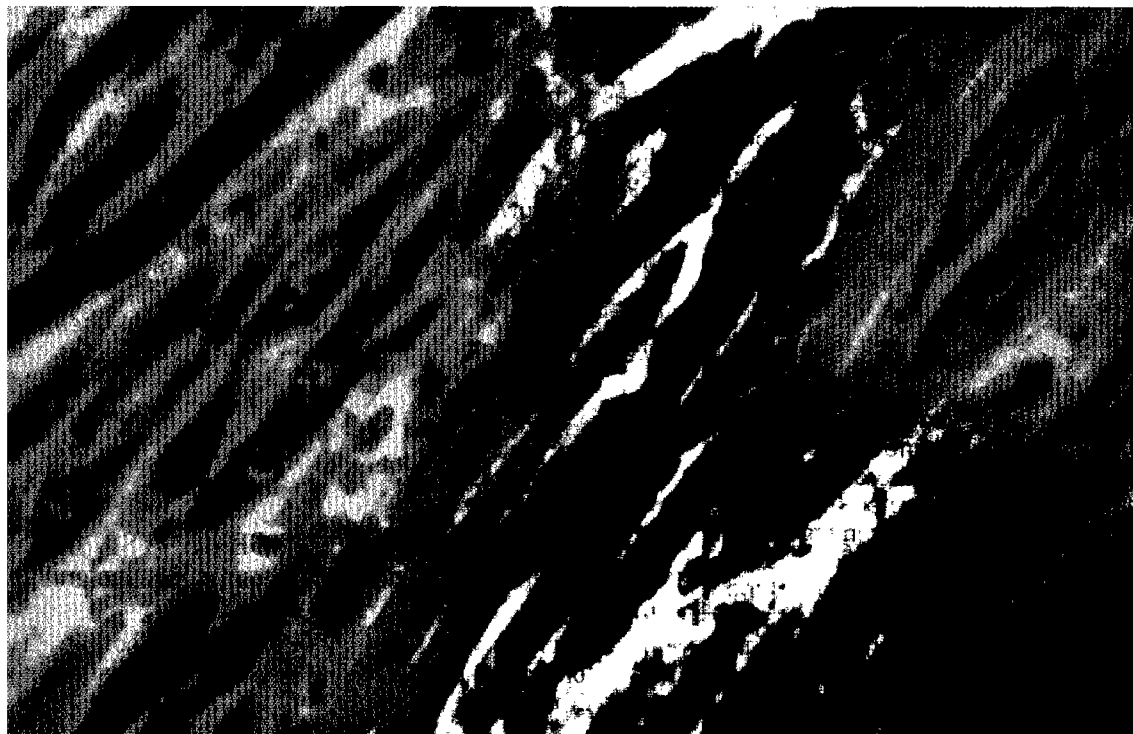


Photo 4 : Cardiac muscle necrosis with lysis of nuclei and granular Z-band material in a four week old camel calf.

C. perfringens, type A was isolated from the abomasum, small intestine duodenum, mesenteric lymph nodes, liver and kidney but not from the heart and prescapular lymph nodes. *C. perfringens* rods were also observed in large numbers in direct smears of the intestinal tract with Gram stain. *E. coli* was isolated from the intestinal tract but no *Salmonellae* were cultivated.

Mice which were infected with bacteria-free filtrates prepared from intestinal contents of necropsied camel calves died after 1 to 6 h with the symptoms of opisthotonos. This demonstrated the presence of toxins, most probably clostridial toxins.

U. Wernery M. Ali R. Wernery H.S.H. Seifert

No virus was isolated on Vero cells and foetal camel skin cells and the fluorescence test for BVD/MD was always negative.

DISCUSSION

Acute and subacute enterotoxemias as well as haemorrhagic enteritis caused by *C. perfringens*, types A, C and D have been described in camels by several scientists (3, 5, 6, 8, 14).

C. perfringens A is ubiquitous and is most common in the intestine of healthy animals (1). Infections caused by *C. perfringens* are soil-borne. The spores are resistant to destruction by environmental influences such as extreme drought or frost and they become incorporated into the soil structure (10), particularly where livestock has been kept for long periods and where the soil has become heavily contaminated. Breeding camels which are housed in paddocks in the desert, are in contact with spores and vegetative forms of *C. perfringens*. In contaminated soils more than 10^5 *C. perfringens* bacteria per gram were found (11). Despite regular removal of faeces from paddocks *C. perfringens* is continually ingested through food or water contaminated with soil from faeces of carrier animals, but under normal circumstances ingested *C. perfringens* organisms are kept at low numbers by inhibitory factors in the intestine (12). Clostridial enterotoxemias however, appear to be caused by predisposing factors which remain poorly understood (2).

Camel calves aged three to five weeks start to consume fodder in addition to their usual daily milk intake. Due to their enlightened curiosity they also begin to swallow different quantities of sand contaminated with *C. perfringens*. A total of 10^4 *C. perfringens* organisms per gram sand were isolated from paddocks where the camel calves had been kept with their mothers. Milk in the camel stomachs and intestines provides optimal conditions for the proliferation of *C. perfringens* (2). Furthermore, the digestive tract previously used only for milk intake suddenly faces different kinds of feedstuffs which not only changed the microbiological flora but also induces the enlargement of stomach compartments. This situation

might have predisposes to outbreaks of *C. perfringens* type A infections. During multiplication of *C. perfringens* organisms in the intestine, toxins were released. They apparently increases the permeability of the intestine, which in turn facilitates the absorption of more toxins (9). The same authors found that epsilon toxin was even activated by proteolytic digestive enzymes and then absorbed into the blood stream. It is unknown why the toxins choose the heart muscle as the primary target organ.

Another important factor in the development of clostridial infections is the serum protein level in young camels especially of the globuline fractions. All newborn farm animals are more susceptible to infection than their adult counterparts. The camel calf, bovine calf, lamb, piglet and foal are born without significant levels of gammaglobulins. They possess therefore almost no resistance to infections until after they have ingested colostrum and absorbed sufficient quantities of lactoglobulins. UNGARWARON *et al* (13), however, showed in newborn camel calves that there was a decline in concentration of IgG after the seventh day of life with its lowest level between 20-30 days. Similar findings were reported by FOWLER (4). He found that the globulin level was naturally low at birth (< 5.2 mg/kg) in South American camelids, but it rises with the intake of colostrum to 5.5-6.2 mg/kg within four to five days. Since the young camel calf is not yet immunologically competent the globulin fraction begins to decrease and not sufficient immunoglobulins are produced. The lowest level of globulins occurs between two and three weeks of age in South American camelids which also corresponds to the age of highest death losses from type A enterotoxemias (4). A similar situation is seen in dromedary camel calves with heavy losses between three to five weeks of age.

ACKNOWLEDGEMENTS

These studies were carried out with the support of H.H. Sh. Mohammad Bin Rashid Al MAKTOUM, Dubai, United Arab Emirates.

WERNERY (U.), ALI (M.), WERNERY (R.), SEIFERT (H.S.H.). Severe heart muscle degeneration caused by *Clostridium perfringens* type A in camel calves (*Camelus dromedarius*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 255-259

Clostridium perfringens type A was isolated from different organs and intestines from three to five weeks old camel calves which have died from heart muscle necrosis. No other bacterial pathogens were isolated. Virus isolation on two different cell lines including a fetal camel skin were also negative. Mice which were injected with bacteria free filtrates prepared from intestinal contents of necropsied camel calves died after one to six hours demonstrating the presence of clostridial toxins. Our findings suggest that the cardiac muscle necrosis is caused by *Clostridium perfringens* type A toxins. **Key words** : Dromedary - Camel calf - *Clostridium perfringens* - Microbiological analysis - Heart - Necrosis - United Arab Emirates.

WERNERY (U.), ALI (M.), WERNERY (R.), SEIFERT (H.S.H.). Degeneración severa del músculo cardíaco provocada por *Clostridium perfringens* tipo A en jóvenes camellos (*Camelus dromedarius*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 255-259

Clostridium perfringens tipo A fue aislado en intestinos y otros órganos de camellos de 3 a 5 semanas de edad, muertos por necrosis muscular cardíaca. Ningún otro agente patógeno fue aislado. Igualmente negativos fueron, los resultados de aislamientos virales, en dos líneas celulares diferentes (incluyendo piel fetal de camello). La inyección de ratones con filtrados libres de bacterias (provenientes de contenido intestinal obtenido durante la necropsia de los camellos), provocó la muerte en uno a seis horas, demostrando la presencia de toxinas clostridiales. Nuestros resultados sugieren que la necrosis del músculo cardíaco es provocada por toxinas de *C. perfringens* tipo A. **Palabras claves** : Dromedario - Joven animal - *Clostridium perfringens* - Analisis microbiológico - Corazón - Necrosis - Emiratos Arabes Unidos.

REFERENCES

1. BISPING (W.), AMTSBERG (G.). Colour atlas for the diagnosis of bacterial pathogens in animals. Berlin, Hamburg, Verlag Paul Parey, 1988.
2. BLOOD (D.C.), RADOSTIS (D.M.). Veterinary medicine. 7th ed. London, Bailliere et Tindall, 1989.
3. CHAUHAN (R.S.), KULSHRESHTHA (R.C.), KAUSHIK (R.M.). A report of enterotoxaemia in camels in India. *Indian Vet. J.*, 1985, **62** (10) : 825-827.
4. FOWLER (M.E.). Medicine and surgery of South American camelids. Ames, Iowa State University Press, 1989.
5. GAMEEL (A.A.), EL SANOUSI (S.M.), MUSA (B.), EL OWNI (E.E.). Association of some pathogenic bacteria with haemorrhagic enteritis in camels. Camel research paper. Camel Research Unit University of Khartoum, Sudan. 1986. Pp. 50-55 (No SRC 12)
6. IPATENKO (J.G.). Abstract. In : Infectious enterotoxaemia of camels. *Vet. Bull.*, 1974, **44** (4) : 1481.
7. KAADEN (O.R.), KLOPRIES (M.), WERNERY (U.), DROMMET (W.). Establishment and characterization of a camel skin cell line. In : ALLEN (W.R.), HIGGINS (A.J.), MAYHEW (I.G.), SNOW (D.H.), WADE (J.F.). First international camel conference Proceedings, Dubai, 1992. P. 402.
8. MOEBUU, AYUURZANA, DASHDAVA, IPATENKO (N.G.). Infectious enterotoxaemia of camels in Mongolia caused by *C. perfringens* type C. *Veterinariya, Moscow*, 1966, **43** (11) : 32-35.
9. NILO (L.), RUTH (E.), MOFFATT, AVERY (R.J.). Bovine enterotoxaemia. II. Experimental reproduction of the disease. *Can. Vet. J.*, 1963, **4** (11) : 288-298.
10. SEIFERT (H.S.H.). Hygiene management on extensive and intensive cattle units in the tropics. *Anim. Res. Dev.*, 1978, **7** (4) : 49-102.
11. SEIFERT (H.S.H.). Tropentierhygiene. Jena, Verlag Gustav Fischer. 1992.
12. SINKOVICS (G.). Quantitative changes of Clostridia in the intestine of early weaned pigs diseased in Coli-enterotoxaemia. *Acta Vet. Hung.*, 1972, **22** (2) : 133-139.
13. UNGAR-WARON (H.), ELIAS (E.), GLUCKMAN (A.), TRAININ (Z.). Dromedary IgG : purification, characterization and quantitation in sera of dams and newborns. *Isr. J. Vet. Med.*, 1987, **43** (3) : 198-203.
14. WERNERY (U.), SEIFERT (H.S.H.), BILLAH (A.M.), ALI (M.). Predisposing factors in enterotoxemias of camels (*Camelus dromedarius*) caused by *Clostridium perfringens* type A. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (2) : 147-152.

Communications

Susceptibility to antibiotics of *Escherichia coli* strains isolated from diarrhoeic and non-diarrhoeic livestock in Trinidad

A.A. Adesiyun¹

J.S. Kaminjolo¹

ADESIYUN (A.A.), KAMINJOLO (J.S.). Sensibilité aux antibiotiques de souches d'*Escherichia coli* isolées de bétail atteint ou non de diarrhée à l'île de la Trinité. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 260-262

La sensibilité de souches d'*Escherichia coli* provenant de veaux, porcelets, agneaux et chevreaux a été testée par rapport à sept antibiotiques. Au total, 264 souches sur 289 (91,3 p. 100) isolées chez des animaux diarrhéiques et 173 souches sur 198 (87,4 p. 100) provenant d'animaux non diarrhéiques ont montré une résistance vis-à-vis d'un ou de plusieurs antibiotiques. La différence n'est pas significative ($P \geq 0,05$; X^2). Indépendamment de l'état de santé, les isolats d'agneaux sont moins résistants (75,0 p. 100) et ceux de porcelets plus résistants (96,7 p. 100) avec une différence significative ($P \leq 0,001$; X^2). Les souches d'*E. coli* sont plus résistantes à la streptomycine (81,3 p. 100) et à la tétracycline (78,9 p. 100) et moins résistantes au chloramphénicol (4,3 p. 100) et à la gentamycine (4,7 p. 100). En outre, quelle que soit l'origine des isolats, le profil de résistance prédominant est vis-à-vis de la streptomycine-tétracycline (27,9 p. 100). Il est conclu que la résistance très marquée aux antibiotiques reflète leur utilisation excessive dans le milieu local. *Mots clés* : Bovin - Porcin - Ovin - Caprin - Diarrhée - *Escherichia coli* - Résistance aux produits chimiques - Antibiotique - Antibiogramme - Ile de la Trinité - Antilles.

Introduction

Escherichia coli beside being a normal inhabitant of the intestinal tract, is associated with a variety of pathologic conditions including gastroenteritis in man and animals (14).

Indiscriminate use of antimicrobial agents has resulted in the development of resistance among *E. coli* strains (13, 16), with therapeutic and public health implications. Similarly, humans have been infected through exposure to multi-resistant *E. coli* from animals and meat (3, 12, 18).

Unlike in some developed countries where the use of antibiotics as growth promoters has been banned (13), in Trinidad and Tobago, antimicrobial agents are still used at subtherapeutic levels as growth promoters. The present study therefore determined the prevalence of antibiotic resistant strains of *E. coli* in diarrhoeic livestock in Trinidad.

Materials and Methods

Sources of *E. coli* strains

In a comprehensive study aimed at determining the bacterial, parasitic and viral pathogens associated with diarrhoeic and non-diarrhoeic livestock (calves, piglets, lambs

and kids) in Trinidad, faecal samples or rectal swabs were taken from the experimental animals. Details of the sampling protocol employed in the study have been earlier described (1).

Isolation and identification of *E. coli*

Rectal swabs or faecal matters were plated for isolation on eosin methylene blue (EMB) agar and incubated for 24 to 48 h at 37 °C. Colonies with a characteristic metallic sheen appearance on EMB were picked and stained according to Gram's method. Isolates that were Gram-negative rods were further subjected to biochemical tests using standard methods (4).

Determination of *E. coli* antibiograms

The disc diffusion method of BAUER *et al* (2) was used to determine the antibiograms of the *E. coli* strains. The antibiotic discs (Difco) and concentrations used were as follows : ampicillin (10 mcg), chloramphenicol (30 mcg), gentamycin (10 mcg), kanamycin (30 mcg), neomycin (30 mcg), streptomycin (10 mcg) and tetracycline (30 mcg). The resistance and sensitive status of strains were determined according to inhibitory zone sizes and disc manufacturer recommendations.

The choice of antibiotics was based on their current use and availability in Trinidad.

Results

The prevalence of resistance to antibiotics of *E. coli* strains isolated from diarrhoeic and non-diarrhoeic livestock is shown in table I. A total of 487 strains of *E. coli* were tested and 437 (89.7 %) strains exhibited resistance to one or more of the tested antibiotics. Resistance was very high in isolates from piglets, 177 (96.7 %) of 183 isolates ($P \leq 0.001$; X^2) and calf strains, 196 (88.3 %) of 222 isolates ($P \leq 0.05$; X^2), being significantly different from the rate of occurrence of resistance in strains isolated from lambs, 51 (75.0 %) of 68 isolates. Thirteen *E. coli* strains (92.9 %) out of 14 isolated from kids were resistant. For all species, the differences in the prevalence of resistance in *E. coli* strains isolated from diarrhoeic and non-diarrhoeic controls were not statistically significant ($P \geq 0.05$; X^2). For diarrhoeic animals, the prevalence of resistance of *E. coli* strains was significantly higher in piglets, 97.3 % ($P \leq 0.001$; X^2) and calves, 91.4 % ($P \leq 0.01$; X^2) than that detected for strains isolated from diarrhoeic lambs. Similarly, animal management system had no effect on prevalence of resistant *E. coli*.

Resistance to streptomycin and tetracycline was prevalent among isolates of *E. coli* from all sources, *i.e.* 396 (81.3 %) and 384 (78.9 %), respectively of 487 isolates (table II). Regardless of the source, the resistance was less marked for chloramphenicol (4.3 %) and gentamycin (4.7 %). Resistance to kanamycin, neomycin and ampicillin was found in 184 (37.8 %), 178 (36.6 %) and 123 (25.3 %) isolates, respectively.

1. School of Veterinary Medicine, Faculty of Medical Sciences, the University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad, Trinité et Tobago.

Reçu le 15.5.1992, accepté le 18.9.1992.

TABLE I Resistance of *E. coli* strains from animal sources to antibiotics tested.

Specie	No. tested	Occurrence of resistance* among <i>E. coli</i> strains isolated from animals				Total No. (%) resistant
		Diarrhoeic		Non-diarrhoeic		
		No. tested	No. (%) resistant	No. tested	No. (%) resistant	
Calves	222	128	117 (91.4)	94	79 (84.0)	196 (88.3)
Piglets	183	113	110 (97.3)	70	67 (95.7)	177 (96.7)
Lambs	68	41	30 (73.2)	27	21 (77.8)	51 (75.0)
Kids	14	7	7 (100.0)	7	6 (85.7)	13 (92.9)
Total	487	289	264 (91.3)	198	173 (87.4)	437 (89.7)

* Résistant to one or more of the seven antibiotics tested.

TABLE II Distribution of antimicrobial resistance by *E. coli* strains isolated from four animal species.

Antibiotic	Concentration (mcg)	Calves	Piglets	Lambs	Kids	All sources
Streptomycin	10	186 (83.8)	158 (86.3)	41 (60.3)	11 (78.6)	396 (81.3)
Tetracycline	30	171 (77.7)	168 (91.8)	35 (51.5)	10 (71.4)	384 (78.9)
Kanamycin	30	81 (36.5)	74 (40.4)	22 (32.4)	7 (50.0)	184 (37.8)
Neomycin	30	74 (33.3)	80 (43.7)	18 (26.5)	6 (42.9)	178 (36.6)
Ampicillin	10	58 (26.1)	54 (29.5)	10 (14.7)	1 (7.1)	123 (25.3)
Gentamycin	10	7 (3.2)	11 (6.0)	5 (7.4)	0 (0.0)	23 (4.7)
Chloramphenicol	30	8 (3.6)	11 (6.0)	2 (2.9)	0 (0.0)	21 (4.3)
Total number of strains tested		222	183	68	14	487

() %.

TABLE III Predominant antimicrobial resistance patterns of 487 strains of *E. coli* isolated from various animals.

Resistance pattern*	Number of strains (%)
S-Te**	136 (27.9)
A-K-N-S-Te	76 (15.6)
K-N-S-Te	52 (10.7)
Te	25 (5.1)
A-S-Te	19 (3.9)
N-S-Te	10 (2.1)
S	10 (2.1)
A-N-S-Te	4 (0.8)
A-C-G-K-N-S-Te	4 (0.8)
G-K-N-S-Te	3 (0.6)
A-C-K-N-S-Te	3 (0.6)
None of the above***	27 (5.5)
Sensitive to all antibiotics	50 (10.3)

* Overall, 38 antimicrobial resistance patterns were observed.

** S, streptomycin ; Te, tetracycline ; A, ampicillin ; K, kanamycin ; N, neomycin ; C, chloramphenicol ; and G, gentamycin.

*** Each of the other 27 patterns not shown had only one isolate with exception of K-S-Te and A-G-K-S-Te with two isolates each.

The predominant antibiotic resistance patterns of the 487 *E. coli* strains tested are shown in table III. The prevalent patterns were streptomycin-tetracycline (27.9 %), ampicillin-kanamycin-neomycin-streptomycin-tetracycline (15.6 %) and kanamycin-neomycin-streptomycin-tetracy-

cline (10.7 %), regardless of animal source of *E. coli* strains. Resistance to tetracycline was the most prevalent among the various patterns. A total of 38 resistance patterns were observed.

Discussion

It was of therapeutic significance that almost 90 % of all tested *E. coli* strains were resistant to one or more antibiotics. Also of importance was the finding that a high proportion of the isolates were multi-resistant. This is because in Trinidad, all the antibiotics tested, with a possible exception of chloramphenicol and gentamycin, are currently used in different preparations in the livestock industry. The therapeutic implications of the findings should therefore be strongly emphasized.

It was hardly a surprise that strains of *E. coli* isolated from piglets and calves were the most resistant while strains from lambs exhibited the lowest resistance to antibiotics. This was because it has been reported that antibiotic resistant strains of *E. coli* are regularly excreted by calves (7) and pigs (11) while they are rarely excreted by sheep (9) and adult cattle (8). The fact that in this study as many as 75 % of the isolates from sheep (lambs) were resistant therefore highlights the rather high prevalence of resistance to antibiotics among *E. coli* strains of animal origin in Trinidad.

Communications

It was of interest to observe that regardless of animal species, the prevalence of resistance to antibiotics was similar for strains isolated from diarrhoeic and non-diarrhoeic animals. This finding may be partly explained by the fact that the pathogenicity of the *E. coli* strains was not determined for establishing their aetiological significance.

In all animal species, resistance to streptomycin and tetracycline was clearly predominant. The prevalence of resistance to streptomycin and tetracycline found here was much higher but still comparable than that reported elsewhere (5, 6). The relative sensitivities of isolates to chloramphenicol, gentamycin, ampicillin and kanamycin are in agreement with earlier reports (6, 17). The rather low prevalence of resistance to chloramphenicol and gentamycin by the strains appeared to result from the very uncommon use of these antibiotics in veterinary practice in the country. Development of resistance of *E. coli* to tetracycline has earlier been reported as a problem worldwide due to its use as a growth promoter in animals and a ban of its use in animals in Britain in 1971 has led to a reduction of the prevalence of resistance among isolates (13). Studies have also established that at subtherapeutic level tetracycline acts as a selector of an already established resistance (7, 10). That isolates from piglets had the highest prevalence of resistance to tetracycline compared to isolates from calves, lambs and kids where resistance to streptomycin was highest, was therefore not unexpected. The on-going widespread practice in Trinidad of oral administration of chlortetracycline preparations to pigs as growth promoters may be responsible for this. This should be a source of concern to the authorities because it has economic, clinical and public health implications (15).

The zoonotic significance of the findings in this study is that people in contact with the young livestock sampled here are at a risk of exposure to resistant strains of *E. coli* which may also be pathogenic for man. OYENIYI (12) earlier established the occurrence of such a spread among people working with poultry.

Conclusion

It is evident that the rather high prevalence of resistance to antibiotics among strains of *E. coli* isolated from livestock in Trinidad should be of public health concern. It is therefore imperative that efforts should be made to control the use of antibiotics in the livestock industry particularly their use as growth promoters or at subtherapeutic levels. It is only when such an action is taken that chemotherapy in veterinary practice in Trinidad will be more cost-effective and the risk of humans associated with livestock being exposed to resistant *E. coli* reduced.

Acknowledgements

The University of the West Indies, Saint-Augustine Campus Research Fund Committee is greatly acknowledged for funding the project. The assistance of Drs R. LOREGNARD, S. JOHNSON of the Quarantine station and other field veterinarians is appreciated. We thank Mrs Aweeda NEWAJ-FYZUL for her technical assistance and Mrs Lu-Ann JOSEPH for typing the manuscript.

ADESIYUN (A.A.), KAMINJOLO (J.S.), Susceptibility to antibiotics of *Escherichia coli* strains isolated from diarrhoeic and non-diarrhoeic livestock in Trinidad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 260-262

The sensitivity of strains of *Escherichia coli* isolated from calves, piglets, lambs and kids in Trinidad to seven antibiotics was determined. Two hundred and sixty-four (91.3 %) of 289 strains isolated from diarrhoeic animals and 173 (87.4 %) of 198 strains from non-diarrhoeic animals exhibited resistance to one or more antibiotics. The difference was not statistically significant ($P \geq 0.05$; X^2). Regardless of health status, isolates from lambs were least resistant (75.0 %) and those from piglets most resistant (96.7 %) and the difference was significant ($P \leq 0.001$; X^2). Strains of *E. coli* were most resistant to streptomycin (81.3 %) and tetracycline (78.9 %) and least resistant to chloramphenicol (4.3 %) and gentamycin (4.7 %). The predominant antibiotic resistance pattern for isolates from all sources was streptomycin-tetracycline (27.9 %). It was concluded that the widespread prevalence of resistance to antibiotics reflects their misuse in the local environment. *Key words* : Cattle - Pig - Sheep - Goat - Diarrhoea - *Escherichia coli* - Chemical resistance - Antibiotics - Antibiogram - Trinidad - West Indies.

References

1. ADESIYUN (A.A.), KAMINJOLO (J.S.), LOREGNARD (R.), KITSONPIGGOTT (W.). Campylobacter infections in calves, piglets, lambs and kids in Trinidad. *Br. Vet. J.*, 1992, **148** : 547-556.
2. BAUER (A.W.), KIRBY (W.M.M.), SHERRIS (J.C.), TURCK (M.). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *Am. J. Clin. Path.*, 1966, **45** : 493-496.
3. BENSINK (J.C.), BOTHMANN (F.P.). Antibiotic-resistant *Escherichia coli* isolated from chilled meat at retail outlets. *New Zealand Vet. J.*, 1991, **39** : 126-128.
4. COWAN (S.T.), STELL (K.F.). Manual for identification of medical bacteria. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1974. 238 p.
5. FARRIS (A.S.), WIERUP (M.), JACOBSSON (S.O.). Antibiotic resistance and transferable antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from calves on a modern farm with therapeutic problems and unsatisfactory management conditions. *Nordisk Veterinaarmed.*, 1979, **31** : 20-24.
6. GOYETTE (G.), HUGGINS (R.). Drug sensitivity of *Escherichia coli* isolates from piglets and calves with neonatal diarrhoea. *Med. Vet. Quebec*, 1987, **17** : 36.
7. HOWE (K.), LINTON (A.H.). The distribution of O-antigen types of *Escherichia coli* in normal calves, compared with man, and their R-plasmid carriage. *J. Appl. Bacteriol.*, 1976, **40** : 317-330.
8. HOWE (K.), LINTON (A.H.), OSBORNE (A.D.). A longitudinal study of *Escherichia coli* in cows and calves with special reference to distribution of O-antigen types and antibiotic resistance. *J. Appl. Bacteriol.*, 1976, **40** : 331-340.
9. LINTON (A.H.). Antibiotic and antibiosis in agriculture. In : Proceedings of the University of Nottingham School of Agriculture, 1977.
10. LINTON (A.H.), HOWE (K.), OSBORNE (A.D.). The effects of feeding tetracycline, nitrovin and quindoxin on the drug-resistance of coliform bacteria from calves and pigs. *J. Appl. Bacteriol.*, 1975, **38** : 255-275.
11. LINTON (A.H.), HANDLEY (B.), OSBORNE (A.D.), SHAW (B.G.), ROBERTS (T.A.), HUDSON (W.R.). Contamination of pig carcasses at two abattoirs with special reference to O-serotypes and antibiotic resistance. *J. Appl. Bacteriol.*, 1977, **42** : 89-110.
12. OYENIYI (A.A.). Direct transmission of *Escherichia coli* from poultry to humans. *Epid. Infect.*, 1989, **103** : 512-522.
13. SMITH (H.W.). Persistence of tetracycline resistance in pig *E. coli*. *Nature*, 1975, **258** : 628-631.
14. SOJKA (W.J.). Enteric diseases in newborn piglets, calves and lambs due to *Escherichia coli*. *Vet. Bull.*, 1971, **41** : 509-522.
15. WALTON (J.R.). The public health implications of drug resistance bacteria in farm animals. *Annls N.Y. Acad. Sci.*, 1971, **182** : 358-361.
16. WASHINGTON (J.A.). The effects and significance of subminimal inhibitory concentrations of antibiotics. *Rev. Inf. Dis.*, 1979, **1** : 781-786.
17. WIERUP (M.). Antibiotic resistance and transferable antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from Swedish calves 5 and 30 days old. *Nordisk Veterinaarmed.*, 1975, **27** : 77-84.
18. WILLIAM-SMITH (H.). Transfer of antibiotic resistance from animal and human strains of *Escherichia coli* to resident *E. coli* in the alimentary tract of man. *Lancet*, 1969, **1** : 1174-1176.

An outbreak of listeriosis in cattle in Nigeria

S.O. Akpavie¹

J.O. Ikheola²

AKPAVIE (S.O.), IKHELOA (J.O.). Epidémie de listériose observée chez des bovins au Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 263-264

Une épidémie de listériose, accompagnée de mortalité, d'avortements, de signes d'atteinte du système nerveux et de mortalité a été observée dans un troupeau de bovins. L'histopathologie n'a pas révélé de micro-abcès cérébraux typiques, mais l'existence d'une méningite purulente très importante. L'examen bactériologique a permis d'isoler *Listeria monocytogenes* en culture. *Mots clés* : Bovin - Listériose - *Listeria monocytogenes* - Avortement - Méningite - Nigeria.

Introduction

Listeriosis is a disease of ruminants in which the clinical features include encephalitis, septicaemia and abortion (6). The disease is of importance in temperate countries but rare in the tropics and subtropical regions, although it has been reported from Africa (2). The encephalitic and genital forms rarely occur together in the same animal or even in the same flock of sheep (3), and both the visceral and central nervous system may be involved more frequently.

The common feature of listerial encephalitis is circling although there may be unilateral facial paralysis (4). The disease is more acute in calves and sheep than in adult cattle with death occurring within 3-4 days (1). This paper reports an outbreak of listeriosis in which abortion, encephalitis and death were recorded in adult cattle while death and encephalitis were seen in calves.

History

The farm located in the derived Savannah zone of Oyo State in the south-western part of Nigeria is made up of 391 Ndama cattle (calves inclusive) and was established in 1983 with animals imported from Gambia. All animals are routinely treated with diminazene aceturate against trypanosome and babesia infections twice a year and vaccinated against black quarter, anthrax, haemorrhagic septicaemia, brucellosis, contagious bovine pleuropneumonia and rinderpest. Animals are taken out to graze uncultivated pasture during the day and brought back to paddock at sunset. They are given salt lick, dried brewers grain, and water is provided from a small dam within the farm. New imports added to the original flock in 1989 were also treated and vaccinated routinely. Records of calvings, deaths and transfers are kept on the farm.

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

2. Department of Veterinary Microbiology and Parasitology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Reçu le 16.9.1992, accepté le 9.2.1993.

Clinical signs

Within nine months after the introduction of the new batch of animals, 26 calves between the age of 1-6 months and nine adults were reported to have died. Before death, the adult animals were observed to show pyrexia (41.5 °C), anorexia, dullness and nervous signs of circling. Some of the deaths in adults occurred suddenly or overnight. The calves were aggressive, circled and were ataxic. Some of the deaths in calves occurred after animals had been off-feed for a few days.

Gross pathology

One calf and one cow were examined post-mortem. In both cases the carcasses were fresh but very markedly dehydrated and lean. The lungs were congested, liver moderately yellow and the abomasum empty. Pericardial and peritoneal fats were absent and the intestinal contents watery.

Histopathology and Bacteriology

Tissues obtained from the brain and spinal cord were processed routinely for histopathology and stained with haematoxylin and eosin. Portions of the brain and spinal cord were also examined bacteriologically. Tissues were cultured by direct inoculation onto blood agar plates and incubated both aerobically and microaerobically at 37 °C for 24 h. No haemolysis was seen on human blood agar. The colonies and biochemical characteristics of the organism were as described by MAVROTHALASSITIS (5). Lesions observed in the brain were characterized by very marked purulent meningitis (photo 1). Pure cultures of *Listeria monocytogenes* (serotype 4b) were isolated from the brain and spinal cord. The aborted or still birth foetuses were not available for postmortem examination.

Discussion and Conclusion

A review of the literature indicates that although listeriosis is a common disease in ruminants, it is more currently encountered in the temperate countries than in the tropics where it occurs sporadically (2). In the case reported here, a total of 35 animals (calves and adults) were lost and four abortions/still births were observed. This constitutes a large economic loss to the owner of the farm apart from the other financial commitments in disease treatment and control.

Both calves and adults showed clinical signs of circling, ataxia and pyrexia as described by YOUSIF *et al* (7) and BLOOD and RADOSTIS (1). On histopathology however, although micro-abscesses usually associated with *Listeria* encephalitis (6) were not observed, a marked purulent meningitis, also associated with listeria infection was seen. Although the clinical picture of the infection could be suggestive of heart water, no clusters of *Cowdria ruminantium* were seen in brain smears or sections. The association between the lesions and listeria infection was confirmed on the identification of *Listeria monocytogenes* from the two carcasses examined post-mortem. Again,

Communication



Photo 1 : Calf brain showing purulent meningitis (H & E x 750).

when cotrimozazole to which the organism was sensitive was used to treat the rest of the herd which did not show nervous signs of listeria infection, deaths were no longer recorded on the farm. The source of infection was not known although it is possible that the organism was introduced into the flock by the recently introduced animals.

The authors are not aware of any other reported cases of listeria infection in ruminants in Nigeria. We therefore suggest that cases of nervous signs especially circling should be properly investigated to confirm the aetiological agent.

Acknowledgements

We are grateful to Dr R. ALLI of the National Livestock Projects Division, Kaduna, who invited us to investigate the case and to Mr Pius IKPUKPU and Mrs Veronica AKPOKODJE for typing the manuscript.

AKPAVIE (S.O.), IKHELOA (J.O.). An outbreak of listeriosis in cattle in Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 263-264

An outbreak of listeriosis in a herd of cattle associated with still birth, abortion, nervous signs and death is reported. Typical micro abscesses in the brain were not observed on histopathology but a marked purulent meningitis was seen and *Listeria monocytogenes* was isolated on culture. *Key words* : Cattle - Listeriosis - *Listeria monocytogenes* - Abortion - Meningitis - Nigeria.

References

1. BLOOD (D.C.), RADOSTIS (O.M.). Veterinary medicine. London, Baillière et Tindall, 1990.
2. HOHNE (K.), LOOSE (B.), SEELIGER (H.R.P.). Problems in listeriosis. Leicester, Leicester University Press, 1975.
3. LADDS (P.W.), DENNIS (S.M.), NJOKU (C.C.). Pathology of listeric infection in domestic animals. *Vet. Bull.*, 1974, **44** : 67-74.
4. LOW (C.), LINKLATER (K.). Listeriosis in sheep. *In practice*, 1985 : 66-67.
5. MAVROTHALASSITIS (P.A.). A method for rapid isolation of *Listeria monocytogenes* from infected materials. *J. Appl. Bact.*, 1977, **43** : 47-52.
6. THOMSON (R.G.). Special veterinary pathology. Toronto, B.C. DECKER Inc., 1988.
7. YOUSIF (Y.A.), JOSHI (P.), ALI (H.A.). Ovine and caprine listeric encephalitis in Iraq. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1984, **16** : 27-28.

A.B. Kanwe¹Z. Bengaly¹D. Saulnier¹G. Duvallet¹

Évaluation du test de détection des antigènes circulants de trypanosomes à l'aide d'anticorps monoclonaux. Infections expérimentales et naturelles

KANWE (A.B.), BENGALY (Z.), SAULNIER (D.), DUVALLET (G.). Évaluation du test de détection des antigènes circulants des trypanosomes à l'aide d'anticorps monoclonaux. Infections expérimentales et naturelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 265-271

Un test ELISA de détection des antigènes circulants pour le diagnostic des trypanosomoses animales a été proposé récemment par NANTULYA et LINDQVIST (1989). Basé sur l'utilisation d'anticorps monoclonaux spécifiques, ce test est réputé permettre le diagnostic d'une infection active et l'identification du ou des trypanosomes responsables. Avec les réactifs fournis gracieusement par l'International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD), on a pu l'évaluer au CRTA, lors d'infections expérimentales de petits ruminants et sur des sérums de bovins prélevés sur le terrain. De plus, sur 40 sérums de bovins prélevés en France et testés, les densités optiques (DO) de 0,007 à 0,009 ont été obtenues en utilisant les 3 anticorps monoclonaux anti-*T. congolense*, anti-*T. vivax* et anti-*T. brucei*. Ces DO sont bien inférieures à la valeur 0,050 retenue comme seuil de positivité par l'ILRAD. Lors des infections expérimentales de petits ruminants, la sensibilité du test a été de 63,2 p. 100 pour les animaux infectés à *T. congolense* et de 9,9 p. 100 seulement pour les animaux infectés par *T. vivax*. La sensibilité des tests parasitologiques était respectivement de 55,1 et 48,6 p. 100. La combinaison des deux tests a permis de porter la sensibilité à respectivement 82,4 et 52,8 p. 100. Concernant les sérums de bovins découverts infectés sur le terrain, les moyennes des DO observées étaient, en réaction homologue, de $0,116 \pm 0,030$ pour *T. congolense* et $0,011 \pm 0,028$ pour *T. vivax*. Parmi les 20 sérums d'animaux infectés à *T. congolense*, 16 ont donné une DO supérieure à 0,050 (sensibilité 80 p. 100) et parmi les 20 sérums d'animaux infectés à *T. vivax*, un seul a donné une DO supérieure à 0,050 (sensibilité 5 p. 100). La recherche d'une valeur seuil de DO inférieure à 0,050 fondée sur l'analyse de sérums pré-infection, ou sur l'étude d'animaux provenant de zones non infectées, permettrait d'augmenter la sensibilité du test. Il faut noter que ces résultats ont été obtenus pendant la phase d'infection aiguë des animaux, notamment pour les infections expérimentales. Or, les résultats obtenus à l'ILRAD montrent que ce test est beaucoup plus efficace pendant les phases chroniques aparasitémiqes. D'autres essais sont en cours au CRTA, notamment sur le terrain lors d'enquêtes épidémiologiques.

Mots clés : *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - *Trypanosoma brucei* - Trypanosomose - Diagnostic - Détection d'antigène circulant - Test ELISA - Anticorps monoclonal - Burkina Faso.

INTRODUCTION

Les trypanosomoses sont toujours une contrainte majeure pour l'élevage dans les zones humides et subhumides d'Afrique au sud du Sahara. Des recherches sont menées dans l'ensemble du continent pour améliorer le diagnostic et la lutte contre ces maladies. Les techniques

classiques de diagnostic parasitologique des trypanosomoses sont assez peu sensibles (7). Récemment, il a été montré que la technique de double micro-centrifugation (1) permettait de détecter des parasitémies inférieures à 10^2 parasites/ml pour *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* et *T. vivax* (8). Les méthodes séro-immunologiques, par ailleurs, en dosant les anticorps, permettent de détecter un contact antérieur avec le parasite mais ne permettent pas de distinguer une infection active d'une infection guérie spontanément ou traitée.

L'introduction récente du test de détection des antigènes circulants pallie ces difficultés : il signe une infection active (présence d'antigènes) et est spécifique par identification du ou des parasites en cause grâce à l'utilisation d'anticorps monoclonaux (5). Une fois les réactifs fournis, le test est simple à mettre en oeuvre. Grâce à ces avantages, ce test est appelé à devenir la référence pour le diagnostic et pour les enquêtes épidémiologiques.

Ce test a été évalué au Centre de recherches sur les trypanosomoses animales (CRTA) lors d'infections expérimentales ou à l'occasion d'enquêtes sur le terrain. Les réactifs (anticorps monoclonaux et conjugués) ont été gracieusement fournis par l'International Laboratory for Research on Animal Diseases" (ILRAD, Nairobi, Kenya).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les anticorps monoclonaux contre *T. brucei*, *T. congolense* et *T. vivax* et les conjugués correspondants ont été utilisés suivant le protocole fourni par l'ILRAD avec les réactifs.

Les sérums

Les sérums négatifs proviennent de bovins français et ont été fournis gracieusement par le Laboratoire national de pathologie bovine de Lyon.

Les sérums d'infections expérimentales proviennent de chèvres et de moutons infectés soit par *T. congolense* (stock Karankasso/83/CRTA/57), soit par *T. vivax* (stock Satiri/87/CRTA/134). Les animaux, traités au BérénilND à leur arrivée au laboratoire et mis en observation 1 à 2 mois avant expérimentation, ont été infectés mécaniquement à la seringue à raison de 10^6 trypanosomes par ani-

1. Centre de recherches sur les trypanosomoses animales (CRTA), 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Reçu le 11.8.1992, accepté le 5.2.1993.

A.B. Kanwe Z. Bengaly D. Saulnier G. Duvallet

mal. Ils ont été séparés en fonction de leur espèce (mouton ou chèvre), de leur race (Djallonké ou Sahélien) et de l'infection (*T. congolense*, *T. vivax*), soit 8 groupes différents. Les 4 groupes d'animaux Djallonké comprennent 6 individus chacun, et les 4 groupes d'animaux Sahélien comprennent 4 individus chacun. La parasitémie de ces animaux a été examinée tous les jours et exprimée suivant un système de score (4). Des échantillons de sang jugulaire ont été prélevés tous les 3 à 4 jours pour la sérologie. La période d'observation a duré 84 jours.

Les sérums d'infections naturelles proviennent de bovins prélevés à l'occasion d'un suivi sanitaire en pays Lobi (Burkina Faso). Il s'agit d'une zone à forte pression de glossines.

Tous les sérums ont été conservés congelés à - 20°C jusqu'au moment de leur utilisation. La réaction ELISA a été réalisée dans des plaques Dynatech MicrotiterND (lot Immulon M129B)* et la lecture faite avec un lecteur Titertek Multiskan PlusND* à la longueur d'onde 405 nm.

RÉSULTATS

Sérums prélevés en France

Quarante sérums de bovins, élevés hors de tout contact avec les glossines, ont été testés vis-à-vis des 3 anticorps monoclonaux. Les moyennes des densités optiques (DO) observées ont été : 0,007 ± 0,004, 0,009 ± 0,004 et 0,007 ± 0,003 pour *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei*, respectivement.

Sérums provenant d'infections expérimentales faites au CRTA

Les résultats sont regroupés dans les figures 1 et 2, correspondant aux 8 groupes. Pour chaque groupe, sont données les moyennes des DO observées et les moyennes des scores de parasitémie. Les parasitémies indiquées sur les figures sont celles qui ont été observées le jour du prélèvement pour détection des antigènes. Les animaux de race Sahélienne présentent des pics de parasitémie plus élevés que les animaux de race Djallonké considérés trypanotolérants ; ceci est particulièrement net lors des infections à *T. vivax*.

Les cinétiques d'antigènes circulants sont étudiées de manière homologue : les anticorps monoclonaux anti-*T. congolense* et anti-*T. vivax* ont été utilisés, respectivement, pour les infections correspondantes.

Lors des infections à *T. congolense* (fig. 1), les antigènes circulants sont aisément détectables avec des valeurs de DO supérieures à 0,050 (seuil de positivité indiqué par l'ILRAD). Dans le cas des moutons Sahélien (fig. 1c), la détection des antigènes circulants a précédé de 3 à 4 jours la détection des parasites ; dans les autres cas, la détection des antigènes était simultanée ou postérieure à celle des parasites. Pour les moutons Djallonké (fig. 1a), l'antigénémie était positive au jour 20 après l'infection, alors que la parasitémie était négative ; l'inverse a été observé au jour 43 pour les chèvres Sahélienne (fig. 1d). Pendant toute la durée d'observation, 55,1 p. 100 des déterminations de la parasitémie effectuées furent trouvées positives alors que 63,2 p. 100 des tests d'antigénémie le furent (tabl. I).

TABLEAU I Infections à *T. congolense* : comparaison des pourcentages de positivité obtenus par détection des parasites, des antigènes circulants et en combinant les deux tests.

	Moutons Djallonké	Chèvres Djallonké	Moutons Sahélien	Chèvres Sahélienne	Total
Parasitémies positives	50,20 p. 100 (492)	50,81 p. 100 (492)	66,77 p. 100 (316)	57,86 p. 100 (318)	55,12 p. 100 (1 618)
Antigénémies positives	44,21 p. 100 (95)	81,31 p. 100 (91)	79,03 p. 100 (62)	50,76 p. 100 (65)	63,25 p. 100 (313)
Tests combinés	70,52 p. 100 (95)	89,24 p. 100 (91)	87,09 p. 100 (62)	83,07 p. 100 (65)	82,42 p. 100 (313)

() : Nombre d'examen réalisés.

* Poly Labo, BP 36, 67023 Strasbourg cedex, France.

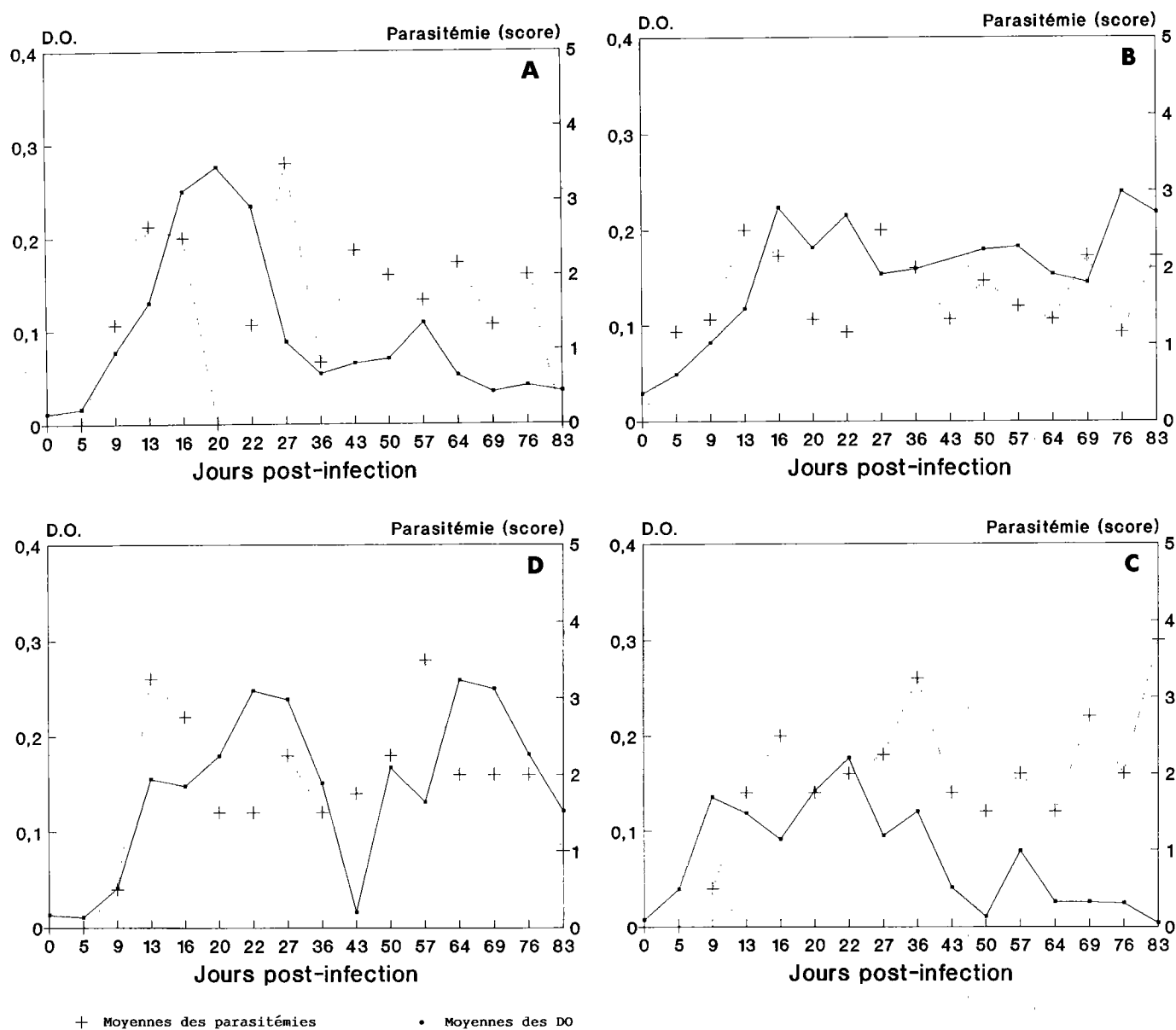


Figure 1 : Cinétique des antigènes circulants de *T. congolense*, en parallèle avec les parasitémies observées. a) moutons Djallonké (6 animaux) ; b) chèvres Djallonké (6) ; c) moutons Sahélien (4) ; d) chèvres Sahélienne (4).

Lors des infections à *T. vivax* (fig. 2), les antigènes circulants furent très difficiles à mettre en évidence. Dans seulement 9,9 p. 100 des cas observés, les DO obtenues furent supérieures à 0,050 alors que 48,6 p. 100 des parasitémies furent positives (tabl. II). A noter, pour les chèvres Sahélienne (fig. 2d), la mort de trois chèvres sur quatre au jour 63, ce qui montre leur grande sensibilité à ce type d'infection.

L'association des deux tests (positivité de la parasitémie ou de l'antigénémie) est indiquée dans les tableaux I et II.

Pour les infections à *T. congolense*, 82,4 p. 100 des tests réalisés sont alors positifs et 52,8 p. 100 pour les infections à *T. vivax*.

Sérums provenant d'infections naturelles

Parmi les milliers de sérums prélevés à l'occasion d'un suivi sanitaire en pays Lobi (Burkina Faso), 40 ont été choisis, correspondant à des animaux détectés parasitologiquement positifs sur le terrain : 20 à *T. congolense* et 20 à *T. vivax*. Les résultats obtenus avec le test de détection des antigènes circulants sont regroupés dans le tableau III.

A.B. Kanwe Z. Bengaly D. Saulnier G. Duvallet

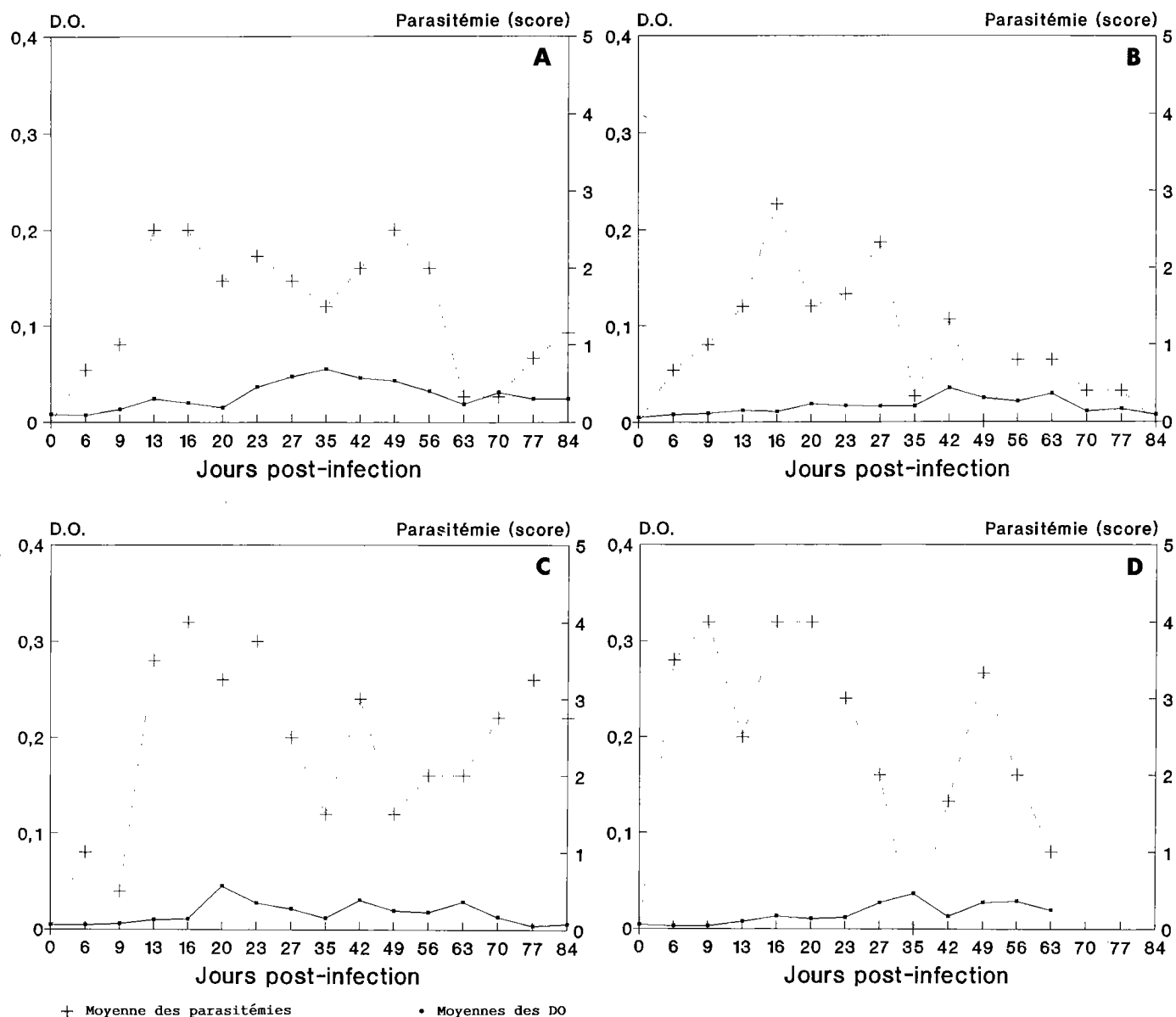


Figure 2 : Cinétique des antigènes circulants de *T. vivax*, en parallèle avec les parasitémies observées. a) moutons Djallonké (6 animaux) ; b) chèvres Djallonké (6) ; c) moutons Sahélien (4) ; d) chèvres Sahélienne (4).

TABLEAU II Infections à *T. vivax* : comparaison des pourcentages de positivité obtenus par détection des parasites, des antigènes circulants et en combinant les deux tests.

	Moutons Djallonké	Chèvres Djallonké	Moutons Sahélien	Chèvres Sahélienne	Total
Parasitémies positives	41,56 p. 100 (498)	29,45 p. 100 (455)	74,05 p. 100 (316)	66,52 p. 100 (233)	48,60 p. 100 (1 502)
Antigénémies positives	17,30 p. 100 (104)	5,31 p. 100 (94)	6,55 p. 100 (61)	7,14 p. 100 (42)	9,96 p. 100 (301)
Tests combinés	45,19 p. 100 (104)	35,10 p. 100 (94)	77,04 p. 100 (61)	76,19 p. 100 (42)	52,82 p. 100 (301)

() : Nombre d'examens réalisés.

TABLEAU III Infections naturelles : moyennes des densités optiques observées chez des bovins trouvés infectés à *T. congolense* ou *T. vivax* sur le terrain.

Anticorps monoclonaux utilisés	Densité optique moyenne	
	Bovins infectés à <i>T. congolense</i> (20)	Bovins infectés à <i>T. vivax</i> (20)
Anti- <i>T. congolense</i>	0,116 ± 0,03	0,050 ± 0,030
Anti- <i>T. vivax</i>	0,032 ± 0,017	0,011 ± 0,028
Anti- <i>T. brucei</i>	0,113 ± 0,085	0,057 ± 0,035

() : Nombre de sérums testés.

La moyenne des DO des sérums des animaux parasités par *T. congolense* était de 0,116 ± 0,030 avec le monoclonal anti-*T. congolense*, de 0,032 ± 0,017 avec le monoclonal anti-*T. vivax* et de 0,113 ± 0,085 avec le monoclonal anti-*T. brucei*.

Pour les animaux parasités par *T. vivax*, la moyenne des DO était de 0,050 ± 0,030 avec le monoclonal anti-*T. congolense*, de 0,011 ± 0,028 avec le monoclonal anti-*T. vivax* et de 0,057 ± 0,035 avec le monoclonal anti-*T. brucei*.

Parmi les 20 sérums infectés à *T. congolense*, 16 ont donné une DO supérieure à 0,050 en réaction homologue. Parmi les sérums infectés à *T. vivax*, un seul sur 20 a donné une DO supérieure à 0,050 en réaction homologue.

DISCUSSION

Les sérums prélevés sur des bovins en France étaient négatifs lors de la détection des antigènes circulants par ELISA. Les DO observées (0,007 à 0,009) étaient très inférieures au seuil recommandé par l'ILRAD pour la positivité (0,050).

Les résultats provenant de chèvres et de moutons infectés expérimentalement par *T. congolense* ou *T. vivax* présentent une variabilité inattendue. Si l'on retient comme sensibilité du test le nombre de vrais positifs sur la somme des vrais positifs et des faux négatifs (2), la détection des antigènes circulants par ELISA a une sensibilité de 63,2 p. 100 pour les animaux infectés par *T. congolense* et de 9,9 p. 100 seulement pour les animaux infectés par *T. vivax*.

MASAKE et NANTULYA (2) ont étudié la sensibilité du test lors d'infections expérimentales de chèvres et de bovins à *T. congolense*. Ils ont obtenu des sensibilités de 94,3 p. 100 chez les chèvres et de 82,5 p. 100 chez les bovins mais leur période d'observation était beaucoup plus longue : 3 ans pour les chèvres et 2 ans pour les bovins. Notre période d'observation fut de 84 jours seulement, correspondant à la première moitié de la phase

parasitémique de leurs chèvres. Or, les résultats de ces auteurs montrent clairement que l'intérêt du test se situe au niveau de la longue phase aparasitémique : plus de 130 semaines sans parasite détectable mais avec une antigénémie positive. C'est au cours de la phase aiguë de l'infection qu'ils ont observé le plus de faux négatifs. Ils ont d'autre part réalisé des prélèvements mensuels chez les chèvres, alors que l'on a fait des prélèvements quotidiens pour la parasitémie et bihebdomadaires pour l'antigénémie. Nos résultats montrent l'intérêt de l'association des deux tests pendant la phase de parasitémie aiguë. Pour les infections à *T. congolense*, la sensibilité de la détection passe en effet à 82,4 p. 100.

Les résultats des infections expérimentales à *T. vivax* montrent une très faible détection des antigènes circulants. Sur 301 tests réalisés, seuls 9,9 p. 100 ont donné une DO supérieure à 0,050. Cependant, les animaux ont montré une parasitémie importante pendant toute la durée d'observation : 48,6 p. 100 des 1 502 examens parasitologiques étaient positifs. Un résultat similaire se retrouve avec les sérums de bovins naturellement infectés. La moyenne des DO des 20 sérums provenant d'animaux découverts infectés à *T. vivax* sur le terrain était de 0,011, équivalente à celle des sérums d'animaux sains.

Il semble que l'anticorps monoclonal anti-*T. vivax* ne reconnaisse pas, ici, les antigènes des animaux infectés, naturellement ou expérimentalement, à *T. vivax*. Ou bien on peut supposer que les réactifs étaient périmés ou que les animaux n'avaient pas d'antigènes circulants.

Des résultats positifs ont pourtant été obtenus avec cet anticorps monoclonal à l'ILRAD avec des bovins infectés expérimentalement par un stock de *T. vivax* originaire du Nigeria (5). NANTULYA *et al* (6) avaient également montré que cet anticorps monoclonal, préparé par immunisation des souris avec un clone dérivé d'un stock du Nigeria, réagissait avec des stocks du Kenya et d'Ouganda.

Pour tester si les réactifs étaient encore efficaces, on a analysé un grand nombre de sérums de la sérothèque et certains donnaient des valeurs de DO élevées avec l'anticorps monoclonal anti-*T. vivax* (résultats non présentés). Ces sérums provenaient d'animaux prélevés en zone d'infection mais ne présentant pas de parasites au moment du prélèvement ; certains de ces animaux avaient été traités très récemment. NANTULYA et LINDQVIST (5) ont en effet montré la persistance des antigènes circulants dans la circulation, au moins deux semaines après le traitement. D'autre part, la conservation des sérums au congélateur à - 20°C, pendant une période inférieure à un an comme dans cette expérimentation, ne dégrade pas les antigènes. Ceci est montré par les résultats obtenus avec les infections à *T. congolense* et par d'autres résultats obtenus avec des sérums conservés ainsi plus de trois ans.

Il semble donc, en particulier pour *T. vivax*, que le test de détection des antigènes circulants ne donne que des résultats faiblement positifs pendant la période de parasitémie aiguë. Ceci confirmerait son intérêt pendant les

périodes aparasitiques et l'intérêt d'associer cette détection à la recherche des parasites pour une bonne sensibilité.

Il est nécessaire de remarquer que la valeur élevée de DO de 0,050 avaient été retenue par l'ILRAD comme seuil de positivité pour diminuer le nombre de faux positifs. Cette valeur correspond aussi au seuil de visibilité à l'oeil nu. Pour les infections à *T. vivax*, il serait plus réaliste de définir une valeur plus faible, soit à partir des sérums de préinfection, soit à partir d'une population animale locale élevée dans une zone non infestée. Mais, dans ce cas, le test n'est plus lisible à l'oeil nu et nécessite un lecteur ELISA.

Des évaluations complémentaires sont encore nécessaires sur le terrain dans différentes conditions et le traitement des sérums pour "casser" les immun-complexes pourrait aussi augmenter la sensibilité du test (3).

CONCLUSION

Le test de détection des antigènes circulants à l'aide d'anticorps monoclonaux anti-*T. congolense*, anti-*T. vivax* et anti-*T. brucei* a été évalué au CRTA dans des condi-

KANWE (A.B.), BENGALY (Z.), SAULNIER (D.), DUVALLET (G.). Evaluation of the antigen detection test for the diagnosis of trypanosomes using monoclonal antibodies. Experimental and natural infections. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 265-271

An antigen detection ELISA for the diagnosis of trypanosomes was recently proposed by NANTULYA and LINDQVIST (1989). Based on species-specific monoclonal antibodies, this test could be used to diagnose a current infection and to identify the causing trypanosomes. The test was evaluated at CRTA during experimental infections in small ruminants and with sera from naturally infected cattle, thanks to reagents supplied by the International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD). Sera from cattle sampled in France were also tested. Cattle sera from France gave optical densities (OD) from 0.007 to 0.009 with three monoclonal antibodies against *T. congolense*, *T. vivax* and *T. brucei*. These OD values were well below 0.050, which is considered as a positive threshold OD reading. In the small ruminant experimental infections, the sensitivity of the test was 63.2 % for *T. congolense*-infected animals and 9.9 % for *T. vivax*-infected animals. The sensitivity of parasitological tests was 55.1 and 48.6 %, respectively. The combination of the antigen- and parasite-detection tests increased the sensitivity to 82.4 and 52.8 %, respectively. Means of OD values, with the naturally infected cattle sera, were 0.116 ± 0.030 for *T. congolense*, and 0.011 ± 0.028 for *T. vivax*-infected animals. Sixteen out of 20 *T. congolense*-infected sera (sensitivity of 80 %) and one out of 20 *T. vivax*-infected sera (sensitivity of 5 %) gave an OD value exceeding 0.050. The determination of a threshold OD reading lower than 0.050 would greatly improve the sensitivity of the test. This determination could either be done by studying the preinfection sera or a local population of animals living in an area free from trypanosomosis. Our results have been obtained during the acute phase of infection. Results from ILRAD show that this test is much more reliable during the aparasitaemic chronic phase. Other evaluations for epidemiological surveys in the field are being carried out at CRTA. **Key words :** *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - *Trypanosoma brucei* - Trypanosomosis - Diagnosis - Antigen detection test - ELISA test - Monoclonal antibodies - Burkina Faso.

tions d'infections expérimentales chez des petits ruminants, et dans des conditions d'infections naturelles chez des bovins. En retenant la valeur de DO de 0,050 comme seuil de positivité, ce test a montré une bonne sensibilité lors des infections à *T. congolense*, mais une sensibilité très faible lors des infections à *T. vivax*. Nos observations ont été réalisées essentiellement pendant les phases de parasitémies aiguës. Les résultats présentés montrent l'intérêt d'associer la détection des parasites et la détection des antigènes circulants pendant ces périodes. La comparaison avec les résultats de la littérature montre que la sensibilité de ce test augmente considérablement pendant les phases de parasitémies chroniques, lorsque les parasites ne sont plus détectables.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement l'ILRAD et le Dr V.M. NANTULYA pour le don de leurs réactifs : anticorps monoclonaux et conjugués, le Laboratoire national de pathologie bovine de Lyon (Dr SAVEY) pour le don de sérums de bovins prélevés en France, le professeur UILENBERG (CIRAD-EMVT) et le Dr RACHAEL A. MASAKE (ILRAD) pour la lecture du manuscrit et leurs critiques constructives.

KANWE (A.B.), BENGALY (Z.), SAULNIER (D.), DUVALLET (G.). Evaluación de un test de detección de antígenos circulantes de tripanosomas, mediante anticuerpos monoclonales. Infecciones experimentales y naturales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 265-271

Recientemente, NANTULYA y LINDQVIST (1989), propusieron un test ELISA para la detección de antígenos circulantes para el diagnóstico de tripanosomosis animales. Gracias al uso de anticuerpos monoclonales específicos, este test debería permitir el diagnóstico de la infección activa y la identificación del (los) tripanosoma(s) responsable(s). Gracias a una donación de reactivos por parte del International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD), se pudo evaluar este test en el CRTA, tanto en infecciones experimentales en pequeños rumiantes, como en sueros bovinos colectados en el campo. Además de esto, se obtuvieron densidades ópticas (DO) de 0,007 a 0,009, obtenidas con anticuerpos monoclonales anti *T. congolense*, anti *T. vivax* y anti *T. brucei*, en 40 sueros bovinos colectados en Francia. Estas DO son bastante inferiores a 0,050, valor límite de positividad aceptada por el ILRAD. En las infecciones experimentales en pequeños rumiantes, la sensibilidad del test fue de 63,2 p. 100 para los animales infectados con *T. congolense* y de 9,9 p. 100 para aquellos infectados con *T. vivax*. La sensibilidad de los exámenes parasitológicos fue de 55,1 y 48,6 p. 100 respectivamente. El uso combinado de los dos tests, permitió aumentar la sensibilidad a 82,4 y 52,8 p. 100 respectivamente. En cuanto a los sueros bovinos infectados, colectados en condiciones de campo, se observaron densidades ópticas promedio, en reacción homóloga, de $0,116 \pm 0,030$ para *T. congolense* y de $0,011 \pm 0,028$ para *T. vivax*. De los 20 sueros infectados con *T. congolense*, 16 obtuvieron una DO superior a 0,050 (sensibilidad 80 p. 100) y de los 20 sueros animales infectados con *T. vivax*, solamente uno obtuvo una DO superior a 0,050 (sensibilidad 5 p. 100). El establecimiento de un valor límite de DO inferior a 0,050, basado en el análisis de sueros pre-infección, o en el estudio de animales provenientes de zonas no infectadas, podría permitir un aumento de la sensibilidad del test. Vale la pena señalar que éstos resultados fueron obtenidos durante la fase de infección aguda de los animales, principalmente en las infecciones experimentales. Los resultados presentados por el ILRAD demuestran que este test es mucho más eficaz durante las fases crónicas sin parasitosis. En este momento se llevan a cabo otros estudios en el CRTA, principalmente encuestas epidemiológicas en condiciones de campo. **Palabras claves :** *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - *Trypanosoma brucei* - Tripanosomosis - Diagnóstico - Detección de antígenos circulantes - Test ELISA - Anticuerpos monoclonales - Burkina Faso.

BIBLIOGRAPHIE

1. KRATZER (R.D.), ONDIEK (F.O.). The buffy coat double centrifugation technique, an improved method for the diagnosis of African trypanosomiasis. 20e réunion OUA/CSIRTC, 10-14 avril 1989, Mombasa, Kenya. (N° 321, liste provisoire des résumés).
2. MASAKE (R.A.), NANTULYA (V.M.). Sensitivity of an antigen detection enzyme immunoassay for diagnosis of *Trypanosoma congolense* infections in goats and cattle. *J. Parasit.*, 1991, **77** (2) : 231-236.
3. MORE (S.J.), COPEMAN (D.B.). Antigen detection ELISAs : Pretreatment of serum to reduce interference by specific host antibodies. *Trop. Med. Parasit.*, 1991, **42** : 91-94.
4. MURRAY (M.), MURRAY (P.K.), McINTYRE (W.I.M.). An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1977, **71** : 325-326.
5. NANTULYA (V.M.), LINDQVIST (K.J.). Antigen-detection enzyme immunoassays for the diagnosis of *Trypanosoma vivax*, *T. congolense*, *T. brucei* infections in cattle. *Trop. Med. Parasit.*, 1989, **40** (3) : 267-272.
6. NANTULYA (V.M.), MUSOKE (A.J.), RURANGIRWA (F.R.), SAIGAR (N.), MINJA (S.H.). Monoclonal antibodies that distinguish *Trypanosoma congolense*, *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma brucei*. *Parasit. Immun.*, 1987, **9** (4) : 421-431.
7. PARIS (I.), MURRAY (M.), McODIMBA (F.). A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta Tropica*, 1982, **39** : 307-316.
8. VERY (P.), BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (G.). Sensibilité de la double microcentrifugation pour la recherche des trypanosomes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (3) : 325-329.

C.O. Nwosu ¹*M.M. Ikeme ¹

Parasitaemia and clinical manifestations in *Trypanosoma brucei* infected dogs

NWOSU (C.O.), IKEME (M.M.). Parasitémie et manifestations cliniques chez des chiens infectés par *Trypanosoma brucei*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 273-277

Quatre chiens ont été infectés par *Trypanosoma brucei* (souche Mkar), alors que quatre autres chiens ont servi de témoins. Deux des chiens ont manifesté la maladie de façon aiguë et sont morts au cours de la première vague de parasitémie aux 7^e et 8^e jours après l'infection, alors que les deux autres sont morts de maladie sub-aiguë aux 24^e et 28^e jours après l'infection, correspondant à la seconde vague de parasitémie. Au cours de la première vague de parasitémie, l'hématocrite, la numération érythrocytaire, l'hémoglobine, la numération leucocytaire totale, le nombre d'éosinophiles, neutrophiles et lymphocytes étaient diminués ; au cours de la période intermédiaire de faible parasitémie, les valeurs des leucocytes totaux et des lymphocytes remontaient légèrement, bien qu'elles rediminuaient ensuite de façon continue, de même que les autres valeurs, au cours de la deuxième vague de parasitémie. En revanche, il existait une monocytose constante dans les maladies aiguë et sub-aiguë. Globalement, la maladie se manifestait par une altération de l'état général, une anémie, une leucopénie, une monocytose, des troubles oculaires, une élévation de la température et des fréquences cardiaques et respiratoires. La différence entre les manifestations aiguë et sub-aiguë était dans leur degré d'intensité. L'importance de l'anémie et les troubles circulatoires associés à l'infection pourraient être à l'origine de la mort de tous les animaux infectés. *Mots clés* : Chien - *Trypanosoma brucei* - Trypanosomose - Modification hématologique - Symptôme - Nigeria.

INTRODUCTION

Among the pathogenic species of African trypanosomes, the dog is capable of harbouring infection with *Trypanosoma congolense*, *T. evansi*, but infections with *T. brucei* appear to be the most pathogenic. Unlike in domesticated livestock very little work has been done on canine trypanosomosis whose incidence rate in Nigeria varies between 10 and 16 % (1, 10). However, reported cases suggest that the clinical manifestations in dogs are the same as in other domestic animals (1) and include several waves of parasitaemia with a constant feature of anaemia. The diagnosis of canine trypanosomosis is based on clinical manifestation with the detection of the parasites in the peripheral blood. In this paper we investigated the relationship between parasitaemia and clinical manifestation in canine trypanosomosis with the results expected to throw more light on the laboratory diagnosis of the disease.

1. Department of Veterinary Parasitology and Entomology, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

* Adresse actuelle : Department of Veterinary Microbiology and Parasitology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Reçu le 16.4.1991, accepté le 30.7.1992.

MATERIALS AND METHODS

Eight indigenous Nigerian dogs aged between seven and nine months and negative for haemoparasites were used in the experiment. They were prophylactically treated with pyrantel pamoate* (MSD, USA) against gastro-intestinal parasites and were allowed to acclimatise to the new environment for two weeks. Subsequently, four of the dogs were used as uninfected controls while the other four were each infected with 10⁶ Mkar strain (MKAR/84/NITR/6) of *Trypanosoma brucei brucei*. The organism was first isolated in 1984 from a fatal outbreak of porcine trypanosomosis in Mkar in the Benue State of Nigeria (2). It was identified as *T. brucei brucei* based on morphology and negative blood inhibition infectivity test (BIIT) and stabilized by four passages in rats before storage in liquid nitrogen. The stabilate was passaged twice in rats before inoculation into the experimental dogs.

Blood for haematological examinations was collected through the cephalic vein with disodium ethylene diamine tetracetic acid (EDTA) as anticoagulant. The packed cell volume (PCV) was determined by the microhaematocrit method, the erythrocyte (RBC) and total leucocyte (WBC) counts by the haemocytometer method, the haemoglobin concentration (Hb) by Sahli's method and the differential WBC by counting 100 cells (11). All haematological examinations were repeated once every week and on day five post-infection (PI) when parasitaemia was first noted. The initial detection of parasitaemia was done by the buffy coat method while the degree of parasitaemia was determined with the improved Neubauer haemocytometer. Records of the temperature, pulse and respiratory rates as well as the general appearance of each animal was recorded daily.

RESULTS

Parasitaemia

The maximum survival period was 28 days during which the infected dogs manifested two levels of disease. One group of two dogs showed acute disease which terminated in death on days seven and eight PI. The other two

* Combantrin[®]

dogs showed a sub-acute form with death on days 24 and 28 PI. Irrespective of whether the disease was acute or sub-acute, detectable parasitaemia ($1.35 \times 10^3/\text{ml}$ of blood) appeared on day five PI in all infected dogs (fig. 1). Thereafter, parasitaemia rose sharply with only one phase in the acute but two phases in the sub-acute disease, the second showing a diminishing intensity.

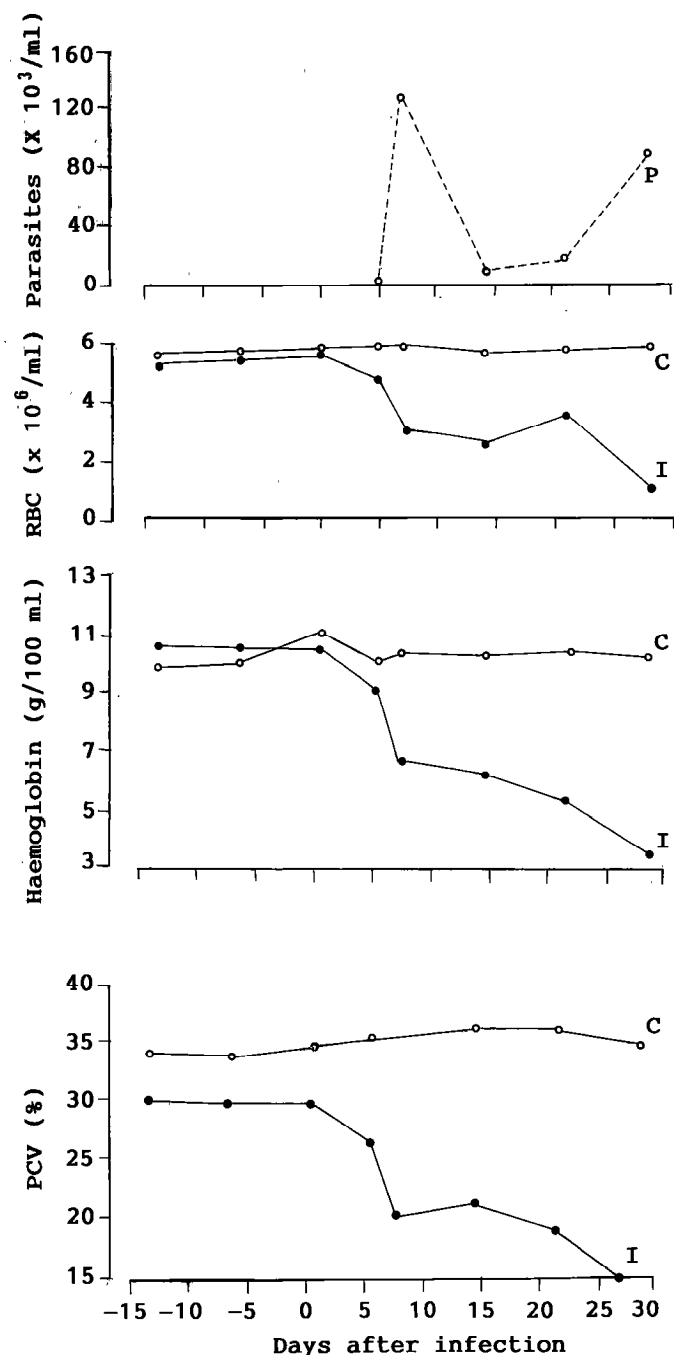


Fig. 1 : Relationship between parasitaemia and RBC, PCV and Hb values (P : parasitaemia ; I : infected dogs ; C : control dogs).

Haematology

Following infection the PCV, RBC and Hb values showed sharp falls in comparison to uninfected (control) dogs corresponding to the first wave of parasitaemia during which the acute cases died (table I). However, in the sub-acute cases the falls became gradual as parasitaemia decreased, but were sharp again at the second wave of parasitaemia with PCV, RBC and Hb values of 15 %, $1.20 \times 10^6/\text{ml}$ and 3.90 g/100 ml, respectively (fig. 1). The values of total WBC, neutrophils, eosinophils and lymphocytes showed an inverse relationship with parasitaemia. This was more evident in the sub-acute cases (fig. 2). However, there was consistent monocytosis from 1 % at infection to 4 and 19 %, respectively during the first and second waves of parasitaemia.

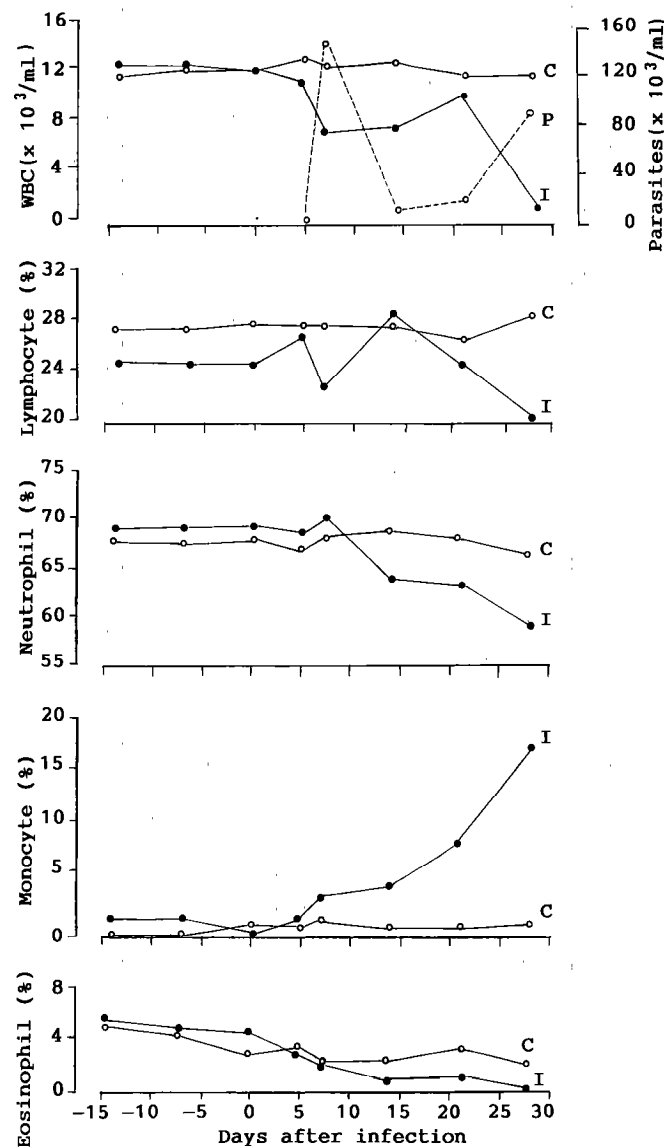


Fig. 2 : Relationship between parasitaemia and WBC, lymphocyte, neutrophil, monocyte and eosinophil values (P : parasitaemia ; I : infected dogs ; C : control dogs).

TABLE I Means of clinical and haematological data of infected and control dogs before and after infection.

Parameter	Before (BI) or After (AI) infection	Infected \pm SD				Infected Mean (\pm SE)	Control Mean \pm SE
		1	2	3	4		
Temperature ($^{\circ}$ C)	BI	38.39 \pm 0.17 (38-38.6)	38.44 \pm 0.27 (38-38.9)	38.35 \pm 0.17 (38-38.7)	38.50 \pm 0.20 (38.2-38.9)	38.42 \pm 0.04	38.42 \pm 0.46 (37.7-38.9)
	AI	38.87 \pm 0.63 (38.4-40.0)	39.16 \pm 0.90 (38.2-40.4)	39.04 \pm 0.75 (38.3-39.9)	38.93 \pm 1.01 (36.4-40.8)	39.0 \pm 0.06	
Pulse (rate/min)	BI	139.33 \pm 3.81 (130-145)	139.73 \pm 6.46 (126-149)	135.47 \pm 7.28 (120-148)	137.33 \pm 8.78 (119-150)	137.97 \pm 0.98	175.86 \pm 4.36 (160-192)
	AI	158.86 \pm 15.88 (139-180)	167.25 \pm 23.90 (139-208)	185.54 \pm 23.10 (138-214)	186.68 \pm 25.78 (130-217)	174.58 \pm 6.88	
Respiratory (rate/min)	BI	35.53 \pm 2.36 (32-38)	37.13 \pm 3.14 (32-42)	32.67 \pm 2.23 (32-38)	33.47 \pm 3.82 (26-38)	34.70 \pm 1.01	30.05 \pm 1.75 (24-40)
	AI	41.71 \pm 10.42 (30-58)	52.50 \pm 20.56 (32-88)	38.92 \pm 5.15 (30-48)	39.21 \pm 8.37 (26-60)	43.09 \pm 3.20	
PCV (%)	BI	28.07 \pm 0.12 (28-28.2)	28.57 \pm 0.32 (28.2-28.8)	30.67 \pm 0.76 (30-31.5)	32.70 \pm 0.07 (32.5-33)	30.00 \pm 1.06	35.63 \pm 0.60 (67.5-69)
	AI	19.00 \pm 5.66 (15-23)	21.80 \pm 5.37 (18-25.6)	21.00 \pm 4.02 (16.5-26)	24.14 \pm 5.80 (15-30)	21.49 \pm 1.07	
RBC ($\times 10^6$ /ml)	BI	5.27 \pm 0.12 (5.2-5.4)	5.8 \pm 0.2 (5.6-6.0)	5.4 \pm 0.00 (5.4-5.4)	5.73 \pm 0.31 (5.4-6.0)	5.55 \pm 0.13	5.84 \pm 0.07 (5.6-6.0)
	AI	3.35 \pm 1.63 (2.2-4.5)	4.25 \pm 1.49 (3.2-5.3)	3.38 \pm 1.03 (3.2-4.7)	3.5 \pm 1.45 (1.2-5.1)	3.62 \pm 0.21	
Hb (g/100 ml)	BI	10.33 \pm 0.12 (10.2-10.4)	10.53 \pm 0.12 (10.4-10.6)	10.53 \pm 0.12 (10.4-10.6)	11.3 \pm 0.12 (11-11.2)	10.67 \pm 0.22	10.53 \pm 0.21 (9.9-11.92)
	AI	7.3 \pm 2.12 (5.8-8.8)	8.3 \pm 1.56 (7.2-9.4)	5.48 \pm 4.45 (4.6-9.0)	7.18 \pm 2.21 (3.9-10)	7.07 \pm 0.59	
WBC ($\times 10^3$ /ml)	BI	11.27 \pm 0.12 (11.2-11.4)	11.8 \pm 0.2 (11.6-12.0)	12.93 \pm 0.23 (12.8-13.2)	13.47 \pm 0.31 (13.2-13.8)	12.37 \pm 0.51	12.33 \pm 0.25 (11.5-13)
	AI	8.8 \pm 1.98 (7.4-10.2)	10 \pm 1.70 (8.8-11.2)	8.25 \pm 2.80 (5.6-11.4)	8.28 \pm 4.18 (1.6-12.2)	8.83 \pm 0.41	
Lymphocytes (%)	BI	24.27 \pm 0.06 (24.2-24.3)	23.87 \pm 0.40 (23.5-24.3)	25.53 \pm 0.23 (25.4-25.8)	26.2 \pm 0.20 (26-26.4)	24.97 \pm 0.54	27.94 \pm 0.28 (27-29)
	AI	23.7 \pm 1.84 (22.4-25)	23.00 \pm 1.41 (22-24)	26.5 \pm 2.65 (23.4-28.8)	25.78 \pm 2.0 (21-28)	24.75 \pm 0.83	
Neutrophil (%)	BI	69.17 \pm 0.29 (69-69.5)	69.5 \pm 0.5 (69-70)	69.6 \pm 0.2 (69.4-69.8)	69.23 \pm 0.21 (60-71.1)	69.38 \pm 0.11	68.31 \pm 0.27 (67.5-69)
	AI	69.5 \pm 0.71 (69-70)	70.5 \pm 0.71 (70-71)	67.03 \pm 3.31 (63.8-70.9)	65.8 \pm 4.26 (60-71.1)	68.21 \pm 1.09	
Eosinophil (%)	BI	5.53 \pm 0.23 (5.4-5.8)	5.47 \pm 0.50 (5-6)	4.0 \pm 0.00 (4-4)	3.93 \pm 0.12 (3.8-4.0)	4.73 \pm 0.45	2.5 \pm 0.90 (2-4.5)
	AI	2.3 \pm 0.11 (1.8-2.8)	2.3 \pm 0.71 (1.8-2.8)	1.38 \pm 0.79 (0.6-2.2)	1.26 \pm 0.89 (0-2.4)	1.81 \pm 0.29	
Monocyte (%)	BI	1.3 \pm 0.25 (0.8-1.3)	1.17 \pm 0.06 (1.1-1.2)	0.8 \pm 0.12 (0.8-1.0)	0.6 \pm 0.15 (0.5-0.8)	0.9 \pm 0.13	0.88 \pm 0.29 (0.0-1.5)
	AI	4.5 \pm 1.84 (3.2-5.8)	4.2 \pm 1.41 (3.2-5.2)	5.1 \pm 4.02 (0.6-10.2)	7.16 \pm 7.32 (1-19)	5.24 \pm 0.07	

Clinical observations

The daily variations between temperature, pulse and respiratory rates are shown in figure 3. Following the onset of parasitaemia the values of these parameters were all elevated and remained high, thereafter with minor fluctuations in both the acute and sub-acute cases. There were

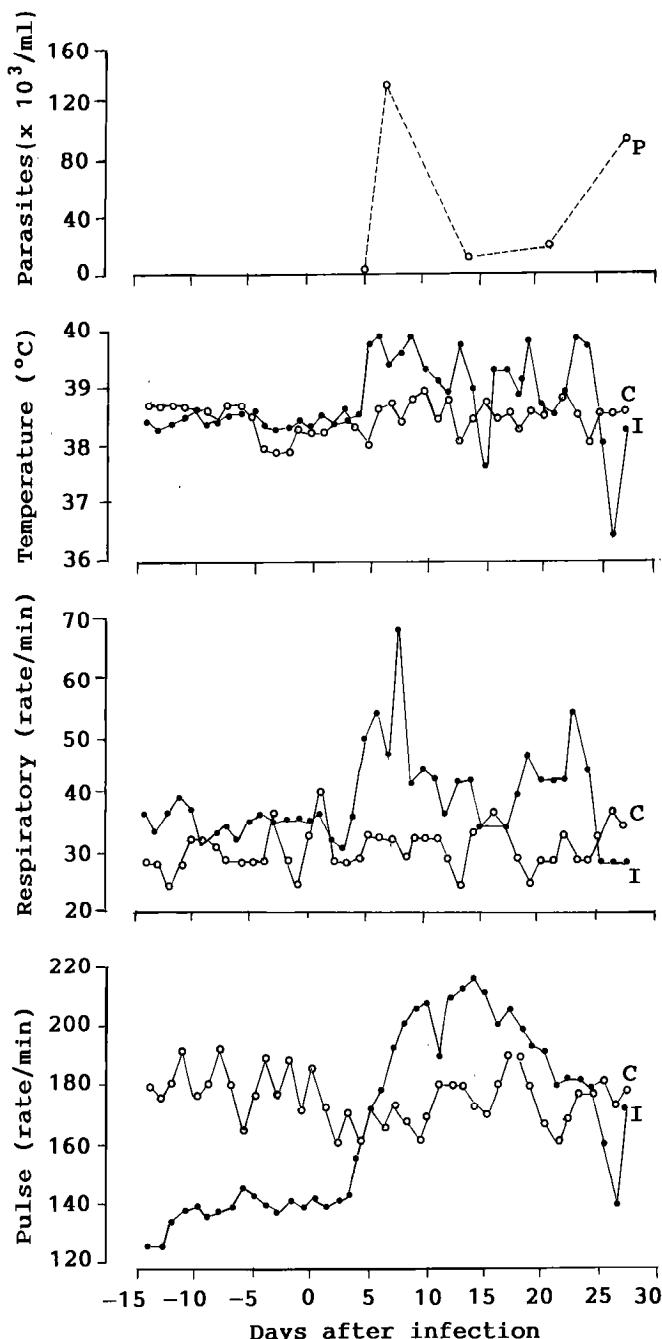


Fig. 3 : Relationship between parasitaemia and temperature, pulse and respiratory rates (P : parasitaemia ; I : infected dogs ; C : control dogs).

varying degrees of lethargy, pale mucous membranes, oculo-nasal discharges, anorexia, rough haircoats, oedema of the head and dependent parts and enlargement of the superficial lymphnodes which progressed as the disease developed into the second wave of parasitaemia. Ocular involvement in the form of photophobia, cloudiness of the cornea and corneal opacity was initially unilateral, but later bilateral before progressing into total blindness in the last of the sub-acute cases. One dog with both acute and sub-acute disease developed nervous signs with mild salivation towards the terminal stages of the disease.

DISCUSSION

It is a known characteristic of the salivarian trypanosomes to show an antigenic variation which is responsible for the successive waves of parasitaemia. The ability of the host to limit the peak and number of each wave of parasitaemia and even to eliminate the infection, determines when it would be acute, sub-acute or chronic and thus the outcome of the disease. In the present study, where a standard infection was administered and similar prepatent periods observed with either acute or sub-acute disease, the initial parasite replication rates were similar, irrespective of the susceptibility of the host.

The anaemia of trypanosomosis usually starts during the first wave of parasitaemia (4). In this experiment, its development was the same for both the acute and sub-acute forms, the difference being only in the intensity.

According to ANOSA (5) several factors, especially haemolysis, contribute to anaemia. The exact incidence of each of these factors is not known, but the fact that the PCV, RBC and Hb values decreased sharply in periods of high parasitaemia but maintained a gradual decrease during the period of low parasitaemia show a direct relationship with parasitaemia. Similar fluctuations in erythrocyte values have been demonstrated in *T. brucei* infection of dogs (7) and *T. brucei* and other trypanosome infections of various other animals (3). The haemolytic nature of the anaemia will therefore depend on the trypanosomes and according to ANOSA (5) this has a multifactorial aetiology including the expanded and active mononuclear phagocytic system (MPS). Erythrophagocytosis was mainly caused by MPS which developed soon after infection and continued thereafter in both the acute and sub-acute diseases. Their presence must have been necessitated by the increased demands on the system to remove dead blood and tissues cells, trypanosomes, antigen-antibody complexes and to participate in immune responses. This must have been responsible for the consistent monocytosis recorded in both the acute and sub-acute diseases in this experiment since macrophages are formed from blood monocytes. Consistent monocytosis has been observed in other trypanosome infections of animals (6).

CONCLUSION

Organisms of the *T. brucei* sub-group are known to invade extravascular tissues (8) with considerable variation in the degree of invasion and extent of tissue damage from one host to another. However, the most severe tissue

NWOSU (C.O.), IKEME (M.M.). Parasitaemia and clinical manifestations in *Trypanosoma brucei* infected dogs. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 273-277

Four dogs were infected with *Trypanosoma brucei* (Mkar strain) while another four were used as uninfected controls. Two of the dogs showed acute disease and died in the first wave of parasitaemia on days 7 and 8 post infection (PI) while the other two died from the sub-acute disease on days 24 and 28 PI corresponding to the second wave of parasitaemia. In the first wave of parasitaemia there was a sharp decrease in the packed cell volume, red blood cell, haemoglobin, total leucocytes, eosinophil, neutrophil and lymphocyte values, but during the period of low parasitaemia there was a slight recovery of the values of total leucocytes and lymphocytes although these and the other values showed a continuous decrease during the second wave of parasitaemia. In contrast, there was a consistent monocytosis in both acute and sub-acute diseases. The general picture was that of loss of condition, anaemia, leucopenia, monocytosis, ocular impairment, elevated temperature, pulse and respiratory rates, the difference between the acute and sub-acute diseases being in the degree of intensity. The degree of anaemia noted and the circulatory disturbances associated with the infection could have caused the death of all the infected dogs. *Key words* : Dog - *Trypanosoma brucei* - Trypanosomosis - Haematological changes - Symptom - Nigeria.

lesions occur in dogs with the heart, central nervous system and eyes always being the most severely affected (9). This may have been responsible for nervous and ocular signs observed in this experiment. The degree of anaemia and the circulatory disturbances associated with the infection could have caused the death of the infected dogs.

NWOSU (C.O.), IKEME (M.M.). Parasitemia y manifestaciones clínicas en perros infestados con *Trypanosoma brucei*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 273-277

Se infectaron cuatro perros con *Trypanosoma brucei* (cepa Mkar) y se utilizaron otros cuatro como controles sanos. Dos de los animales presentaron una forma aguda de la enfermedad y murieron al séptimo y octavo día post infección (PI), durante el primer pico de parasitemia; los otros dos perros mostraron cuadros subagudos y murieron a los 24 y 28 días PI, correspondiendo al segundo pico de parasitemia. Durante el primer pico de parasitemia, se observó una caída drástica del volumen celular total, de los eritrocitos, de la hemoglobina, de los leucocitos totales, así como de los niveles de eosinófilos, neutrófilos y linfocitos. Durante el período de baja parasitemia, se observó una ligera recuperación de los valores de linfocitos y de leucocitos totales, a pesar de que tanto éstos como los otros valores sanguíneos disminuyeron durante el segundo pico de parasitemia. Tanto en la forma aguda como en la subaguda, se observó una monocitosis consistente. El cuadro general fue de pérdida de condición general, anemia, leucopenia, monocitosis, problemas oculares, fiebre, pulso y tasa respiratoria elevados, con una diferencia en la intensidad de los síntomas entre los cuadros agudos y subagudos. La muerte de todos los perros podría haber sido ocasionada por el grado de anemia observado y los problemas circulatorios asociados a la infección. *Palabras claves* : Perro - *Trypanosoma brucei* - Tripanosomosis - Modificación hematológica - Síntoma - Nigeria.

REFERENCES

1. ADEWUNMI (C.O.), UZOUKWU (M.). Survey of haematozoan parasites of dogs in Enugu and Nsukka zones of Anambra State of Nigeria. *Nig. Vet. J.*, 1979, **8** : 4-6.
2. AGU (W.E.), BAJEH (Z.T.). An outbreak of fatal *T. brucei brucei* infection of pigs in Benue State of Nigeria. *Trop. Vet.*, 1986, **4** : 25-28.
3. ANOSA (V.O.). Experimental *Trypanosoma vivax* infection in sheep and goats : the relationship between parasitaemia, the growth rate and the anaemia. *J. Nig. vet. Med. Ass.*, 1974, **3** : 102-108.
4. ANOSA (V.O.). Studies on the parasitaemia, plasma volumes, leucocytes, and bone marrow cell counts and moribond state in *Trypanosoma brucei* infection of splenectomised and intact mice. *Zentbl. VetMed.*, 1980, **27** : 169-180.
5. ANOSA (V.O.). Mammalian blood cells in health and trypanosomiasis. *Trop. Vet.*, 1983, **1** : 177-199.
6. ANOSA (V.O.). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (1) : 65-78 ; 1988, **41** (2) : 151-164.
7. KAGGWA (E.), MUNYUA (W.K.), MUGERA (G.M.). Pathogenicity of *Trypanosoma brucei* in dogs. *Bull. anim. Hlth Prod. Afr.*, 1984, **32** : 360.
8. LOSOS (G.J.), IKEDE (B.O.). Review of the pathology of diseases in domestic and laboratory animals caused by *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. *Vet. Path.*, 1972, **9** : 1-71.
9. MORRISON (W.I.), MURRAY (M.), SAYER (P.D.). Pathogenesis of tissue lesions in *Trypanosoma brucei* infections. In : LOSOS (G.), CHOUINARD (A.) Ed. Pathogenicity of trypanosomes. Proceedings of Workshop held in Nairobi, Kenya, 20-23 November, 1978. Ottawa, International Development Research Centre (IDRC), Nairobi, ILRAD. Pp. 171-177.
10. OMAMEGBE (J.O.), ORAJAKA (L.J.E.), EMEHELU (C.O.). The incidence and clinical forms of naturally occurring canine trypanosomiasis in two veterinary clinics in Anambra State of Nigeria. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1984, **32** : 23-30.
11. SCHALM (O.W.), JAIN (N.C.), CARROL (E.J.). Veterinary haematology. 3rd ed. Philadelphia. Lea and Febiger, 1975. 807 p.

S.O Omotainse¹V.O. Anosa²

Erythrocyte response to *Trypanosoma brucei* in experimentally infected dogs

OMOTAINSE (S.O.), ANOSA (V.O.). Réponse érythrocytaire à l'infection expérimentale à *Trypanosoma brucei* chez les chiens. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 279-283

L'infection à *Trypanosoma brucei* a conduit à un processus aigu et fatal chez les chiens communs nigériens en raison d'une anémie à évolution rapide. Les chiens infectés ont répondu par une réticulocytose accrue qui ne s'est pas prolongée avec la chronicité. En comparaison, la réponse à une anémie hémolytique artificiellement induite a été progressive, bien marquée et prolongée. L'anémie consécutive à l'infection à *T. brucei* chez le chien était soit normocytaire et normochromique dans le cas d'une infection aiguë, soit microcytaire et normochromique dans l'infection chronique. Quant à l'anémie induite artificiellement, elle était soit macrocytaire et normochromique, soit normocytaire et normochromique. Le potentiel érythropoïétique du plasma *in vivo* chez la souris était plus élevé chez les chiens infectés, sauf à la fin de la parasitémie. Cette anémie à *T. brucei* chez les chiens infectés est donc une réaction initiale mais devient un facteur de peu d'importance avec l'établissement de la chronicité. *Mots clés* : Chien - Trypanosomose - *Trypanosoma brucei* - Infection expérimentale - Anémie - Modification hématologique - Erythrocyte - Nigeria.

INTRODUCTION

Like in other animals, *T. brucei* infection of dogs is characterized by anaemia (6, 8, 11). There is no available information on bone-marrow responses to anaemia generated in *T. brucei* infection of dogs.

The aim of this work was to study the erythrocytic response of dogs to anaemia generated by *T. brucei* infection and the ability of their plasma to stimulate reticulocytosis in mice. This study contributes to understanding the function of bone-marrow in trypanosome-infected animals.

MATERIALS AND METHODS

Experimental design

Three dogs were infected with *T. brucei*. Their red blood cell (RBC) parameters were determined weekly pre-and post-infection. Ten ml of blood was collected weekly from each dog with heparin as anticoagulant and used to separate plasma. Similarly, blood for plasma was collected

from 2 control dogs. All the plasma samples were stored at - 20 °C. Artificial haemolytic anaemia (AHA) was induced in two other adult dogs, and the erythrocytic parameters measured during this period. The plasma was also collected when the packed cell volume (PCV) values were comparable to those attained in *T. brucei*-infected dogs.

The stored plasma from the 3 groups of dogs were thawed and inoculated into mice at a dose of 1.5 ml per mouse in three divided doses of 0.5 ml daily for three consecutive days designated as days 0, 1 and 2. The mice were tail-bled 7 days before (day-7) the first plasma inoculation into 2 heparinized capillary tubes. One tube was used for PCV determination while the other was stained for reticulocyte counts. On day 6 (4 days after the last plasma inoculation) each mouse was tail-bled; heart blood was also collected for determination of red cell counts, while the absolute reticulocyte counts were calculated from the RBC and percentage reticulocyte counts.

Experimental animals

Seven mongrel dogs aged between 7 to 18 months were purchased from the Ibadan region and acclimatized in kennels at the Department of Veterinary Medicine of the University of Ibadan for an average of 4 months before experiment. During this period, they were regularly treated with piperazine citrate, dicestal, dinithrophenol and diaminaquine acetate against worms and protozoan diseases. They were also regularly deticked with Asuntol[®]* at 1-2 week intervals. Ferrous sulphate was also given to supplement the iron supply. The diet was made up of rice, beans, gari (*Manihot manihot*), vegetables, meat and bones.

Adult Swiss albino mice aged above 10 weeks were supplied from the breeding unit of the Department of Virology, College of Medicine, University of Ibadan, and kept in conventional cages. The mice were fed with mouse cubes** *ad libitum*. They were treated with terramycin soluble powder fortified with multi-vitamins for five days and with Berenil[®]*** to eliminate possible bacterial and protozoan infections. They were allowed to acclimatize for 2 weeks before the experiment.

1. Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research, PMB 03, Vom, Plateau State, Nigeria.

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

Reçu le 25.2.1992, accepté le 16.9.1992.

* Bayer, Leverkusen, Germany.

** Oladokun and Sons Livestock Feeds Limited, Ibadan, Nigeria.

*** Hoechst AG, Frankfurt, Germany.

S.O. Omotainse V.O. Anosa

Infections with trypanosomes

The dogs were all infected subcutaneously with 2×10^6 of the *T. brucei* strain ILRAD 1797, obtained from the International Laboratory for Research on Animal Diseases, ILRAD, Kenya.

Induction of artificial haemolytic anaemia (AHA)

Twenty to 60 ml of blood from each dog was collected through the jugular vein into 3.8 % disodium citrate sterile solution and incubated in a water bath at 50 °C for 30 min.

The blood was mixed every 10 min in the bath and was thereafter allowed to cool down to room temperature before it was re-infused into the peritoneal cavity through the inguinal region. This heat-treatment of blood denatures the RBC and renders them susceptible to phagocytosis (10).

Plasma inoculation into mice

The plasma harvested from the dog blood and stored at -20 °C was thawed and each sample was inoculated subcutaneously into four mice at a dose of 0.5 ml for 3 days.

Haematological techniques

The PCV was determined by the microhaematocrit method, while the RBC count and haemoglobin concentration were determined by haemocytometer and cyanomethaemoglobin methods, respectively (13). Thin films of 1 % new methylene blue-stained blood were made on clean glass slides, and the numbers of reticulocytes in every 500 red cells enumerated.

RESULTS

The anaemia of *T. brucei*-infected dogs

Table I shows the changes in the mean values of erythrocyte parameters of the *T. brucei*-infected dogs. Anaemia developed rapidly in infected dogs with the PCV values dropping from an average value of 0.392 ± 0.11 (l/l) to values between 0.165 ± 0.0 (l/l) and 0.24 ± 0.05 (l/l) (fig. 1, table I) before death. Similarly there was a decrease in haemoglobin concentration of the *T. brucei* infected dogs with the onset of parasitaemia. There were increases in the reticulocyte counts of the *T. brucei*-infected dogs (table I, fig. 2) as the PCV decreased. Except for the first week of infection when there was an increase in the mean corpuscular volume (MCV) of the infected dogs, there was a normocytic normochromic anaemia.

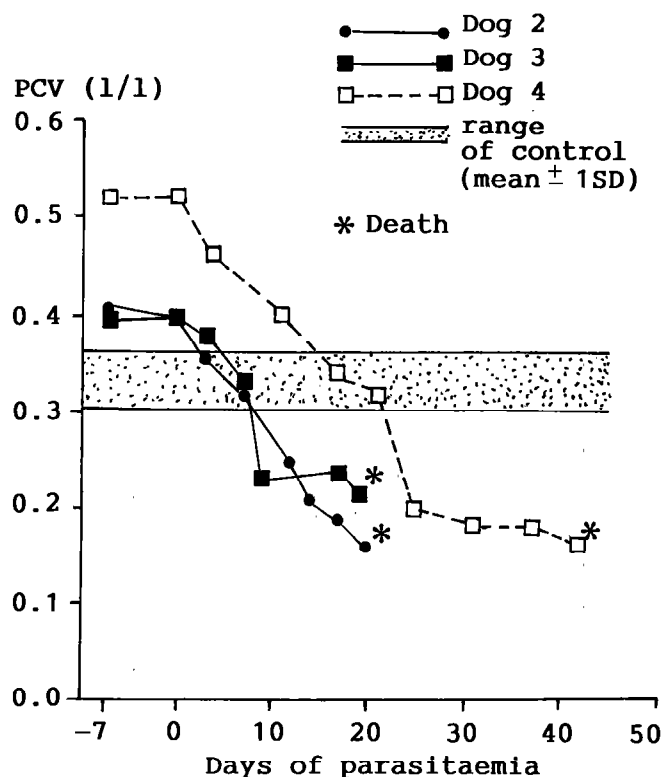


Fig. 1: Changes in the PCV of dogs infected with *T. brucei*.

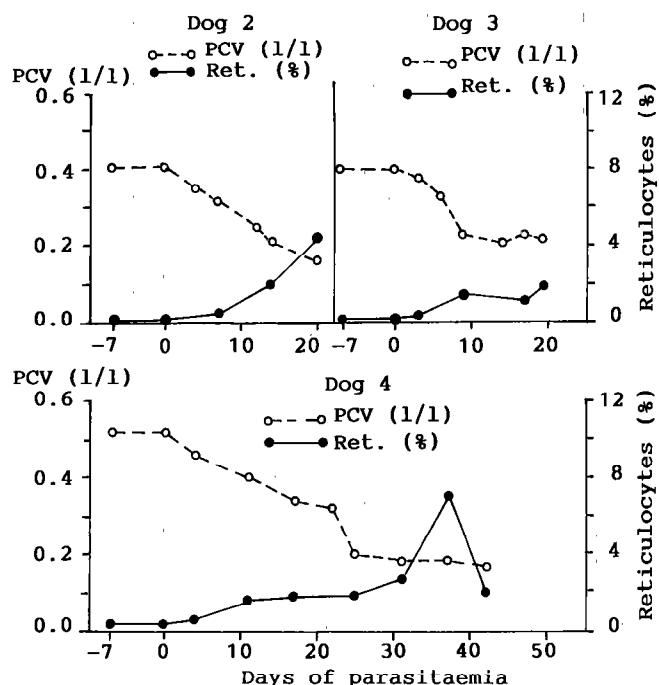


Fig. 2: Changes in the PCV and reticulocyte counts of dogs infected with *T. brucei*.

TABLE I Changes in the mean values of erythrocyte parameters of 3 dogs infected with *T. brucei*.

Erythrocyte parameters	Pre-infection	Weeks after infection							
		1	2	3	4	5*	6*	7*	8*
PCV (l/l)	0.393 ± 0.11	0.384 ± 0.12 ^d	0.332 ^c ± 0.13	0.296 ^c ± 0.13	0.272 ^c ± 0.13	0.337 ± 0.02	0.243 ± 0.05	0.183 ± 0.01	0.165 ± 0.0
Hb (g/dl)	12.2 ± 3.9	12.87 ± 3.7 ^d	11.53 ± 1.83 ^d	11.23 ± 1.35 ^a	10.57 ± 1.42 ^b	8.2 ± 0	8.0 ± 0	6.25 ± 0	6.25 ± 0
RBC (× 10 ⁶ /μl)	6.08 ± 1.77	5.85 ± 2.14 ^d	5.33 ± 1.83 ^d	5.09 ± 1.35 ^a	4.42 ± 1.42 ^b	4.96 ± 0	4.45 ± 0	2.71 ± 0	2.71 ± 0
Reticulocyte (%)	0.33 ± 0.15	0.6 ± 2.14 ^d	1.38 ± 0.59 ^c	1.53 ± 0.42 ^c	2.4 ± 1.04 ^d	3.25 ± 0	7.0 ± 0	3.8 ± 0	2.0 ± 0
MCV (fl)	60.51 ± 2.73	64.88 ± 5.99 ^e	59.45 ± 3.56 ^e	53.19 ± 10.97 ^d	57.59 ± 9.76 ^d	58.05 ± 0	56.48 ± 0	67.65 ± 0	65.73 ± 0
MCHC (g/dl)	31.33 ± 3.91	33.41 ± 1.34 ^d	35.67 ± 3.08 ^d	39.50 ± 7.14 ^d	40.93 ± 4.77 ^d	24.39 ± 0	31.54 ± 0	34.24 ± 0	36.61 ± 0
MCH (pg)	18.67 ± 2.69	22.67 ± 0.78 ^d	21.78 ± 1.37 ^d	22.24 ± 2.75 ^d	23.45 ± 2.84 ^d	16.53 ± 0	17.26 ± 0.98	23.06 ± 0	23.06 ± 0

* Values for dog number 4 with chronic infection.

a to d indicate levels of significance relative to corresponding values of controls for each parameter (* = $P < 0.01$; * = $P < 0.025$; * = $P < 0.05$; * = not significant).

MCV = mean corpuscular volume; MCHC = mean corpuscular haemoglobin concentration; MCH = mean corpuscular haemoglobin.

Anaemia in dogs with artificially-induced haemolysis

Changes in the erythrocyte parameter of dogs with artificially-induced anaemia (AHA) are presented in table II. There was a decrease in the PCV values comparable to that of *T. brucei*-infected dogs. The MCV and mean corpuscular haemoglobin concentration values did not markedly change. Therefore, the anaemia in dogs with AHA was either macrocytic normochromic (week 3) or normocytic normochromic during other periods. Dogs with AHA showed higher reticulocyte responses than those with *T. brucei* infection (table II). The increase in reticulocyte counts with low PCV was progressive and sustained.

Mouse inoculation with plasma of normal and anaemia dogs

The changes in tail-blood that these types of plasma produced when injected subcutaneously into mice are presented in table III.

There were slight non significant decreases in post inoculation PCV of mice that were injected with all types of anaemic plasma and slight non significant increases in those injected with the control plasma (table III). Plasma

from all groups of dogs, except those with terminal parasitaemia, induced increases in reticulocyte counts in recipient mice (fig. 3, table III). The best erythropoietic response to anaemic dog plasma was recorded from dogs on day 17 of *T. brucei*-parasitaemia, while the response induced by plasma from dogs with AHA was superior to those of all other groups of *T. brucei*-infected dogs. Of particular significance were the responses of mice to plasma from dogs with very severe anaemia after 24 days of parasitaemia and at terminal parasitaemia.

DISCUSSION

There was a rapid development of anaemia in *T. brucei* infected-dogs with the PCV dropping as low as 0.16 to 0.18 (l/l) terminally. This was a more serious anaemia than that previously recorded where there was a ratio of PCV values of 0.25 (l/l) to 0.30 (l/l) in *T. brucei* infection (11), but less severe than PCV value of 0.11 (l/l) recorded in naturally *T. brucei*-infected dogs (6).

In this study, the reticulocyte count increased from the pre-infection levels of 0.3 ± 0.2 % to 1.45 ± 0.92 % and 1.93 ± 1.45 % in the second and fourth weeks of infection respectively, with some individual dogs exhibiting counts

TABLE II Changes in the mean erythrocyte values of dogs during the course of artificial haemolytic anaemia (AHA).

Erythrocyte parameter	Pre-induction of AHA	Weeks after onset of haemolysis				
		1	2	3	4*	5*
PCV (l/l)	0.354 ± 0.04	0.318 ± 0.09	0.318 ± 0.09	0.26 ± 0.03	0.195 ± 0.07	0.19 ± 0
Hb (g/dl)	11.6 ± 1.70	10.25 ± 2.2	10.08 ± 2.4	7.75 ± 1.2	6.25 ± 0.4	6.0 ± 0
RBC (× 10 ⁶ /μl)	5.59 ± 1.5	5.73 ± 1.5	5.21 ± 0.9	3.83 ± 0.1	3.18 ± 0.3	3.09 ± 0
Reticulocyte (%)	0.9 ± 0.42	0.05 ± 1.1	1.45 ± 0.9	2.9 ± 1.3	5.0 ± 0	7.9 ± 0
MCV (fl)	63.17 ± 5.35	59.84 ± 0.5	61.42 ± 2.2	67.25 ± 6.4	61.35 ± 2.3	61.49 ± 0
MCHC (g/dl)	33.05 ± 0.83	30.61 ± 1.5	31.30 ± 1.3	30.17 ± 0.8	31.04 ± 0.7	31.57 ± 0
MCH (pg)	20.88 ± 1.24	18.05 ± 0.9	19.18 ± 1.5	20.28 ± 2.5	19.7 ± 0.4	19.42 ± 0.1

* Value for one dog.

MCV : mean corpuscular volume; MCHC : mean corpuscular haemoglobin concentration; MCH : mean corpuscular haemoglobin.

TABLE III Changes in the PCV values and reticulocyte counts of the tail blood of mice inoculated with normal and anaemic plasma.

Types of plasma inoculated	Packed cell volume (l/l)			Reticulocyte counts/ μ l	
	Pre-inoculation	Post-inoculation	% change	change**	% change
Normal plasma from control dogs (mean PCV of 0.36 ± 0.1 l/l), n = 8*	0.49 ± 0.04	0.498 ± 0.02^a	+ 1.5	$+ 8,850 \pm 14,440^a$	+ 2.6
<i>T. brucei</i> dog plasma at 10 days of parasitaemia (3 dogs with PCV = 33.0 ± 10 %), n = 12	0.552 ± 0.07	0.539 ± 0.07^a	- 2.3	$+ 132,529 + 87,429^b$	+ 49.4
<i>T. brucei</i> dog plasma at 17 days of parasitaemia (3 dogs, mean PCV = 26.0 ± 6.8 %), n = 12	0.548 ± 0.08	0.543 ± 0.03^a	- 1.0	$+ 350,791 \pm 72,788^b$	+ 108.9
<i>T. brucei</i> dog plasma at 24 days of parasitaemia (1 dog, PCV = 27 %), n = 4	0.528 ± 0.05	0.470 ± 0.05^a	- 10.9	$+ 142,920 \pm 74,691^b$	+ 43.4
<i>T. brucei</i> dog plasma at terminal parasitaemia (2 dogs, mean PCV = 19.0 ± 4.2), n = 8	0.491 ± 0.02	0.483 ± 0.03^a	- 1.8	$- 13,335 \pm 83,350^c$	- 1.5
AHA dog plasma (2 dogs, mean PCV = 19.0 ± 0), n = 8	0.488 ± 0.06	0.464 ± 0.05^a	- 4.9	$+ 221,313 \pm 96,349^b$	+ 74.5

^a: not significant ; ^b: $P < 0.001$; ^c: $P < 0.005$.

*: number (n) of mice that received the plasma ; **: difference between pre- and post-inoculation values.

+ : increase in value ; - : decrease in value.

\pm : standard deviation.

from 3.6 to 75 % as the anaemia progressed. The increase in percentage counts observed in *T. brucei* infection was however lower than that observed in rodents infected with *T. brucei* (3, 7) in *T. rhodesiense* infection of monkeys (12) and in *T. evansi* infection of rats (4). The reticulocyte response of dogs to AHA was higher and more sustained than that in *T. brucei* infection in contrast to the moderate increases in reticulocyte counts recorded in *T. brucei* infection of dogs. Sheep infected with *T. vivax* did

not show any reticulocytes in circulation (5). Similarly, *T. congolense* and *T. vivax* infections in ruminants generated only mild or no reticulocyte responses (1, 9, 14).

Although in acute trypanosomosis there is usually macrocytosis which may become normocytic or microcytic anaemia with chronicity, the anaemia in these *T. brucei* infected dogs was mainly normocytic or microcytic.

In mouse inoculation, the maximal reticulocyte response to infection was induced by plasma on day 17 of parasitaemia, which increased absolute reticulocyte counts by 350, 790/ μ l. This response was superior to that induced by AHA plasma which increased the absolute reticulocyte count of mice by 221, 313/ μ l. However, the response to AHA plasma was superior to that recorded at other periods of *T. brucei* infection, with plasma from terminally infected dogs actually depressing reticulocyte counts (table III). The reticulocyte responses of mice to inoculation with plasma from *T. brucei*-infected anaemic dogs peaked on day 17 of parasitaemia when PCV was 0.26 ± 0.07 l/l and when the response was superior to that induced by AHA plasma, and was followed by a significant decrease with subnormal values being recorded terminally. This indicates that erythropoiesis in *T. brucei*-infected dogs was accelerated but subsequently became depressed. The erythropoietic response, measured by reticulocyte counts, to plasma from sheep infected with *T. vivax* was consistently inferior to that of plasma from sheep with AHA, although a similar peaking of erythropoietic activity was recorded on day 21 post-infection. This suggests that the erythropoietic response to *T. brucei* infection of dogs is superior to that of ruminants infected with *T. vivax*, and presumably *T. congolense*.

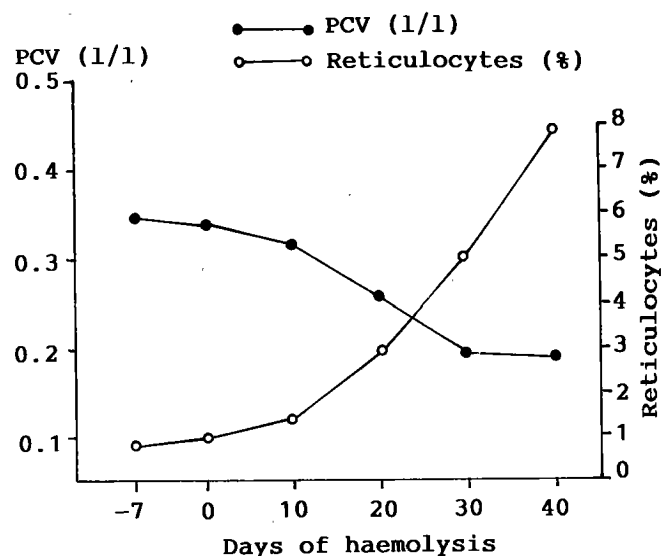


Fig. 3 : Changes in the PCV and reticulocyte counts of dogs with artificially-induced haemolytic anaemia.

CONCLUSION

The direct quantitative analysis of erythropoietic factors was not undertaken in this work. However, the lower reticulocyte counts in the *T. brucei* infected dogs, and the lower capacity of their plasma to stimulate increased reticulocyte responses in mice as compared to AHA in dogs, indicate an initial increase followed by the presence of inadequate erythropoiesis stimulatory factors like erythropoietin, in trypanosomiasis, especially in the case of chronicity.

OMOTAINSE (S.O.), ANOSA (V.O.). Erythrocyte response to *Trypanosoma brucei* in experimentally infected dogs. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 279-283

Trypanosoma brucei infection produced an acute and fatal disease in Nigerian mongrel dogs due to a rapidly developing anaemia. Infected dogs responded with increased reticulocytosis, which was not sustained with chronicity. In comparison the response to artificially-induced haemolytic anaemia was progressive, marked and sustained. The anaemia of *T. brucei* infection of dogs was either normocytic normochromic in acute infection or microcytic normochromic in chronic infection. Artificially-induced haemolytic anaemia was either macrocytic normochromic or normocytic normochromic. The erythropoietic potential of plasma *in vivo* in mice increased in *T. brucei*-infected dogs except at the terminal parasitaemia. The anaemia in *Trypanosoma brucei*-infected dogs is therefore initially responsive but becomes poorly involved with chronicity. *Key words* : Dog - Trypanosomiasis - *Trypanosoma brucei* - Experimental infection - Anaemia - Haematological change - Erythrocytes - Nigeria.

ACKNOWLEDGEMENTS

We appreciate the sponsorship by the Management of the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), the Laboratory assistance of Mr. EKE of the Department of Veterinary Pathology, University of Ibadan and the Secretariat assistance by Mr. PIUS J. AMEH (Jnr.) and Mr DANIEL AGONO of NITR.

OMOTAINSE (S.O.), ANOSA (V.O.). Respuesta eritrocitaria a *Trypanosoma brucei* en perros infectados experimentalmente. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 279-283

La infección por *Trypanosoma brucei* en perros nigerianos, produjo una enfermedad aguda y fatal, debida al desarrollo rápido de una anemia. Los perros infectados respondieron con un aumento de la reticulocitosis, la cual no se mantuvo en forma crónica. La respuesta a una anemia hemolítica inducida en forma artificial fue, por el contrario, progresiva, marcada y se mantuvo en el tiempo. La anemia producida por *T. brucei* en perros fue normocítica y normocrómica en las infecciones agudas o microcítica y normocrómica en las infecciones crónicas. La anemia hemolítica inducida en forma artificial fue macrocítica y normocrómica o normocítica y normocrómica. El potencial eritropoyético en plasma *in vivo* en ratones, aumento en los perros infectados con *T. brucei*, excepto en el estadio terminal de la parasitemia. La anemia en perros infectados con *T. brucei* se presenta, pues, como una respuesta inicial, cuya importancia disminuye con la cronicidad. *Palabras claves* : Perro - Trypanosomiasis - *Trypanosoma brucei* - Infección experimental - Anemia - Modificación hematológica - Eritrocitos - Nigeria.

REFERENCES

1. ANOSA (V.O.), ISOUN (T.T.). Haematological studies on *Trypanosoma vivax* infection of goats and intact and splenectomized sheep. *J. Comp. Path.*, 1980, **90** : 155-168.
2. ANOSA (V.O.), ISOUN (T.T.), OLADOSU (L.A.). Splenectomy in sheep. Technique, haematological changes and the haematology of the precipitated anaplasmosis and babesiosis. *Zentbl. Vet.Med.*, 1979, **26A** (4) : 327-336.
3. ANOSA (V.O.), KANEKO (J.J.). Pathogenesis of *T. brucei* infection in deer mice (*Peromyscus maniculatus*) : haematologic, erythrocyte biochemical, and iron metabolic aspects. *Am. J. vet. Res.*, 1983, **44** : 639-644.
4. ASSOKU (R.K.G.). Immunological studies of the mechanism of anaemia in experimental *T. evansi* infection in rats. *Int. J. parasitol.*, 1975, **5** : 137-147.
5. IGBOKWE (I.O.), ANOSA (V.O.). Response of anaemia in experimental *T. vivax* infection of sheep. *J. comp. Path.*, 1988, **1100** : 111-118.
6. IKEDE (B.O.), LOSOS (G.T.). Spontaneous canine trypanosomiasis caused by *T. brucei*. Meningoencephalomyelitis with extravascular localization of trypanosomes in the brain. *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, 1972, **20** : 221-228.
7. JENKING (G.C.C.M.), FORSBERG (J.L.), BROWN (B.L.), PARR (C.W.). Some haematological observation on experimental *T. brucei* infections in rabbits. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1974, **68** : 154.
8. KAGGWA (E.), MUNYUA (W.K.), MUGERA (G.M.). The pathology of *Trypanosoma brucei brucei* in the dog. *Bull. anim. Hlth Prod.*, 1983, **33** : 69-75.
9. MACKENZIE (P.K.J.), CRUTCKSHANK (J.G.). Phagocytosis of erythrocytes and leucocytes in sheep infected with *T. congolense* (Broden, 1904). *Res. Vet. Sci.*, 1973, **15** : 256-262.
10. MARTON (P.F.). Erythrophagocytosis in the rat bone-marrow following transfusion of heat-denatured erythrocytes. *Scand. J. Haematol.*, 1971, **8** : 328-335.
11. MORRISON (W.L.), MAXMURRAY (P.D.), SAYER (P.D.), PRESTON (J.M.). The pathogenesis of experimentally induced *T. brucei* infection in the dog. I. Tissue and organ damage. *Am. J. Pathol.*, 1981, **102** : 168-181.
12. SADUN (E.), JOHNSON (A.), NAGLE (R.), DUXBURY (R.I.). Experimental infections with African trypanosomiasis. V. Preliminary parasitological, clinical, haematological, serological and pathological observations in rhesus monkeys infected with *T. rhodesiense*. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1973, **22** : 323-330.
13. SCHALM (O.W.), JAIN (N.C.), CARROL (E.J.). Veterinary haematology. 3rd ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1975. Pp. 340-470.
14. VALLI (V.E.O.), MILLS (J.N.). The quantitation of *T. congolense* in calves. I. Haematological changes. *Tropenmed. Parasitol.*, 1980, **31** : 215-231.

Communications

Changes in levels of transaminases in goats experimentally infected with *Trypanosoma congolense*

M.I. Adah ¹*

E.B. Otesile ¹

R.A. Joshua ¹

ADAH (M.I.), OTESILE (E.B.), JOSHUA (R.A.). Variations des taux de transaminases observées chez des chèvres infectées expérimentalement par *Trypanosoma congolense*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 284-286

Une infection expérimentale à *Trypanosoma congolense* a été réalisée chez des chèvres, traitées ensuite par Bérénil^R après 9 jours d'infection. L'infection a produit une augmentation des taux de transaminases glutamiques-oxalo-acétiques (TGO) et des transaminases glutamiques-pyruviques (TGP). Les taux moyens de TGO constatés chez les chèvres naines d'Afrique de l'Ouest infectées ont été généralement inférieurs à ceux des chèvres Red Sokoto infectées. L'administration de Bérénil^R n'a pas entraîné d'effet significatif sur les taux de transaminases probablement en raison de l'infection récidivante constatée dans cette étude. *Mots clés* : Chèvre - Trypanosomose - *Trypanosoma congolense* - Transaminase - Nigeria.

Introduction

Of all the livestock diseases endemic on the African continent, trypanosomiasis has been regarded as the largest single factor which limits the number and productivity of cattle, sheep and goats (5, 11).

In spite of concerted efforts in research and published work, there still appears to be a dearth of information in the area of transaminase activities in trypanosomiasis caused by *T. congolense* particularly in goats. This paper attempts to investigate the effect of experimental *T. congolense* infection on transaminase levels in this species.

Materials and Methods

Ten male goats (5 West African dwarf and 5 Red Sokoto) of 10 months to one year of age were obtained from Bodija goat market and housed in the experimental animal house of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Ibadan, Nigeria. They were dewormed using Febantel^R (Bayer, Germany), sprayed with Asunto^R (Bayer, Germany) and later treated with Berenil^R (Hoescht, Germany). The animals were also vaccinated against "peste des petits ruminants". Their feed comprised a variety of freshly cut grass and *centrosema* species and supplemented with maize bran mixed with soyabean cake, blood meal, bone meal and salt *ad libitum*. They were stabilized for four weeks prior to experimental infection.

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

* Adresse actuelle : Department of Veterinary Medicine, University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria.

Reçu le 31.7.1992, accepté le 16.9.1992.

Mice used for transporting and maintaining trypanosomes were obtained from parasitology unit of the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), Vom, Nigeria. They were fed rat pellets (Pfizer, Nigeria) *ad libitum*.

Trypanosoma congolense, Kafanchan stock, used in this experiment was obtained from NITR, Vom, Nigeria (Kafanchan/87/NITR/128). It was isolated in 1987 from 5 year old female zebu cattle No. 128 grazing along a cattle route South of Kafanchan and passaged in mice several times.

Experimental design

The goats were randomly divided into four groups. One comprised three West African dwarf (WAD) goats which served as experimental animals for the WAD breed. Each of the goats was injected with *T. congolense* organisms (1 ml x 10^{7.6}) through the jugular vein. They were treated with Berenil^R at dose rate 7 mg/kg body weight nine days after infection. The second group comprised three Red Sokoto (RS) goats as experimental animals. They were given the same treatment as above. The third and fourth groups each comprised two goats of WAD and RS breeds as uninfected control.

Plasma for determination of GOT and GPT was obtained from each animal prior to infection and on days 2, 4, 7 and 9 after infection. After treatment with Berenil^R these factors were monitored twice weekly. Plasma was also examined by trypanosomal antigen ELISA prior to infection and daily from 2 to 9 days post infection. After treatment the test was done twice weekly. The haematocrit concentration technique was used for detecting trypanosomes in blood.

In all cases, analysis was carried out within 24 h of collection. The concentrations of glutamate oxalacetate transaminase (GOT) and glutamate pyruvic transaminase (GPT) were determined by the colorimetric method as described by REITMAN and FRANKEL (10). Antigen ELISA was carried out as described in FAO/IAEA ELISA kit for the diagnosis of *T. brucei*, *T. congolense* and *T. vivax* trypanosomiasis (3).

Results

Details of the changes that occur in the plasma of goats in the course of the experiment are presented in tables I and II and figures 1 and 2.

Among the WAD goats the mean GOT values rose steadily from a preinfection value of 19.3 UI/l to 29.3 UI/l at 9 days post infection (dpi) (table I and fig. 1) as compared to consistent mean values for control goats. Following treatment with Berenil^R the mean GOT values of infected goats failed to return to preinfection level.

Infected RS goats exhibited a similar rise in mean GOT values following infection with *T. congolense*, but the value rather continued rising after treatment with Berenil^R (table II and fig. 1). Mean GOT values of infected WAD

TABLE I Changes in the mean transaminases level in the plasma of West African dwarf goats during courses of infection with *T. congolense* and after treatment with Berenil®.

		Preinfection	Days post infection				Days post treatment					
			2	4	7	9	5	9	12	16	19	23
GOT (UI/l)	Infected	19.3 ± 1.15	24 ± 10.5	31.3 ± 11.0	30.6 ± 10.1	29.3 ± 10.1	34.6 ± 12.8	38 ± 0.0	37.3 ± 1.2	33.3 ± 4	36.3 ± 4.0	32.6 ± 1.1
	Control	20.5 ± 0.7	18 ± 2.8	20 ± 2.8	21 ± 1.4	21 ± 1.4	18 ± 0.0	22 ± 2.8	20 ± 0.0	16.5 ± 0.7	21.5 ± 0.7	19 ± 1.4
GPT (UI/l)	Infected	12.3 ± 0.6	14.6 ± 1.5	13.3 ± 3.1	15.3 ± 5.0	14.6 ± 3.1	22.6 ± 2.3	14.3 ± 4.9	13 ± 4.3	10 ± 2.0	14 ± 3.4	15.3 ± 4.2
	Control	16 ± 2.8	17 ± 1.4	17 ± 1.4	16 ± 2.8	10 ± 2.8	19 ± 9.8	17.5 ± 10.6	14.5 ± 7.7	13 ± 4.2	15 ± 4.2	15.5 ± 6.4

TABLE II Mean changes in the transaminases level in plasma of Red Sokoto goats during course of infection with *T. congolense* and after treatment with Berenil®.

		Preinfection	Days post infection				Days post treatment					
			2	4	7	9	5	9	12	16	19	23
GOT (UI/l)	Infected	23 ± 1.7	20 ± 4.0	36 ± 10.5	38 ± 6.0	40.6 ± 5.7	38 ± 6.0	40.6 ± 3	40 ± 4.0	34.6 ± 4.2	32 ± 3.4	29.3 ± 8.3
	Control	24 ± 5.6	20 ± 5.6	22 ± 2.8	25 ± 4.2	26 ± 8.5	25 ± 4.2	25.5 ± 2.1	26 ± 8.5	28 ± 11.3	25.5 ± 3.5	28 ± 5.6
GPT (UI/l)	Infected	7.3 ± 3.1	7.3 ± 2.6	9.3 ± 5.0	24.6 ± 9.0	23.3 ± 6.1	24 ± 6.9	13.3 ± 2.3	13 ± 2.6	10.3 ± 2.1	13.3 ± 8.3	11 ± 4.4
	Control	11.5 ± 0.7	6.5 ± 2.1	14 ± 2.8	17 ± 1.4	16.5 ± 0.7	17 ± 1.4	15.5 ± 6.4	15.5 ± 6.3	8.0 ± 0.0	11 ± 1.4	11 ± 1.4

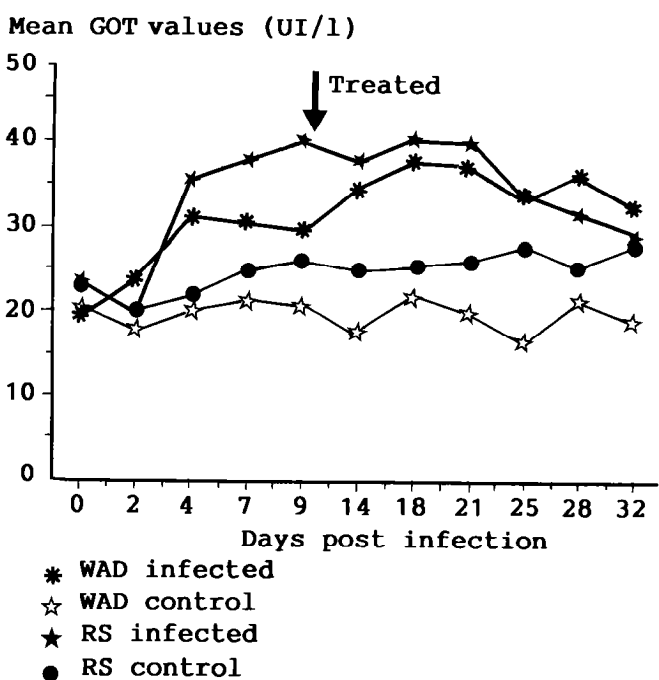


Fig. 1 : Mean changes in GOT values of goat infected with *T. congolense* and after treatment with Berenil® (WAD : West African dwarf ; RS : Red Sokoto).

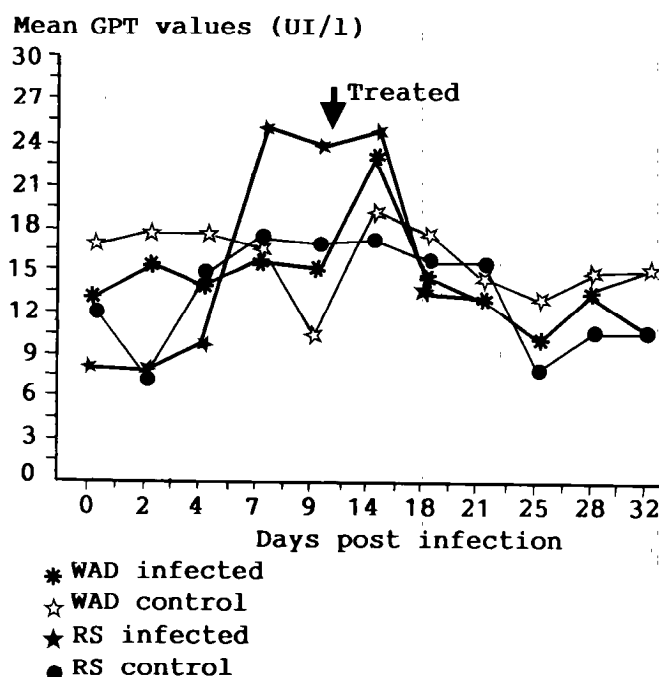


Fig. 2 : Mean changes in GPT values of goats infected with *T. congolense* and after treatment with Berenil® (WAD, RS : see figure 1).

Communications

goats were generally lower than that of infected Red Sokoto except at 2 dpi, 19 days post-treatment (dpt) and 23 dpt.

Mean GPT values were significantly different for infected and control WAD goats (table I and fig. 2). However, infected RS goats showed a sharp rise in mean GPT values to 24.6 UI/l at 7 dpi (fig. 2) which then fell gradually following treatment with Berenil^R. The value failed to completely return to preinfection level, even after the treatment.

Antigen ELISA revealed relapse infection on one infected WAD goat which continued to be positive for antigenaemia even up to 23 days after treatment with Berenil^R. Also plasma from one of the infected RS goats became positive for antigenaemia 19 days post treatment after it had become negative at 5, 9 and 12 days post treatment, indicating relapse infection.

Discussion

The current study has revealed increased GOT and GPT levels following experimental *T. congolense* infection in goats. This report agrees with an earlier finding in dogs (7) infected with *T. brucei* which penetrates tissues where these enzymes are located and cause their release. *T. congolense* on the other hand is haematitic (restricted to the blood vessels) only, and one wonders how these enzymes have been generated. They might be derived from haemolysed red blood cells or from the parasites themselves since the length of infection was too short for any significant tissue damage to have occurred. These observations (7, 9) have been made at 5 (12) and 8 days (1), equally too short a period for any significant tissue damage due to trypanosomiasis. One observation in our study that demands further explanation is the failure of the transaminases to return to their preinfection levels within two weeks after treatment with Berenil^R. Upto 9 days post treatment when the difference in the level of the GOT was still statistically significant ($P < 0.05$) between the infected and uninfected WAD goats, antigenaemia was still detectable in the plasma. It is not likely that these enzymes came from the parasites or their antigens in circulation. It is noteworthy that even the increased values of these enzymes in the infected animals were still below or within the normal reference range (4).

Conclusion

There is an evident need to undertake a study to determine the level of transaminases in normal goats in this specific environment more especially for the fact that transaminases levels in West African dwarf goats were lower than in the Red Sokoto.

Acknowledgements

The authors are grateful to the University of Maiduguri for providing the goats used for this research. Many thanks are also due to Drs A. OYEJIDE and O. OHORE of the Department of Veterinary Pathology, University of Ibadan, Nigeria who provide the ELISA kit used for detecting antigenaemia and particularly Dr O. OHORE who assisted in the running of the ELISA test. Finally, the authors wish to thank the editor and the referees for their friendly contribution in the review of the manuscript.

ADAH (M.I.), OTESILE (E.B.), JOSHUA (R.A.). Changes in levels of transaminases in goats experimentally infected with *Trypanosoma congolense*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 284-286

Goats were experimentally infected with *Trypanosoma congolense* and then treated with Berenil^R after 9 days of infection. The infection produced increases in glutamate oxalacetate transaminase (GOT) and glutamate pyruvic transaminase (GPT) values. Mean GOT values in infected West African dwarf goats were generally lower than in infected Red Sokoto goats. Treatment with Berenil^R did not produce any significant effect on their levels probably because of the relapse infection recorded in this study. *Key words* : Goat - Trypanosomiasis - *Trypanosoma congolense* - Transaminase - Nigeria.

References

1. ANOSA (V.O.). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Part II. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (2) : 151-164.
2. DEVENDRA (C.). Prospects for increasing productivity from sheep and goats. In : MOHAMED K. YESUF Ed. Animal production in the tropics. New York, Praeger publishers, 1982. Pp. 123-147.
3. FAO/IAEA. ELISA kit for the diagnosis of *T. brucei*, *T. congolense* and *T. vivax* trypanosomiasis. Austria, 1991.
4. FLORENCE (C.W.). Mean, lower and upper limits of reference ranges of serum biochemical constituents. The Merck Manual, 6th ed. Merck and Co. Inc. RAHWAY (N.J.), USA, 1986. Pp. 90-908.
5. GRIFFIN (L.). African trypanosomiasis in sheep and goat : a review. *Vet. Bull.* 1978, **48** : 819-825.
6. ILCA. ILCA bulletin, 1980, No 7.
7. KAGGWA (E.), MUNGUA (W.K.), MUGERA (G.M.). Pathogenicity of *T. brucei* in dogs. *Bull. Anim. Hlth Prod., Africa*, 1984, **32** : 360-368.
8. MATHEWMAN (R.W.). Small ruminant production in the humid tropical zone of Southern Nigeria. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1980, **12** : 234-242.
9. MOON (A.P.), WILLIAMS (J.S.), WITHERSPOON (C.). Serum biochemical changes in mice infected with *T. rhodesiense* and *T. duioni*. *Exp Parasitol.*, 1968, **22** : 112-121.
10. REITMAN (S.), FRANKEL (S.). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am. J. Clin. Pathol.*, 1957, **28** : 56-63.
11. URGUHART (G.M.). Immunization against trypanosomiasis. In : 3rd International Congress of parasitologists, Munich, 1974.
12. WHITELAW (D.D.), MAC ASKILL (J.A.), HOLMES (P.M.), JENNINGS (F.W.), URGUHART (G.M.). Genetic resistance to *T. congolense* infections in mice. *Infect. Immun.*, 1980, **27** (3) : 707-712.
13. WRIGHT (N.C.). The current food supply situations and present trends. Hunger : can it be averted. London, British Association for Advancement of Science, 1961. Pp. 1-14.

Some plasma biochemical changes in experimental *Trypanosoma brucei* infection of Sokoto Red goats

I.O. Igbokwe ¹

A. Mohammed ²

IGBOKWE (I.O.), MOHAMMED (A.). Variations biochimiques plasmatiques mises en évidence chez chèvres Red Sokoto infectées expérimentalement par *Trypanosoma brucei*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 287-290

Les variations biochimiques plasmatiques ont été étudiées durant 8 semaines consécutives chez des chèvres Red Sokoto expérimentalement infectées par $1.6.10^7$ *Trypanosoma brucei* injectés par voie intraveineuse. Le pouvoir infectieux de la souche 8/18 s'est révélé élevé. L'hématocrite moyen a diminué de façon significative entre la 1^{ère} et la 8^e semaine après l'infection (post-infection PI) ($P < 0,05$). Durant cette période, les concentrations plasmatiques moyennes en bilirubine totale ont augmenté significativement ($P < 0,05$). Les taux moyens de bilirubine conjuguée (directe) et de bilirubine libre (indirecte) ont augmenté significativement de la 2^e à la 8^e semaine PI ($P < 0,05$). L'albuminémie moyenne n'a pas varié de façon significative ($P > 0,05$), mais les concentrations moyennes en protéines plasmatiques totales et en globulines ont augmenté significativement entre la 5^e et la 8^e semaine PI ($P < 0,05$). Aucune modification significative des concentrations moyennes en bicarbonates, de la créatininémie et de la cholestérolémie n'a été notée ($P > 0,05$). *Mots clés* : Chèvre Red Sokoto - Trypanosomose - *Trypanosoma brucei* - Infection expérimentale - Modification hématologique - Plasma sanguin - Nigeria.

Introduction

Trypanosoma brucei infections have been reported to cause disease in ruminants, horses, dogs, cats and rodents. The level of parasitaemia in infected domestic animals is not related to the course of the disease, whereas massive parasitaemia could be related to an acute course in rodents (15). The parasite is known to invade the connective tissues causing foci of degeneration and necrosis of interstitial and parenchymatous cells as well as to induce an extensive infiltration by lymphocytes, macrophages and plasma cells (15). LOSOS and IKEDE (15) had wondered whether a tendency for the parasite to invade a particular organ depended on the infected host species. REGENDANZ and HOEPPLI (20) suggested that the pathological changes in trypanosomosis could depend not only on the duration of infection but also on the species of the infected host.

Pathological changes in the organs lead to alterations in their functions. It was the opinion of SEED and HALL (22) that greater emphasis should be given to the physiological changes which occur in the infected host in order to reach a better understanding of patient management. Therefore, they summarized reports on the changes in the biochemical parameters of infected laboratory animals which indicated liver dysfunction (22).

Goats have been used extensively in the investigation of the infectivity and virulence of various isolates of *T. brucei* (15).

Studies on the plasma or serum biochemical changes in *T. vivax* and *T. congolense* infected goats have already been reported (2, 10, 14). The present study refers to some plasma biochemical changes in *T. brucei* intravenous experimental infection of Sokoto Red goats in Northern Nigeria.

Materials and Methods

Male Sokoto Red goats aged 8-12 months and weighing 12-14 kg were used. They were purchased from the local livestock market and housed in fly-proof concrete floored pens. They were watered *ad libitum* and fed with *Acacia albida* pods and native hay prepared from *Arachis hypogaea* (groundnut) and *Vigna unguiculata* leaves (cowpea). They were screened for infections by physical, blood and faecal examinations and were treated with thiabendazole (Thiabendazole^R, MSD) orally at 50 mg/kg body weight and kept under observation for 6 months before experiment.

Four goats were infected intravenously with 1.6×10^7 of *Trypanosoma brucei* strain 8/18 obtained from the National Institute for Trypanosomiasis Research, Vom, Nigeria. Another group of 4 goats served as uninfected controls. Infection period was 8 weeks after which the animals were treated with diminazene aceturate* at 7 mg/kg body weight.

Eight millilitres of blood were collected once a week on weeks 1, 2, 5 and 8 from the jugular vein of the control and infected goats into plastic containers with heparin as anticoagulant. Packed cell volume (PCV) was determined by the microhaematocrit method with centrifugation at 12,000 g for 5 min. The plasma was harvested from the blood samples after centrifugation at 3,000 g for 10 min and stored at -20°C in a freezer before analysis.

Total plasma proteins (TPP) and albumin (Alb) concentrations were measured by biuret and bromocresol green methods, respectively (24). Plasma globulin (Glo) concentration was calculated as the difference between TPP and Alb concentrations. Colorimetric methods were used to measure plasma total bilirubin (TB) and direct bilirubin (DB) concentrations after Van der Bergh's reaction, plasma cholesterol (Cho) concentration after Liebermann-Buchard's reaction and plasma creatinine (Cre) after Jaffe's reaction (26). The plasma indirect bilirubin (IB) concentration was calculated as the difference between TB and DB concentrations. Plasma bicarbonate (HCO_3^-) concentration was measured by a titrimetric method (24).

The data were summarized as mean \pm standard deviation (SD) and significant difference was assessed after a paired Student's t-test adapted for small sample size (17).

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

2. Department of Veterinary Surgery and Reproduction, University of Maiduguri, PMB 1069, Maiduguri, Nigeria.

Reçu le 18.6.1991, accepté le 30.3.1993.

* Berenil^R, Hoechst A.G., Germany.

Communications

Results

The *T. brucei* strain 8/18 was highly infective. The infected goats developed parasitaemia at about 4 days post-infection (PI). The changes in the PCV and plasma biochemical parameters of the control and infected goats are presented in table I. The mean PCV of the infected goats significantly decreased from 1 to 8 weeks PI ($P < 0.05$). The mean plasma total bilirubin (TB) concentration of the infected goats significantly increased from 1 to 8 weeks PI ($P < 0.05$). The mean plasma DB and IB concentrations increased at 1 week PI, but not significantly ($P > 0.05$) and from 2 to 8 weeks PI, both parameters significantly increased ($P < 0.05$). The mean TPP and Glo concentrations of the infected goats significantly increased between 5 and 8 weeks PI ($P < 0.05$) and the plasma Alb was unaffected throughout the period of infection. There were no significant changes in the mean plasma bicarbonate, creatinine and cholesterol concentrations ($P > 0.05$).

Discussion

The erythrocyte changes in this experiment have already been reported by IGBOKWE and MOHAMMED (13).

There was a concurrent hyperbilirubinaemia and as the mean plasma total bilirubin concentration increased, the mean PCV decreased in the infected goats. EDWARDS *et al* (10) reported no change in the plasma bilirubin concentration in trypanosome-infected goats.

The observed hyperbilirubinaemia suggested a severe extravascular haemolysis in the infected goats. The increase in plasma indirect bilirubin could be associated with haemolysis but the increase in plasma direct bilirubin may suggest either hepatic or extrahepatic involvements (7). The liver did not develop obvious lesions in *T. brucei*-infected goats (15) but ultrastructurally, a small number of hepatocytes were found to be degenerated in *T. brucei* infection of mice (4). Furthermore, AROWOLO *et al* (5)

TABLE I Changes in the PCV and plasma biochemical parameters (mean \pm SD) of 4 control and 4 *T. brucei* — infected goats.

Parameters*	Weeks post-infection				
	0	1	2	5	8
PCV (%)	+ 29.9 \pm 3.9 ++ 27.8 \pm 0.5	33.0 \pm 0.1 ^a 25.3 \pm 2.2 ^b	31.1 \pm 1.2 ^a 21.0 \pm 3.6 ^b	30.3 \pm 1.8 ^a 18.0 \pm 2.5 ^b	33.0 \pm 0.3 ^a 13.3 \pm 3.8 ^b
TB (μ mol/l)	8.1 \pm 0.7 8.1 \pm 0.8	8.5 \pm 0.6 ^a 10.5 \pm 2.0 ^b	8.8 \pm 0.7 ^a 14.1 \pm 2.3 ^b	8.9 \pm 0.9 ^a 14.2 \pm 1.5 ^b	8.4 \pm 1.2 ^a 21.6 \pm 7.9 ^b
DB (μ mol/l)	3.7 \pm 0.8 3.5 \pm 0.8	2.2 \pm 1.8 4.7 \pm 2.5	3.4 \pm 0.8 ^a 5.8 \pm 2.8 ^b	2.0 \pm 1.8 ^a 6.6 \pm 3.0 ^b	3.9 \pm 0.7 ^a 11.5 \pm 6.5 ^b
IB (μ mol/l)	4.4 \pm 0.8 4.6 \pm 0.6	4.9 \pm 0.9 5.8 \pm 1.5	4.8 \pm 0.7 ^a 8.4 \pm 3.0 ^b	4.9 \pm 0.8 ^a 7.7 \pm 1.9 ^b	5.1 \pm 1.2 ^a 10.1 \pm 3.0 ^b
TPP (g/l)	59.9 \pm 12.1 56.5 \pm 12.1	67.0 \pm 10.9 50.5 \pm 14.6	56.0 \pm 12.2 57.3 \pm 13.2	59.1 \pm 11.8 ^a 74.0 \pm 8.0 ^b	68.2 \pm 10.7 ^a 88.3 \pm 6.2 ^b
Alb (g/l)	39.4 \pm 8.5 38.0 \pm 9.1	48.0 \pm 7.0 37.8 \pm 7.5	42.0 \pm 7.2 43.0 \pm 6.5	48.0 \pm 7.5 47.0 \pm 3.2	46.3 \pm 6.8 43.3 \pm 5.0
Glo (g/l)	19.8 \pm 7.0 18.5 \pm 7.3	19.2 \pm 7.1 12.8 \pm 8.3	14.9 \pm 8.8 14.3 \pm 6.7	15.6 \pm 4.8 ^a 27.0 \pm 9.1 ^b	19.2 \pm 6.5 ^a 45.0 \pm 4.1 ^b
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	25.4 \pm 5.0 25.5 \pm 5.8	28.0 \pm 4.0 24.0 \pm 6.2	20.0 \pm 5.9 20.3 \pm 4.5	20.0 \pm 6.1 23.5 \pm 8.7	20.8 \pm 6.9 19.8 \pm 2.6
Cre (mmol/l)	82.0 \pm 11.1 80.3 \pm 12.0	68.0 \pm 19.1 64.8 \pm 19.8	89.1 \pm 11.0 82.0 \pm 18.1	77.8 \pm 11.7 79.3 \pm 9.5	83.4 \pm 10.5 114.8 \pm 37.9
Cho (mmol/l)	1.0 \pm 0.4 1.0 \pm 0.5	1.1 \pm 0.4 0.8 \pm 0.5	0.9 \pm 0.5 0.7 \pm 0.2	0.8 \pm 0.5 0.5 \pm 0.2	1.1 \pm 0.4 0.8 \pm 0.2

* Packed cell volume (PCV); total bilirubin (TB); direct bilirubin (DB); indirect bilirubin (IB); total plasma protein (TPP); albumin (Alb); globulin (Glo); bicarbonate (HCO₃⁻); creatinine (Cre); cholesterol (Cho).

^a, ^b. Mean \pm SD with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

+ control; ++ infected.

have shown that there may be depressed liver function in *T. brucei* infection of mice after observing an increase in serum alkaline phosphatase and a decrease in serum cholinesterase. MOON *et al* (18) reported an increase in bromosulphophthalein retention in mice infected with *T. rhodesiense* which seemed to suggest a hepatocellular damage ; but it should be noted that bromosulphophthalein clearance could be impeded in hyperbilirubinaemic mice (7).

There have been reports of decreased plasma albumin concentrations in several trypanosome infections (1) and it is thought that the decrease could be due to plasma expansion (1), proteinuria (6) or hepatocellular damage (3, 21, 25). We found that the plasma albumin concentrations in the infected goats were unaltered which seemed to suggest that plasma expansion, proteinuria or hepatocellular damage might not have occurred significantly.

It was observed that while the plasma albumin concentration was unaltered, the total plasma protein concentration increased due to an increase in the plasma globulin concentration in the infected goats (table I). The total plasma protein concentration was reported to be decreased (14), unaltered (10) or increased (2) in trypanosome infections of goats. It was shown that total plasma protein concentration did not increase in trypanosome infected animals with little resistance, but increased in those with more resistance (1). It was proposed that there could be a non-specific polyclonal stimulation of B-lymphocytes in infected animals (16, 27) which leads to the production of greater amounts of immunoglobulins (12). The increase in the plasma globulin fraction in our study was similar to the findings in *T. vivax* infection of goats (2, 14) and in trypanosome infections of other animal species (1).

The review by ANOSA (1) does not contain any report of the acid-base balance in trypanosome infected animals. It was reported that pCO₂ increased concurrently with the plasma creatinine concentration in *T. rhodesiense* infection of mice (18), which seemed to suggest that a renal impairment like glomerulonephritis reported in similar infections (19) might have occurred resulting in the accumulation of organic acid waste products (9). Our study did not show any significant changes in the plasma bicarbonate and creatinine concentrations in the infected goats (table I). These findings seem to suggest that there may not have been considerable renal impairment in the infected goats. LOSOS and IKEDE (15) did not report any renal damage in *T. brucei* infected goats. However, anti-basement membrane glomerulopathy was reported in *T. brucei* infection of mice (6) and plasma creatinine concentration increased in *T. brucei* infection of rabbits (11).

In the present study, plasma cholesterol concentration was unaltered in infected goats. Hypercholesterolaemia has been reported in rabbits infected with *T. gambiense* (8) and *T. brucei* (11). Hypercholesterolaemia was thought to indicate an energy deficit due to liver dysfunction in trypanosome infected animals (22).

Hypercholesterolaemia has been associated with liver and kidney diseases (7, 9). The absence of hypercholesterolaemia in our study further suggests that the hepatic and renal dysfunctions may have been negligible.

Conclusion

We showed that a high *T. brucei* experimental infection of Sokoto Red goats caused hyperbilirubinaemia and hyperproteinaemia due to hyperglobulinaemia. However, no alterations were found in plasma albumin, bicarbonate, creatinine and cholesterol concentrations. These biochemical findings do not seem to suggest any considerable hepatic and renal impairments.

Acknowledgements

We thank Mr. B. AMAMASI, FIMLT, for his assistance in the laboratory analysis. We are grateful to Dangana SAUMA and Miss J.C. EMESARA for typing the manuscript and the University of Maiduguri for providing facilities and part of the funds.

IGBOKWE (I.O.), MOHAMMED (A.). Some plasma biochemical changes in experimental *Trypanosoma brucei* infection of Sokoto Red goats. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 287-290

Plasma biochemical changes were studied for 8 consecutive weeks in Sokoto Red goats experimentally infected by intravenous route injection of 1.6×10^7 *Trypanosoma brucei*. The strain 8/18 was highly infective. The mean packed cell volume significantly decreased from 1 to 8 weeks post-infection (PI) at $P < 0.05$. During this period, the mean plasma total bilirubin concentrations significantly increased ($P < 0.05$). The mean plasma direct and indirect bilirubin concentrations significantly increased from 2 to 8 weeks PI ($P < 0.05$). The mean plasma albumin concentrations did not vary significantly ($P > 0.05$), but the mean total plasma proteins and mean plasma globulin concentrations significantly increased between 5 and 8 weeks post infection ($P < 0.05$). There were no significant changes in the mean plasma bicarbonate, creatinine and cholesterol concentration ($P > 0.05$). **Key words** : Sokoto Red goat - Trypanosomiasis - *Trypanosoma brucei* - Experimental infection - Haematological change - Plasma - Nigeria.

References

1. ANOSA (V.O.). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Parts I. and II. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (1) : 65-78 ; **41** (2) : 151-164.
2. ANOSA (V.O.), ISOUN (T.T.). Serum proteins, blood and plasma volumes in experimental *T. vivax* infection of sheep and goats. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1976, **8** : 11-19.
3. ANOSA (V.O.), ISOUN (T.T.). Pathology of experimental *T. vivax* infection of sheep and goats. *Zentbl. Vet. Med. (B)*, 1983, **30** : 685-700.
4. ANOSA (V.O.), KANEKO (J.J.). Pathogenesis of *T. brucei* infection in deer mice (*P. maniculatus*). Ultrastructural pathology of the spleen, liver, heart and kidney. *Vet. Path.*, 1984, **21** : 229-237.
5. AROWOLO (R.O.A.), ELHASSAN (E.O.), AMURE (B.O.). Assessing hepatic dysfunction in rabbits experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (3) : 277-281.
6. BRUIJN (J.A.). Anti-basement membrane glomerulopathy in experimental trypanosomiasis. *J. Immunol.*, 1987, **139** : 2482-2488.
7. COLES (E.M.). *Veterinary clinical pathology*. 3rd ed. Philadelphia, London and Toronto, W.B. Saunders Company, 1980.
8. DIEHL (E.J.), RISBY (E.L.). Serum changes in rabbits experimentally infected with *T. gambiense*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1974, **23** : 1019-1022.
9. DUNCAN (J.R.), PRASSE (K.W.). *Veterinary Laboratory Medicine. Clinical Pathology*. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1977.
10. EDWARDS (E.E.), JUDD (J.M.), SQUIRE (F.A.). Observations on trypanosomiasis in domestic animals in West Africa. II. The effect on erythrocyte sedimentation rate, plasma protein, bilirubin, blood sugar, osmotic fra-

Communications

- gility, body weight and temperature in goats and sheep infected with *T. vivax*, *T. congolense* and *T. brucei*. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 1956, **50** : 242-251.
11. GOODWIN (L.G.), GUY (M.W.). Tissue fluid in rabbits infected with *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei*. *Parasitology*, 1973, **66** : 499.
12. GREENWOOD (B.M.), WHITTLE (H.C.). The pathogenesis of sleeping sickness. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1980, **6** : 716.
13. IGBOKWE (I.O.), MOHAMMED (A.). The reticulocyte response to the anaemia in goats caused by experimental *Trypanosoma brucei* infection. *Vet. Res. Comm.*, 1991, **15** : 373-377.
14. KALU (A.U.), IKWUEGBU (O.A.), OGBONNAH (G.A.). Serum protein and electrolyte levels during trypanosome infection and following treatment in the West African Dwarf goats. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1989, **37** : 41-45.
15. LOSOS (G.J.), IKEDE (B.O.). Review of pathology of disease in domestic and laboratory animals caused by *T. congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. *Vet. path. (Suppl.)*, 1972, **9** : 1-71.
16. MANSFIELD (J.M.). Immunobiology of African trypanosomiasis. *Cell. Immun.*, 1978, **39** : 204-210.
17. MEAD (R.), CURNOW (R.N.). Statistical methods in agriculture and experimental biology. London, Chapman and Hall, 1983.
18. MOON (A.P.), WILLIAM (J.S.), WITHERSPOON (C.). Serum biochemical changes in mice infected with *T. rhodesiense* and *T. duttoni*. *Exp. Parasitol.*, 1968, **22** : 112-121.
19. NAGLE (R.B.), DONG (S.), JANACEK (L.L.), GUILLOT (J.M.), LINDSLEY (H.B.). Glomerular accumulation of monocytes and macrophages in experimental glomerulonephritis associated with *T. rhodesiense*. *Lab. Invest.*, 1982, **46** : 365.
20. REGENDANZ (P.), HOEPPLI (R.). Die Einwanderung der Trypanosomen in das Gewebe und die dadurch bewirkten histopathologischen Veränderungen. *Arch. Schiffs-Tropenhyg.*, 1929, **33** : 376-387.
21. SAROR (D.I.). Observations on the course and pathology of *T. vivax* in Red Sokoto goats. *Res. Vet. Sci.*, 1980, **28** : 36-38.
22. SEED (J.R.), HALL (J.E.). Pathophysiology of African trypanosomiasis. In : TIZARD (I.). Immunology and pathogenesis of trypanosomiasis. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc., 1985.
23. SMITH (H.A.), JONES (T.C.), HUNT (R.D.). Veterinary Pathology. 4th ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1972.
24. TIETZ (N.W.). Fundamentals of Clinical chemistry. Philadelphia, W.B. Saunders, 1976.
25. VAN DEN INGH (T.S.), ZWART (D.), SCHOTMAN (A.J.H.), VAN MIERT (A.S.), VEENENDAAL (G.H.). The pathology and pathogenesis of *T. vivax* infection in the goat. *Res. Vet. Sci.*, 1976, **21** : 264-270.
26. VARLEY (H.), GOWENLOCK (A.H.), BELL (M.). Practical clinical biochemistry. Vol. I. 5th ed. London, William Heinemann Medical Books, 1980.
27. WERY (M.), MULUMBA (P.M.), LAMBERT (P.H.), KAZYLUMBA (L.). Hematological manifestations, diagnosis and immunopathology of African trypanosomiasis. *Sem. Hemat.*, 1982, **19** : 83-92.

Prevalence of gastro-intestinal nematode infection in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*) in the Butana plains, Sudan

M. Fadl¹

M. Magzoub¹

H.-J. Bürger²

FADL (M.), MAGZOUB (M.), BÜRGER (H.-J.). Prévalence des nématodoses gastro-intestinales chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) dans les plaines du Butana au Soudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 291-293

La prévalence et l'intensité des nématodoses gastro-intestinales ont été étudiées en relation avec les variations saisonnières et les pluies chez 429 dromadaires femelles présentées sur le marché de Tambul dans les plaines du Butana (Soudan), au cours des années 1985-1986. Cette étude a révélé que la prévalence de l'infection et l'intensité de la ponte des oeufs de nématodes présentent des profils saisonniers comparables. Ce caractère saisonnier est principalement dû à *Haemonchus spp.* et *Impalala spp.*, alors que *Trichostrongylus spp.* semble présent toute l'année (sous forme adulte). Il existe une bonne corrélation entre l'élévation du nombre d'oeufs et les pluies, qui assurent un développement optimal des stades pré parasitaires. **Mots clés :** *Camelus dromedarius* - Nématodose gastro-intestinale - Prévalence - *Haemonchus* - *Impalala* - *Trichostrongylus* - Variation saisonnière - Soudan.

Introduction

Sudan has the second largest population of camels in the world. Approximately three million head were recorded according to the last official census of the Ministry of Animal Resources (1984-1985). Eastern Sudan is second to Western Sudan (North Kordofan and North Darfur) in the density of dromedary camels. The Butana plains (map 1) contain the majority of camels in Eastern Sudan.

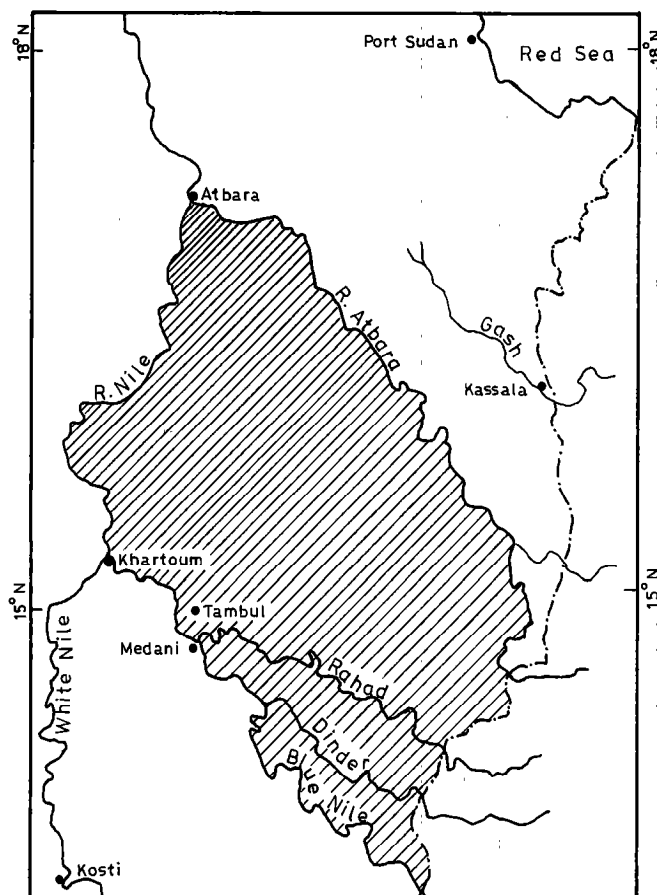
Camels contribute largely to the welfare of nomadic pastoralists as food supplier (in form of milk, meat and fat) as a carrier and as a wealth reserve beside its significant contribution to the national income (11).

The habitat in the Butana plains represents gradation between medium rich savannah in Southern extremities to a typical desert condition in the North (5). Thus the area receives annual rains ranging from 100 to 400 mm (2). Camels and camel-owners are nomadic, they tend to migrate in a North-South direction in their search for good pasture and water (2). During the rainy season (July-October) camels congregate in several hundred/km² in the middle and Northern extremity of the Butana plains (5). They adopt during this period the habit of being grazers more than browsers.

1. Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, POB 32, Khartoum North, Soudan.

2. Institut für Parasitologie, Justus-Liebig-Universität, Rudolf-Buchheim strasse 2, D-6300 Giessen, Allemagne.

Reçu le 24.9.1992, accepté le 3.3.1993.



Map 1 : Butana plains area (hatched lines) from BABIKER (1984).

Although gastro-intestinal nematodosis is a common feature among Sudanese camels, yet only a few reports on the occurrence of this infection are given by STEWARD (15), MALEK (1), ELGEZULI *et al* (7). The pathogenicity of natural and experimental haemonchosis in Sudanese camels was studied by ARZOUN (3). Due to the lack of information on their prevalence, this study was carried out to determine the prevalence and intensity of gastro-intestinal nematode infections and their relation to the seasons in Sudanese camels.

Materials and Methods

A total of 429 faecal samples were collected individually from the recta of female camels at Tambul market (110 km Southeast of Khartoum in the Butana plains) over a twelve month period (1985-1986). The camels were 3-12 years old, apparently and were presented for either slaughter or sale at the market.

Egg counts were quantified using the McMaster technique by dilution of 3 g of faeces in 45 ml of zinc chloride/sodium chloride (1.04 : 1, D=1.3) mixture as flotation solution. The number of eggs per gram of faeces was

Communications

obtained by multiplying the average number of eggs counted in the two McMaster chambers by 100 (6). Generic determination was performed on the third stage larvae from faecal cultures following the keys of GOERGI (9) and SOULSBY (14).

The monthly arithmetic mean of egg counts was determined by the standard method (10) and the point prevalence rate (PPR) was calculated according to the classical formula given by SCHWABE *et al* (12).

Rainfall data were obtained from the Meteorological Department in Khartoum.

Results

Results on the prevalence rate of gastro-intestinal nematode infection and on the intensity of egg output are summarized in figure 1. Ninety six percent of the camels examined were found to be infected in July (peak prevalence rate). Lower rates of prevalence were demonstrable from February to April and from November to January. A similar seasonal pattern was observed for the intensity of egg counts. The rainfall data indicate the highest rainfall to occur in July. The amount of eggs excreted as well as the prevalence of strongylid/trichostrongylid infections began to increase before the rains started.

Data on larval differentiation (table I) showed clearly that the abomasal worm *Haemonchus spp.*, as well as *Impalaia spp.* from the small intestine and *Oesophagostomum spp.* from the large intestine were more prevalent during the rainy season. *Trichostrongylus spp.* showed high prevalence throughout the dry and rainy seasons.

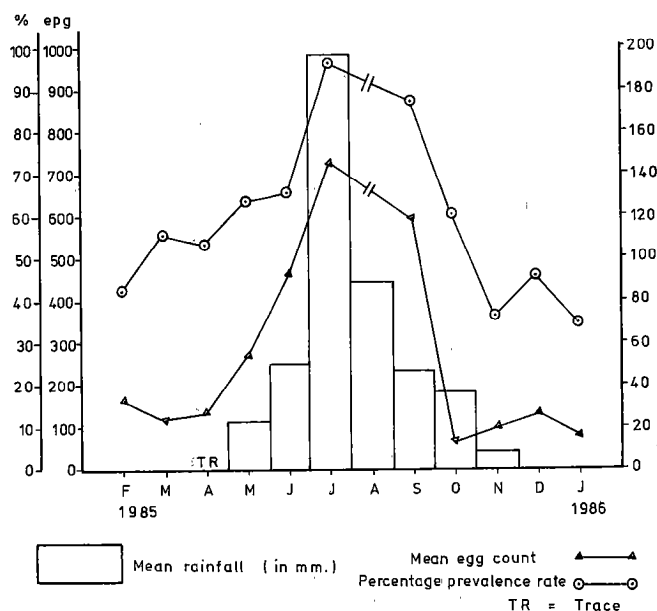


Fig. 1 : Monthly percentage prevalence rate, monthly mean of egg counts of strongyle/trichostrongyle infection and monthly mean of rainfall.

Discussion

Results of this study show that there is a definite seasonal pattern for the intensity of egg counts and the prevalence rate. The intensity of egg counts can be considered as a pretty reliable measure for pasture contamination caused by "pastoral" camels but only a tentative parameter for the worm burden. Combining the data on both, the intensity of the egg counts and the prevalence, can be interpreted as reflecting the same seasonal pattern (Fig. 1).

Comparing rainfall data with the prevalence as well as the egg counts also reveals an apparent correlation of rainfall and worm parasitism *i.e.* peaks were obtained in July.

It is possible to speculate from the decline in the rate of prevalence as well as the egg count after the peak in July that the decrease was due to a selfcure phenomenon. This occurs in other animal species particularly with *Haemonchus spp.* infections : when infective larvae are ingested, they elicit an immune response in the mucosa resulting in elimination of the already established burden of adult worms (13).

It is well established that rainfall is a crucial factor for the development of infective larvae from eggs in the faeces. It could be speculated that strongyles/trichostrongyles survive the dry season (November-March) as inhibited stages in the mucosa of the abomasum or intestine may have resumed their development early (April-May) to assure high egg production at the time when (due to rains) conditions became favourable for the development

TABLE I Percent recovery of 3rd stage larvae from individual faecal cultures of camels during the period February 1985 - January 1986.

Months	Number of faecal cultures	Tr.	Ha.	Im.	Oe.
Feb.*	16	90	44	44	00
Mar.*	37	96	25	33	04
Apr.*	52	100	38	59	08
May.**	31	98	66	55	19
Jun.**	19	81	89	72	04
Jul.**	25	100	84	79	25
Aug.**	ND	ND	ND	ND	ND
Sep.**	15	100	90	82	11
Oct.**	06	90	90	40	10
Nov.*	10	92	63	67	00
Dec.*	12	100	45	27	00
Jan.*	09	100	33	35	00

Tr. : Trichostrongylus spp. Ha. : Haemonchus spp. Im. : Impalaia spp. Oe. : Oesophogostomum spp.

ND : No data.

* : Dry season ; ** : Rainy season.

of preparasitic stages. This hypothesis is endorsed by the increased percentage of faecal samples containing *Haemonchus* spp. larvae (from May to October).

It may be could inferred from the results of larval differentiation that *Impalaia* spp. and *Oesophagostomum* spp. have a similar means of surviving unfavourable conditions as *Haemonchus* spp. (3, 4, 8). The high prevalence of *Trichostrongylus* spp. in all seasons does not exclude this possibility.

Conclusion

Gastro-intestinal nematodes of camel show a certain pattern of prevalence (and abundance) which could be a valuable prerequisite for planning anthelmintic control programme as the prevalence rate is largely governed by the season. It is evident that more information is needed to determine the way(s) by which worms survive the dry season viz as inhibited stages in the tissue of the gut or as third stage larvae in the external environment or as adult worms.

Acknowledgements

We wish to thank the Veterinary staff at Rufaa town for their help. This study, a part of the cooperation programme between the Faculty of Veterinary Science (Khartoum) and the School of Veterinary Medicine (Hannover), is financially supported by the Government of Lower Saxony (Germany) to which we are greatly thankful.

FADL (M.), MAGZOUB (M.), BÜRGER (H.-J.). Prevalence of gastro-intestinal nematode infection in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*) in the Butana plains, Sudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 291-293

The prevalence and intensity of gastro-intestinal nematode infection in their relation to season and rainfall were investigated from 429 female dromedary camels at Tambul market in the Butana plains (Sudan), during 1985-1986. The investigation revealed a similar seasonal pattern in the prevalence as well as the intensity of egg output. The seasonality is mainly brought about by *Haemonchus* spp. and *Impalaia* spp. while *Trichostrongylus* spp. seem to be present as adults throughout the year. There is a good correlation between high egg counts and rainfall ensuring optimal development of preparasitic stages. **Key words** : *Camelus dromedarius* - Gastro-intestinal nematode infection - Prevalence - *Haemonchus* - *Impalaia* - *Trichostrongylus* - Seasonal variation - Sudan.

References

1. ABDEL MALEK (E.). Helminth parasites of camel (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. *Parasitol.*, 1959, **45** : 38-39.
2. ABU SIN (M.E.). Transformation of camel breeding in the Sudan. *Nom. Peop.*, 1991, **29** : 53-60.
3. ARZOUN (I.H.). Studies on camel haemonchosis caused by *Haemonchus longistipes* Raillet and Henry 1909 in the Sudan. Ph. D. Thesis, Khartoum, Faculty of Veterinary Science, 1981.
4. ARZOUN (I.H.), HUSSEIN (H.S.), HUSSEIN (M.F.). The prevalence and pathogenesis of naturally occurring *Haemonchus longistipes* infection in Sudanese camels. *J. Comp. Path.*, 1984, **44** : 169-174.
5. BABIKER (M.M.). Abundance and economic potential of camels in the Sudan. *J. Arid. Environm.*, 1984, **7** : 377-394.
6. BÜRGER (H.J.), STOYE (M.). Kotuntersuchungstechniken. In : BÖCKELER (W.), WÜLKER (W.). eds. Parasitologisches Praktikum. Verlag Chemic, Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel, 1983. Pp. 119-125.
7. ELGEZULI (A.Y.), EISA (A.M.), ELKHAWAD (S.), ELBADAWI (K.S.). Nemafox against some gastro-intestinal nematodes of camels in the Sudan. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1978, **19** : 42-45.
8. EYSKER (M.), OGUNSUSI (R.A.). Observations on epidemiological and clinical aspects of gastro-intestinal helminthiasis of sheep in Northern Nigeria during the rainy season. *Res. Vet. Sci.*, 1980, **28** : 58-62.
9. GOERGI (J.R.). Parasitology for Veterinarians. 3rd ed. Philadelphia, Saunder Company, USAWB, 1980.
10. LEE (J.D.), LEE (T.D.). Statistics and numerical methods in basic for Biologists. England, Van Nordstrand Reinhold Company Ltd., 1982. Pp. 12-18.
11. MOHAMED SALIH (M.A.), MUSA (B.E.). Camel production as a food system (The Sudan case). In : Proceeding of the Sudan Workshop on camel production as a food system, 19-21 December 1987, Khartoum North, Sudan. Camel forum, Somali Academy of Science and Art, 1987. Pp. 12-15.
12. SCHWABE (C.W.), REIMANN (H.H.), FRANTIC (C.E.). Epidemiology in Veterinary Practice. Philadelphia, Lea and Febiger, 1977. Pp. 12-15.
13. SOULSBY (E.J.L.). The mechanisms of immunity to gastro-intestinal nematodes. In : SOULSBY (E.J.L.) ed. Biology of parasites. Emphasis on Veterinary parasites. New York, London, Academic Press, 1966. Pp. 255-276.
14. SOULSBY (E.J.L.). Helminth, Arthropods and Protozoa of domesticated animals. 7th ed. London, Baillière et Tindall, 1982.
15. STEWARD (J.S.). Note on some parasites of camel (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. *Vet. Rec.*, 1950, **62** : 835-837.

T. Baldet¹B. Geoffroy²F. D'Amico²D. Cuisance³J.-P. Bossy⁴

Structures sensorielles de l'aile de la glossine (*Diptera* : *Glossinidae*)

BALDET (T.), GEOFFROY (B.), D'AMICO (F.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.-P.). Structures sensorielles de l'aile chez la glossine (*Diptera* : *Glossinidae*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 295-302

Une étude conduite au microscope électronique à balayage chez six espèces de glossines (*Diptera* : *Glossinidae*) a permis de préciser l'identité et la distribution des structures sensorielles de l'aile, particulièrement pour les soies chimioréceptrices. Localisées uniquement sur la face dorsale de la nervure costale, elles sont plus denses sur la partie médiane. Ce travail constitue une étape avant des recherches électrophysiologiques et comportementales qui devraient permettre de mieux appréhender la perception de l'environnement par les glossines et rendre plus performantes les méthodes récentes de lutte sur le terrain. *Mots clés* : *Glossina* - Organe sensoriel - Chimiorécepteur - Aile - Microscopie électronique - France.

INTRODUCTION

Les glossines ou mouches tsé-tsé (*Diptera* : *Glossinidae*) sont des Diptères de grande importance médicale et vétérinaire, vecteurs des trypanosomoses humaines et animales en Afrique, d'où l'intérêt porté à la mise au point de méthodes de lutte dont l'efficacité dépend, en grande partie, d'une meilleure connaissance de la biologie et en particulier de l'éthologie de ces insectes.

Leur physiologie sensorielle est encore mal connue ; c'est pourtant une étape essentielle dans la compréhension des mécanismes qui gèrent leur comportement.

Les recherches concernant la vision et l'olfaction chez les glossines connaissent actuellement un essor considérable. Si les organes récepteurs des antennes (4, 25) et les ommatidies (14) sont désormais mieux connus, l'identité, la répartition et, *a fortiori*, la fonction de nombreuses autres structures sensorielles, demeurent toujours obscures.

1. Antenne ORSTOM auprès du Centre Pasteur, BP 1274, Yaoundé, Cameroun.

2. Centre ORSTOM de Montpellier, Département Santé, 911 avenue Agropolis, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 01, France.

3. CIRAD-EMVT, Centre ORSTOM de Montpellier, 911 avenue Agropolis, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 01, France.

4. INRA, Station de recherches de pathologie comparée, Service de microscopie électronique, 30380 Saint-Christol-lez-Alès, France.

Reçu le 6.11.1991, accepté le 14.8.1992.

Sur l'aile de glossine, des soies, dont la description est celle de soies chimioréceptrices, ont été observées récemment sur la nervure costale (3, 9).

Dans le cadre d'une étude portant sur la morphologie, la distribution et l'abondance de ces soies (1), l'examen au microscope électronique à balayage a permis de recenser sur les nervures costale et sous-costale de l'aile de glossine diverses structures sensorielles qui font l'objet de cet article.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude porte sur des adultes mâles et femelles de six espèces et sous-espèces de glossines d'élevage : *Glossina tachinoides* (Westwood, 1850), *G. palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949), *G. fuscipes fuscipes* (Newstead, 1910), espèces du groupe *palpalis* (mouches ripicoles) et *G. austeni* (Newstead, 1912), *G. morsitans submorsitans* (Newstead, 1910), *G. morsitans morsitans* (Westwood, 1850), espèces du groupe *morsitans* (mouches savanicoles). Tous les individus fraîchement éclos proviennent du Service d'entomologie du CIRAD-EMVT (Dr CLAIR) à Maisons-Alfort, France.

Ces espèces, en majorité d'Afrique occidentale et centrale, ont été choisies car elles sont d'un grand intérêt sur le terrain ; elles ont un rôle majeur dans la transmission des trypanosomoses africaines.

Pour l'observation en microscopie électronique à balayage (MEB), les ailes, préalablement disséquées, sont déshydratées à l'air libre puis collées sur le plot métallique d'observation au moyen d'une laque conductrice à l'argent. Les échantillons sont alors métallisés sous vide et recouverts d'une couche d'or/palladium d'environ 500 Å, puis examinés en microscopie électronique avec un appareil Zeiss DSM 950.

RÉSULTATS

Sur l'aile de la glossine (fig. 1), les épines tactiles et les soies chimioréceptrices se situent uniquement sur la nervure costale. Les autres nervures et la membrane de l'aile sont couvertes de microtriches mais dépourvues de toute soie. Seule la nervure longitudinale I porte une ou deux sensilles mécanoréceptrices isolées (3).

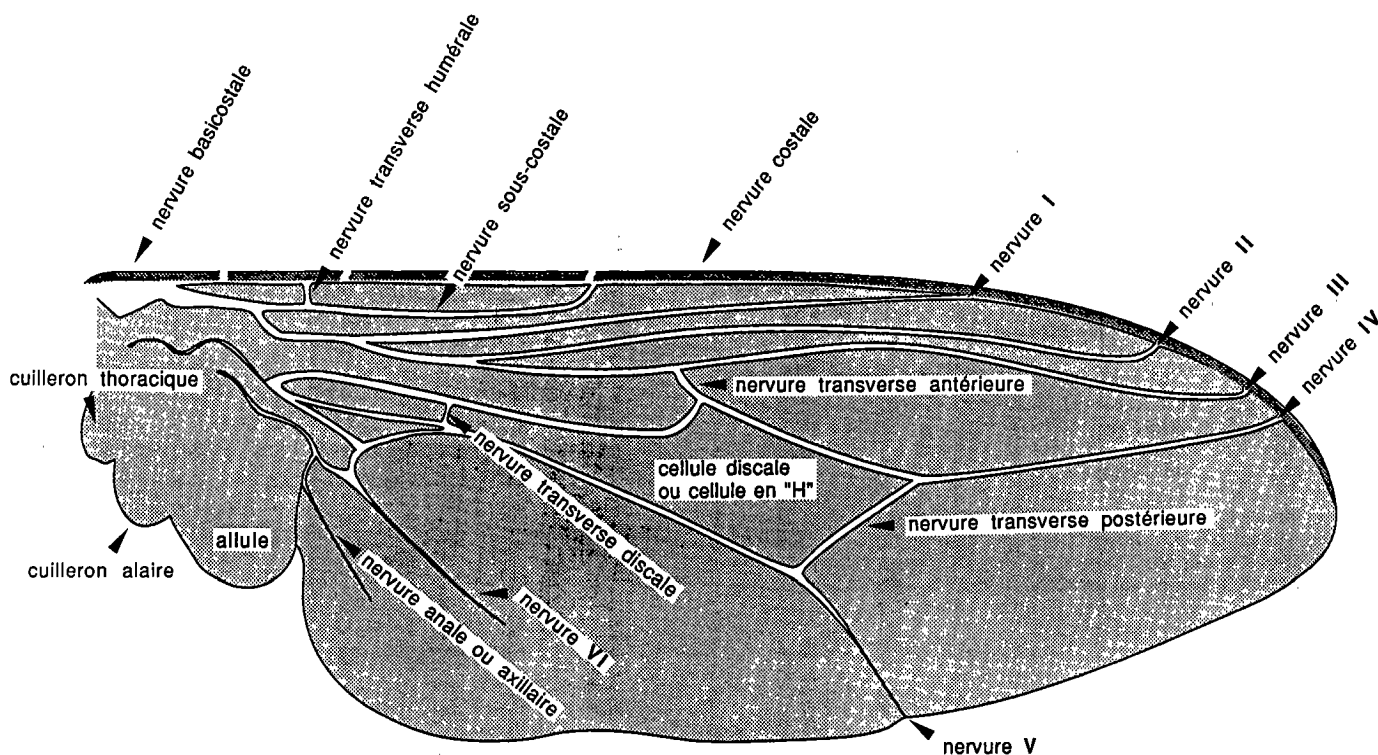


Figure 1 : Schéma général de l'aile d'une glossine.

Nervure costale

Soies tactiles

La costa, abondamment couverte de microtriches, est richement pourvue de soies et d'épines dont la structure et l'ornementation sont caractéristiques : de profonds sillons latéraux fusionnent sur la tranche supérieure le long de la soie en formant une structure en chevrons (photos 1, 2). Elles ont une forme cylindrique et élancée avec une extrémité pointue dépourvue de pore. Elles présentent ainsi la même morphologie que les soies tactiles des pattes (2).

Innervées par un unique neurone bipolaire, ces épines tactiles ont une fonction mécanosensorielle et enregistrent les mouvements de l'air et les contacts avec une surface (19).

Leur grande variété de taille et de forme a permis à LEWIS (15) de distinguer sur les pattes des glossines différents types : des soies ("bristles") et des épines primaires et secondaires ("primary spines", "secondary spines"). Sur les ailes, on retrouve ces différents types (photo 1) :

- les épines primaires sont longues et recouvrent le bord d'attaque de l'aile (E1) ;

- les épines secondaires, plus courtes, se répartissent en deux ou trois rangées sur les bordures dorsale et ventrale de la costa (EII) ;

- des épines courtes et renflées, moins nombreuses, se localisent uniquement sur la face dorsale de la nervure (ST).

On remarque enfin, chez toutes les espèces étudiées, la présence d'une épine tactile extrêmement longue située sur le bord d'attaque de l'aile au niveau de la première "fracture" de la costa (ET) (voir photo 7).

Soies chimioréceptrices

Les soies chimioréceptrices de l'aile, décrites depuis longtemps chez d'autres Diptères, notamment chez *Phormia regina* (27), ont été récemment mises en évidence chez la glossine (3, 9). Leurs critères morphologiques permettent de leur attribuer un rôle probable de chimiorécepteurs (24) ou plus exactement de soies multimodales au sens de MURPHEY *et al* (19).

Ces soies répondent à la définition générale de soies chimioréceptrices (5, 13, 24). Elles sont disséminées parmi les nombreuses épines secondaires qui garnissent la bordure de la costa (photo 1) et se répartissent sur toute la longueur de la nervure, préférentiellement sur la face dorsale de la partie médiane sous forme d'un alignement régulier (1).

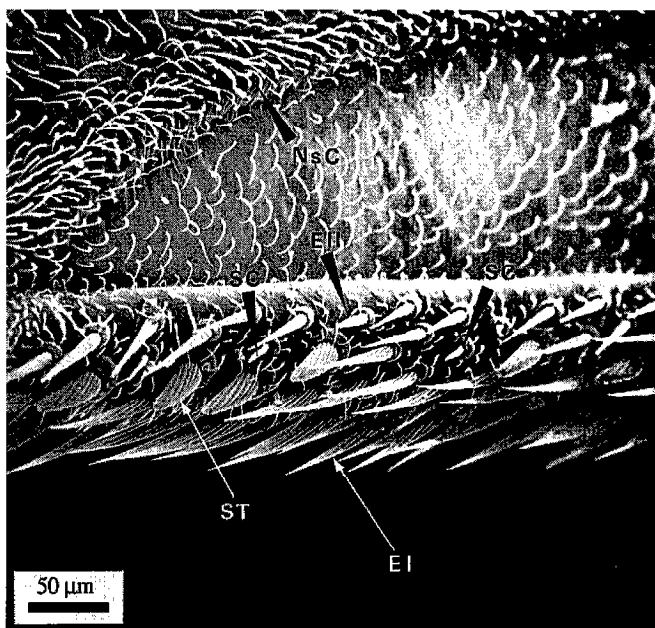


Photo 1 : Partie de la nervure costale d'une femelle de *G. tachinoides* au niveau de l'intersection avec la sous-costale. Noter les différents types de soies et d'épines tactiles. Sur la bordure, les soies chimioréceptrices, courtes, aplaties et incurvées sont disséminées parmi les nombreuses épines secondaires et se distinguent aisément des autres structures*.

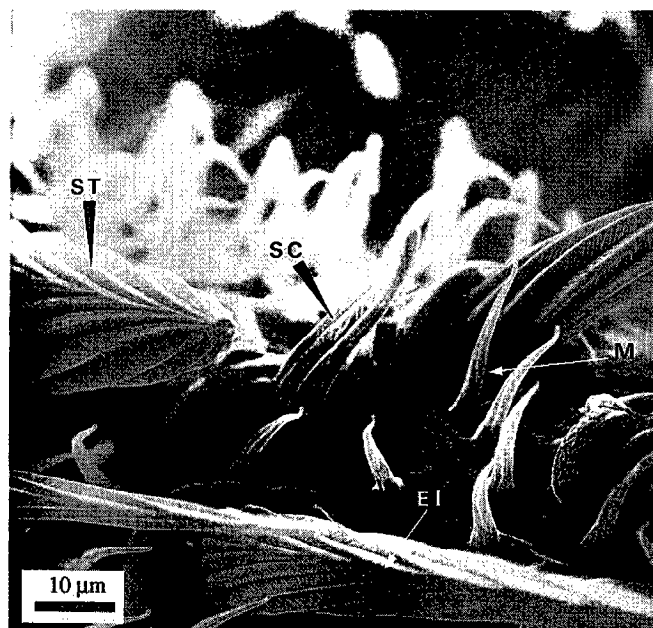


Photo 2 : Détail de la photo 1 montrant un chimiorécepteur parmi les épines tactiles et les microtriches. Noter l'ornementation caractéristique en "chevrons" de l'épine tactile et l'aspect typique de la soie chimioréceptrice. La polarité est indiquée par les soies, toutes orientées vers l'extrémité de l'aile.

Ces chimiorécepteurs sont courts (environ 50 μm) et pourvus d'une large socquette à leur embase. Leur hampe est incurvée et aplatie et leur extrémité arrondie. En plus de cet aspect typique, ils se reconnaissent à leurs sillons longitudinaux pratiquement parallèles qui délimitent des côtes (photos 2, 3). De ce fait, ils présentent les mêmes caractéristiques que les chimiorécepteurs des pattes (2). La découverte de pores situés à la base des sillons formés par les côtes du chimiorécepteur, aussi bien sur les pattes que sur les ailes, constitue un fait nouveau. Ces pores présentent un diamètre assez important mais sont, la plupart du temps, cachés par le repli de la socquette (photos 4, 5).

Structure indéterminée

Une structure cuticulaire très proche de celle observée sur le ptilinum rétracté s'observe au niveau des "fractures" de la costa (photo 6). Cette structure permet sans doute la souplesse de l'aile à ces niveaux, mais cette hypothèse reste à confirmer.

Nervure sous-costale

Mécanorécepteurs

Dénommés aussi sensilles campaniformes, ces récepteurs sont stimulés par les déformations (tension, raccourcissement) de la cuticule périphérique. Leur ultrastructure est désormais bien connue chez les insectes

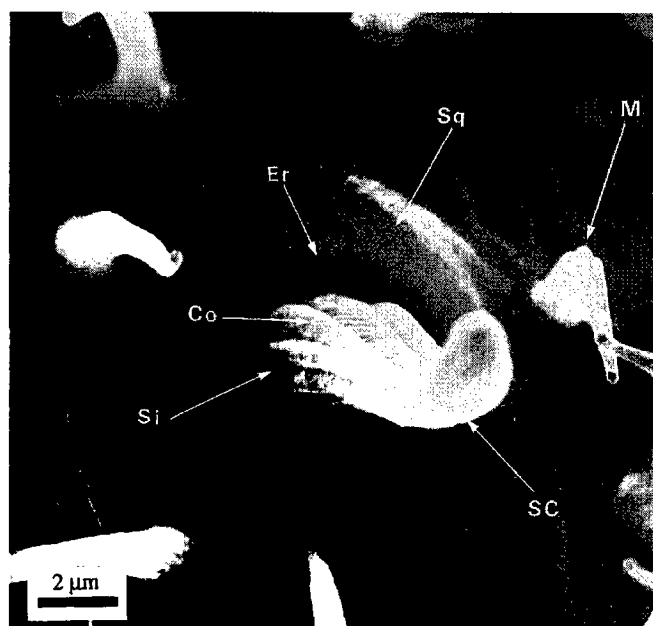


Photo 3 : Vue de face d'un chimiorécepteur de la photo 1. Les "côtes" de la soie sont délimitées par des "sillons" longitudinaux bien visibles. Noter la largeur beaucoup plus importante (environ double des autres) de la "côte" située face à "l'ergot" de la socquette. Le pore terminal n'est pas visible.

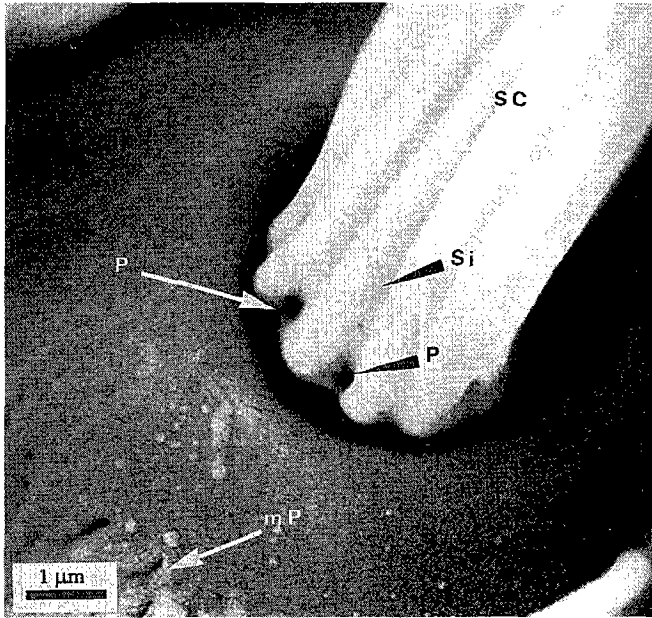


Photo 4 : Détail de la base d'un chimiorécepteur du 5e tarsomère de la patte prothoracique d'une femelle de *G. f. fuscipes* montrant les "pores" à la base des "sillons". Noter les micropores de la "socquette".

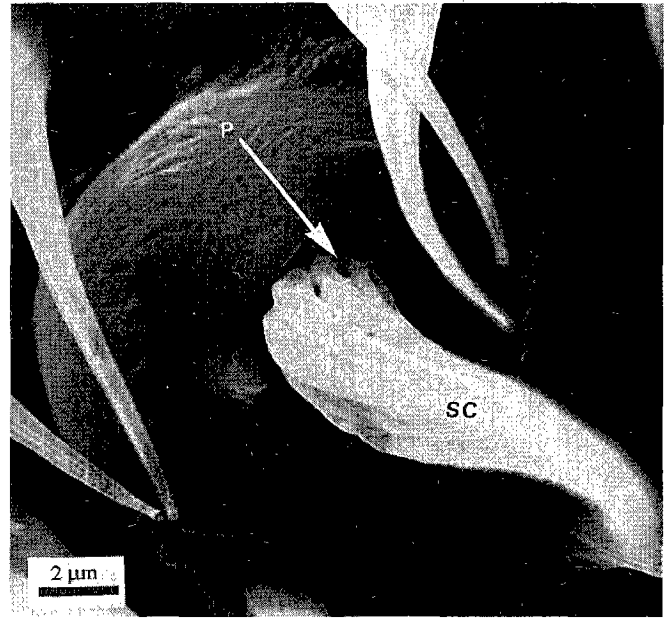


Photo 5 : Détail de la base d'un chimiorécepteur de la nervure costale (au niveau de la nervure transverse humérale) d'une femelle de *G. f. fuscipes*. Noter les "pores" à la base des "sillons".

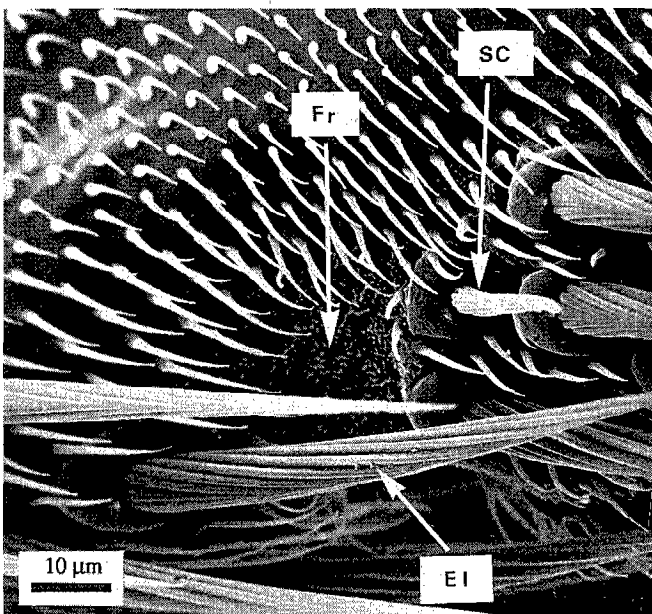


Photo 6 : Détail de la seconde "fracture" de la nervure costale chez une femelle de *G. f. fuscipes* montrant la structure cuticulaire "de replis" très proche de celle observée sur le pilinum. Noter le chimiorécepteur situé entre cette structure et les grosses épines tactiles.

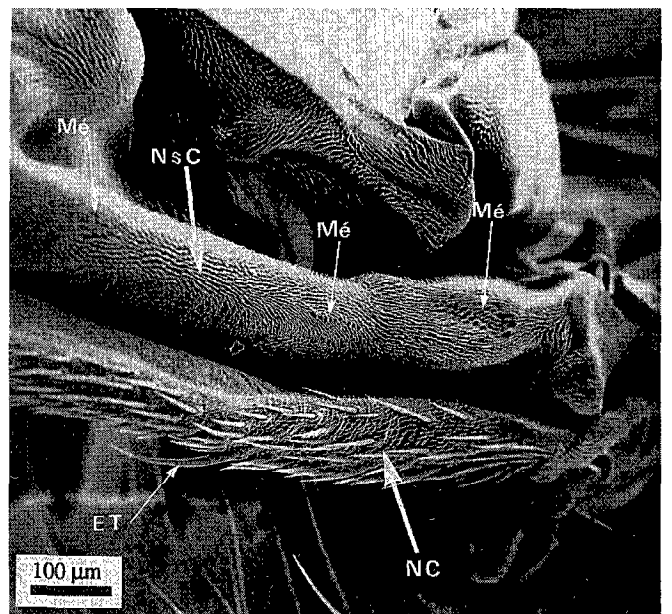


Photo 7 : Base de l'aile en vue dorsale chez une femelle de *G. tachinoides* montrant les nervures costale et sous-costale. Noter les 3 groupes distincts de mécanorécepteurs de la nervure sous-costale. Remarquer sur la costa la grande taille de l'épine tactile située au niveau de la première "fracture".

(16, 18). Ils ont globalement l'aspect de dômes aplatis entourés d'un anneau ovalaire (voir photo 10). Découverts sur les tibias chez les glossines, ils ont d'abord été identifiés comme le site de réception de la phéromone sexuelle et nommés "tibial sense organ" (23). Depuis, une étude électrophysiologique conduite chez *G. morsitans morsitans* a prouvé qu'ils ont en réalité un rôle de mécanoréception (26).

Ils se répartissent en plusieurs groupes sur la face dorsale et ventrale de la sous-costa de l'aile. Sur la face dorsale, on distingue trois groupes (Mé) (photo 7) :

- un groupe proximal composé de plusieurs rangées de mécanorécepteurs d'où se détachent vers la base deux sensilles distinctes par leur taille supérieure (photo 8) ;
- une série centrale d'environ 9 sensilles alignées, à l'aspect plutôt sphérique et proéminent (photo 9) ;
- un amas distal de 8 sensilles dont la morphologie se rapproche des mécanorécepteurs décrits précédemment au niveau des pattes (2, 23, 26) (photo 10).

Ceci illustre bien la grande diversité morphologique de ces structures mécanoréceptrices. Ainsi GNATZY *et al* (12) en ont dénombré pas moins de sept types différents sur l'aile de *Calliphora vicina* (Diptera : Calliphoridae).

On note également la présence de quelques mécanorécepteurs isolés. L'un d'entre eux se localise au niveau de la nervure transverse humérale, sous un repli de la sous-costa. Les autres se situent en position plus distale, en particulier sur la nervure longitudinale I (3). Les mécanorécepteurs sont beaucoup moins nombreux sur la face ventrale.

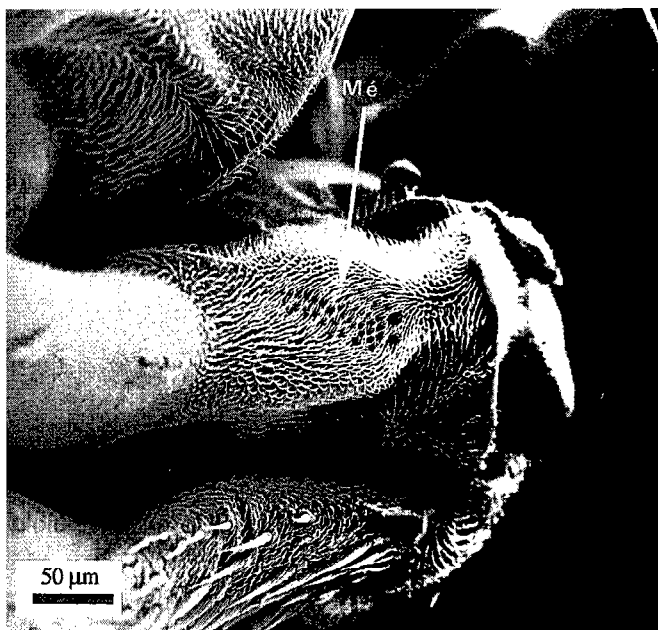


Photo 8 : Détail de la base de la sous-costa chez un mâle de *G. tachinoides*. Le groupe proximal de mécanorécepteurs s'organise en plusieurs rangées d'où se détachent vers la base 2 sensilles distinctes par leur taille.

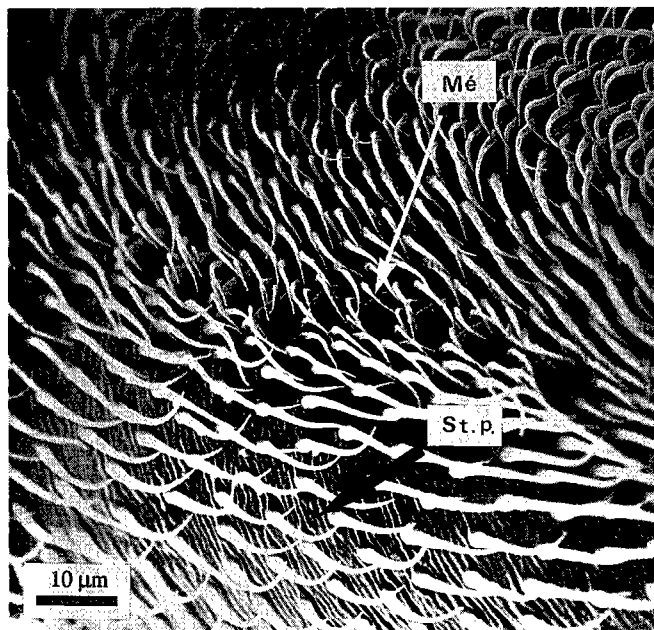


Photo 9 : Détail de la série centrale de la photo 7. On dénombre 9 mécanorécepteurs alignés, à l'aspect plutôt sphérique et proéminent. Noter sous cette rangée de sensilles la structure plissée de la cuticule.

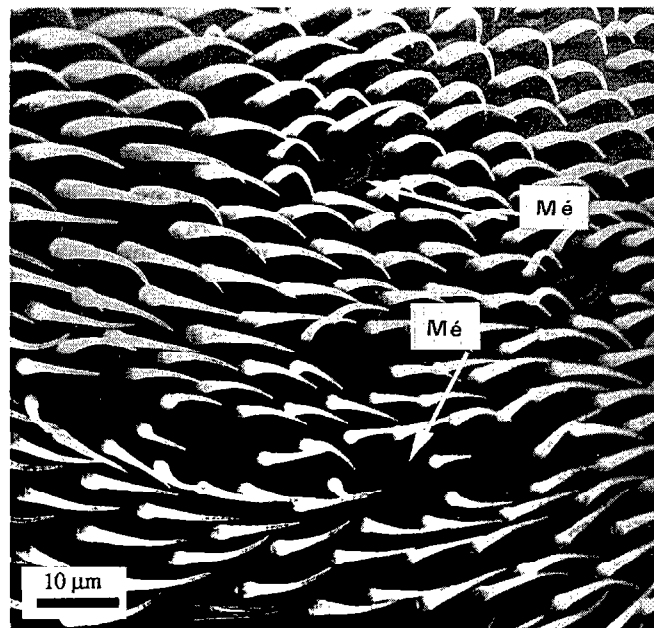


Photo 10 : Aspect des mécanorécepteurs périphériques de la sous-costa chez une femelle de *G. m. submorsitans*. Leur morphologie se rapproche des mécanorécepteurs décrits précédemment au niveau des pattes.

* Abréviations utilisées dans les photos 1 à 10.

Co : Côte ; El : Epine tactile primaire ; EII : Epine tactile secondaire ; Er : Ergot ; ET : Grande épine tactile ; Fr : Fracture ; M : Microtriche ; Mé : Mécanorécepteur ; mP : Micropore ; NC : Nervure costale ; NSc : Nervure sous-costale ; P : Pore ; SC : Soie chimioréceptrice ; Si : Sillon ; Sq : Socquette ; ST : Soie tactile ; St.p. : Structure plissée.

T. Baldet B. Geoffroy F. D'Amico D. Cuisance J.-P. Bossy

Cette distribution, semblable chez les deux sexes, s'applique aux six espèces étudiées avec cependant quelques variations individuelles. Leur répartition est très proche de celle proposée par GNATZY *et al* (12) pour *Calliphora vicina*.

Structure indéterminée

Une structure singulière s'observe sous la série centrale des mécanorécepteurs de la sous-costa. En effet, à ce niveau, la surface circulaire prend un aspect plissé évoquant un réseau de crêtes plus ou moins parallèles dont la fonction reste à préciser (photo 9).

DISCUSSION

Parmi les structures sensorielles des ailes, les sensilles campaniformes regroupées sur la sous-costa et celles isolées réparties le long des autres nervures ont une fonction mécanoréceptrice reconnue (12). La présence de mécanorécepteurs sur les ailes a été signalée chez de nombreuses espèces d'insectes (8, 17, 22). GNATZY (12) a exclu toute corrélation entre le nombre global de ces sensilles et la taille de l'aile. En fait, il a établi, en accord avec PRINGLE (22) et GETTRUP (10), que des insectes ayant un vol puissant et performant comme *Apis* ou *Calliphora* possédaient un grand nombre de mécanorécepteurs sur les ailes. Au contraire, des espèces aux comportements de vol réduits, comme *Blatella*, en comptaient beaucoup moins. Cette constatation est confirmée chez les glossines qui ont un vol puissant et rapide. Elles portent justement sur leurs ailes un nombre important de ces sensilles.

Les mécanorécepteurs regroupés sur la sous-costa réagiraient aux déformations du thorax et de la base de l'aile : les neurones issus de ces sensilles se projettent sur la partie dorsale du ganglion thoracique (11, 20). Les mécanorécepteurs isolés en position plus distale seraient sensibles aux déformations intrinsèques de la "voilure" (6). On a montré chez la drosophile que leurs projections neuronales aboutissent dans le système nerveux central (7, 21).

Pour les autres structures des ailes (soies, épines tactiles et soies chimioréceptrices), des critères morphologiques et d'innervation suffisent à leur attribuer une fonction reconnue.

En ce qui concerne les soies chimioréceptrices, un recensement quantitatif réalisé chez les six espèces étudiées montre une absence de différence entre les sexes mais en revanche une différence significative entre groupes d'espèces (1). Or, ceux-ci se caractérisent par une biolo-

gie différente, en particulier le groupe *palpalis* (mouches de galeries forestières) et le groupe *morsitans* (mouches de savanes).

Dans ces conditions, ces premiers résultats laissent supposer que ces soies pourraient jouer un rôle dans la perception de l'environnement chimique des tsé-tsé et peut-être même dans la détection de leurs hôtes nourriciers. L'aspect morphologique laisse présager un rôle plutôt gustatif qu'olfactif que des études électrophysiologiques permettront de préciser.

CONCLUSION

Ce travail apporte des précisions sur l'équipement sensoriel des soies chimioréceptrices de l'aile pour six espèces de tsé-tsé. Cette étude morphologique constitue la suite logique d'un programme de recherche, en collaboration entre l'ORSTOM et le CIRAD-EMVT, qui vise à dresser un inventaire des systèmes récepteurs des glossines. Ceci constitue une étape indispensable avant des recherches complémentaires sur leur ultrastructure. Des expériences d'ablation et de masquage de ces soies, et surtout, la mise en oeuvre de techniques électrophysiologiques, devraient permettre de mieux cerner leur rôle.

Ce travail s'inscrit dans un ensemble de recherches menées par diverses équipes sur les grandes fonctions de perception des glossines comme la vision (14) ou l'olfaction, en particulier les structures sensorielles des antennes (4, 25) et des pattes (2, 15).

Ces résultats permettent d'espérer :

- une meilleure compréhension du rôle des différentes espèces vectrices dans l'épidémiologie des trypanosomoses animales et humaines ;
- une amélioration de l'efficacité des techniques de lutte contre les tsé-tsé, en particulier celles relatives aux produits attractifs associés aux techniques de piégeage (pièges et écrans imprégnés) en plein essor actuellement.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr M. CLAIR du Service d'entomologie du CIRAD-EMVT, pour le matériel biologique, le Dr G. DEVAUCHELLE, Directeur de la Station de recherches de pathologie comparée de Saint-Christol-lez-Alès, ainsi que les Dr J.L. FREZIL et C. BELLEC pour leur aide constante.

BALDET (T.), GEOFFROY (B.), D'AMICO (F.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.-P.). Sensorial structures on the wing of *Glossina* (Diptera : Glossinidae). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 295-302

A scanning electron microscope study performed on six species belonging to the genus *Glossina* (Diptera : Glossinidae) brings new data on the identity and distribution of sensorial organs on the wings, especially the chemoreceptor hairs. The occurrence of these chemoreceptors is limited to the costal vein and they are more abundant in the dorsal zone of the median part. The present investigations supply fundamental data for future electrophysiological and behavioural research. They contribute to a better understanding of the environmental perception by these insects and hence a better knowledge of their ethology in view of improving present field control techniques.
Key words : *Glossina* - Sensory organ - Chemoreceptor - Wing - Scanning electron microscope - France.

BALDET (T.), GEOFFROY (B.), D'AMICO (F.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.-P.). Estructuras sensoriales del ala de la glosina (Diptera : Glossinidae). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 295-302

Se precisó la identidad y la distribución de las estructuras sensoriales del ala (principalmente de las sedas quimiorreceptoras) en seis especies de glosinas (Diptera : Glossinidae), mediante un estudio realizado gracias a un microscopio electrónico de barrido. Estas estructuras se encuentran exclusivamente sobre la cara dorsal de la nervadura costal y tienen mayor densidad en la parte mediana. El presente estudio es una etapa preliminar de un proyecto de investigación electrofisiológica y de comportamiento, cuya finalidad es la de obtener una mejor comprensión de la percepción del medio ambiente por parte de las glosinas, lo cual permitirá un mejoramiento de los métodos recientes utilizados para la lucha en el campo. Palabras claves : *Glossina* - Estructura sensorial - Quimiorreceptora - Ala - Microscopio electrónico - France.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDET (T.). Les chimiorécepteurs de l'aile chez la glossine (Diptera : Glossinidae). Morphologie, distribution, intérêt. Mémoire de DEA parasitologie, Université de Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc, 1991. 33 p.
- D'AMICO (F.). Morphologie, distribution et rôle des soies chimioréceptrices des pattes de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (Diptera : Glossinidae). Mémoire de DEA parasitologie, Université de Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc, 1990. 29 p.
- D'AMICO (F.), GEOFFROY (B.), CUISANCE (D.), BOSSY (J.P.). Acquisition de nouvelles données sur l'équipement sensoriel des glossines (Diptera, Glossinidae). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (1) : 75-79.
- DEN OTTER (C.J.), VAN DER GOES VAN NATERS (W.M.). Single cell recordings from tsetse antennae. In : Abstracts of the 9th Congress of the European Chemoreception Research Organisation, Noordwijkerhout, the Netherlands, September 2-7 1990. P. 15.
- DETHIER (V.G.). The Hungry fly. A physiological study of the behaviour associated with feeding. Harvard University Press, 1976. 489 p.
- DICKINSON (M.H.). Linear and nonlinear encoding properties of an identified mechanoreceptor on the fly wing measured with mechanical noise stimuli. *J. Exp. Biol.*, 1990, **151** : 219-244.
- DICKINSON (M.H.), PALKA (J.). Physiological properties, time of development and central projections are correlated in the wing mechanoreceptors of *Drosophila*. *J. Neurosci.*, 1987, **7** : 4201-4208.
- FUDALEWICZ-NIEMCZYK (W.). L'innervation et les organes sensoriels des ailes d'insectes d'autres ordres. *Acta Biol. Cracov. Zool.*, 1963, **8** : 351-462.
- GEOFFROY (B.), BALDET (T.), CUISANCE (D.), D'AMICO (F.), BOSSY (J.P.). Présence de chimiorécepteurs sur l'aile des tsé-tsé (Diptera : Glossinidae). *C. R. Acad. Sci., Paris*, 1992, **314** (III) : 351-354.
- GETTRUP (E.). Sensory regulation of wing twisting in locust. *J. Exp. Biol.*, 1966, **44** : 1-16.
- GHYSEN (A.). Sensory neurones recognise defined pathways in *Drosophila* central nervous system. *Nature*, 1978, **274** : 869-872.
- GNATZY (W.), GRUNERT (U.), BENDER (M.). Campaniform sensilla of *Calliphora vicina* (Insecta, Diptera). I. Topography. *Zoomorphol.*, 1987, **106** : 312-319.
- GRABOWSKI (C.T.), DETHIER (V.G.). The structure of the tarsal chemoreceptors of the blowfly *Phormia regina* Meigen. *J. Morphol.*, 1954, **94** (1) : 1-19.
- HARDIE (R.), VOGT (K.), RUDOLPH (A.). The compound eye of the tsetse fly (*Glossina morsitans morsitans* and *Glossina palpalis palpalis*). *J. Insect Physiol.*, 1989, **35** (5) : 423-431.
- LEWIS (C.T.). Studies concerning the uptake of contact insecticides. I. The anatomy of the tarsi of certain Diptera of medical importance. *Bull. Ent. Res.*, 1954, **45** : 711-722.
- McIVER (S.B.). Structure of cuticular mechanoreceptors of arthropods. *An. Rev. Ento.*, 1975, **20** : 381-397.
- MELIN (D.). Contributions to the knowledge of the flight of insects. Uppsala Universitets Arsskrift, 1941, **4** : 3-247.

T. Baldet B. Geoffroy F. D'Amico D. Cuisance J.-P. Bossy

18. MORAN (D.T.), CARTER ROWLEY III (J.). High voltage and scanning electron microscopy of the site of stimulus reception of an insect mechanoreceptor. *J. Ultrastruct. Res.*, 1975, **50** : 38-46.
19. MURPHEY (R.K.), POSIDENTE (D.), POLLACK (G.), MERITT (D.J.). Modality-specific axonal projections in the CNS of the flies *Phormia* and *Drosophila*. *J. Comp. Neurol.*, 1989, **290** : 185-200.
20. PALKA (J.), LAWRENCE (P.A.), HART (H.S.). Neural projections from homeotic tissue of *Drosophila melanogaster* studied in bithorax mutants and mosaics. *Devl. Biol.*, 1979, **69** : 549-575.
21. PALKA (J.), MALONE (M.A.), ELLISON (R.L.), WIGSTON (D.J.). Central projections of identified *Drosophila* sensory neurons in relation to their time of development. *J. Neurosci.*, 1986, **6** : 1822-1830.
22. PRINGLE (J.W.S.). Insect flight. Cambridge, University Press, 1957.
23. SCHLEIN (Y.), GALUN (R.), BEN-ELIAHU (M.N.). Receptors of sex pheromones and abstinons in *Musca domestica* and *Glossina morsitans*. *J. Chem. Ecol.*, 1981, **7** (2) : 291-303.
24. SLIFER (E.H.). The structure of arthropod chemoreceptors. *An. Rev. Ent.*, 1970, **15** : 121-142.
25. TCHICAYA (T.). Morphogénèse antennaire et sensibilité olfactive chez la glossine (*Diptera, Glossinidae*). Thèse Doc. ès Sci., Montpellier, USTL, 15 novembre 1990.
26. WALADDE (S.M.), KOKWARO (E.D.), GALUN (R.), CHIMTAWI (M.). Tibial campaniform sensilla of *Glossina morsitans*. *J. Insect Physiol.*, 1984, **30** : 751-756.
27. WOLBARSH (M.L.), DETHIER (V.G.). Electrical activity in the chemoreceptors of the blowfly. I. Responses to chemical and mechanical stimulation. *J. Gen. Physiol.*, 1958, **42** : 393-412.

The use of gamma irradiated *Glossina austeni* females as sentinel insects for entomological monitoring in tsetse control programmes

M.J.B. Vreysen ^{1*}

A.M.V. Van der Vloedt ²

VREYSEN (M.J.B.), VAN DER VLOEDT (A.M.V.). Utilisation de femelles *Glossina austeni* irradiées par rayons gamma comme insectes sentinelles dans les programmes de lutte contre les glossines. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 303-309

Un traitement aux rayons gamma administré à des femelles de *Glossina austeni* à la dose de 60 Gy, le 2^e ou le 9^e jour après éclosion, et à la dose de 50 Gy à l'état pupaire, soit le 33^e jour après larviposition, a induit une stérilité complète chez les mouches femelles sans changer leur comportement sexuel. Les femelles irradiées restent réceptives à l'accouplement avec des mâles non traités jusqu'au 15^e jour après éclosion (84 p. 100). Le moment du traitement (33 jours après larviposition, 2 et 9 jours après éclosion) influence significativement la dynamique du développement des follicules. Toutes les femelles traitées montrent un développement normal des follicules en position A₁ et C₁, c'est-à-dire une vitellogenèse, maturation et ovulation normales. Les follicules en position B₁ et D₁ ne se développent pas quand les femelles sont traitées à l'état pupaire et, à partir du 15^e jour, on observe des ovaires inactifs caractérisés par une atrophie des ovules et des cellules nourricières. L'irradiation des femelles âgées de 2 et 9 jours entraîne un degré de développement différent des follicules B₁ et D₁. Lors des expériences en laboratoire où des mâles non traités sont mis en présence de femelles vierges, traitées et non traitées en nombre égal, aucune tendance significative de copulation préférentielle n'a été mise en évidence. Des accouplements multiples sont observés quand des femelles traitées et non traitées sont mises en présence de mâles en plusieurs occasions. Agées de 9 jours, 24,0 p. 100 des femelles non traitées et 23,8 p. 100 des femelles traitées aux rayons gamma (60 Gy) le 2^e jour après éclosion, s'accouplent pour la 4^e fois. La réceptivité aux accouplements multiples diminue avec une dose d'irradiation plus forte (120 Gy) et quand le traitement a eu lieu sur des femelles plus âgées. Les résultats de ces expériences de laboratoire sont discutés en vue d'utiliser des femelles stériles de *G. austeni* comme insectes sentinelles dans les zones à faible densité de glossines, mais surtout, dans les régions ayant bénéficié d'un programme de lutte contre les tsé-tsé pour exposer les populations résiduelles éventuelles de glossines. *Mots clés* : *Glossina austeni* - Femelle - Stérilisation - Irradiation gamma - Lutte anti-insecte.

INTRODUCTION

Entomological monitoring using biological evaluation systems, provides essential information during tsetse control and eradication operations on the degree of control achieved at any given time. Monitoring and consequently the successful planning of a campaign depends primarily on the reliability and efficiency of the monitoring device.

1. Entomology Unit, Joint FAO/IAEA Programme, IAEA Laboratories, A-2444 Seibersdorf, Autriche.

2. Insect and Pest Control Section, Joint FAO/IAEA Division, Vienne, Autriche.

* Adresse actuelle : Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture, POB 159, Zanzibar, Tanzanie.

Reçu le 12.11.1992, accepté le 12.1.1993.

Serious problems are experienced by tsetse control officers when the wild fly population drops below the threshold level of detection of the used trapping device. Therefore, the release-recapture of gamma sterilized female tsetse flies was postulated (8) as an efficient method for the detection of low density fly populations and especially, at the end of the control programme, to confirm the status of eradication. Evidence for mating with a wild male is revealed by sperm impregnation of the spermathecae of the recaptured female and for *palpalis* species by the presence of mating scars. First laboratory observations with gamma treated *G.p. palpalis* females, revealed a normal receptivity to mating and insemination rate (8).

On the island of Unguja (Zanzibar), *Glossina austeni* is the only tsetse species present and solely responsible for the cyclical transmission of trypanosomiasis (3). Control operations, undertaken by the Tsetse Unit of the Department of Livestock Development are assisted by the UNDP/FAO Animal Disease Control project and IAEA Technical Co-operation project "The eradication of *G. austeni* from Unguja by means of the Sterile Insect Technique". Monitoring operations however, are hampered by the elusiveness of the fly and the low apparent densities over large parts of the island. The use of virgin gamma sterilized female *G. austeni* is anticipated to increase the efficiency of the global monitoring activities on the island.

Therefore, laboratory studies were initiated to examine :

- the dynamics of follicle development in gamma treated females ;
- receptivity, insemination status and fecundity of females in relation to timing of treatment and female age at mating ;
- the rate of multiple mating of untreated and treated females ;
- the mating preference of untreated males in the presence of equal densities of treated and untreated females at different ages.

MATERIAL AND METHODS

Experimental flies

The flies used in the experiments originated from Unguja (Zanzibar) island, United Republic of Tanzania. They are maintained at the Entomology Unit of the IAEA Laboratories in Seibersdorf (Austria) on a membrane feeding system since 1986. The flies were kept under

constant climatic conditions of 24 ± 1 °C and at a relative humidity of 85 ± 5 % and fed 6 times a week on frozen and thawed bovine blood through a silicone rubber membrane.

Experimental procedures

Follicle development in gamma treated females

Virgin females were given a treatment (60 Gy in air) in a ^{60}Co source on day 2 or 9 following emergence and a batch of pupae was treated (50 Gy in air) on day 33 following larviposition. Treated females were mated when 2 days old with untreated sexually mature colony males. After separation, females were kept in standard colony cages and groups of at least 5 females were dissected every 5 days for examination of the insemination status and ovarian configuration. Follicle length was measured with an ocular micrometer in the eyepiece of a phase-contrast Leitz compound microscope at x 64 magnification.

Mating response and fecundity of untreated and irradiated females

Virgin females and a batch of pupae were exposed to gamma radiation in air at doses of 60 Gy on day 2 or 9 following emergence and 50 Gy on day 33 post larviposition respectively. Receptivity of 3 to 15-day old treated ($n = 40$) and untreated females ($n = 40$) was assessed by exposing them (20 females per cage) to the same number of sexually mature males in a cage with a diameter of 20 cm and 4.5 cm high. Immediate mating response was expressed as the number of females observed *in copula* within the first 30 min of confinement. Mating pairs were isolated in plastic tubes (2.5 cm diameter and 6 cm high) and copulation time recorded. After separation, females were pooled in standard colony cages and survival and pupae production monitored for 45 days. Larviposition receptacles were examined for aborted eggs and immature larvae every 5 days. At the end of the experimental period, all females were dissected and their reproductive system examined microscopically.

Multiple mating behaviour

Virgin females were given an irradiation treatment (60 and 120 Gy in air) on day 2 (group I) and day 5 (group II) post emergence. A first mating opportunity was offered on day 3 (group I) and day 5 (group II) and receptivity assessed as described above. After termination of the mating act however, males were immediately removed, females left singly in the plastic tubes and on day 4, 7, 9 and 15

for the first group and on day 6, 8, 11 and 14 for the second group, the females were offered a 2nd, 3rd, 4th and 5th mating opportunity.

Mating preference and receptivity tests

The mating preference of untreated males and the receptivity to mating of females with increasing age was assessed by exposing the males to equal numbers of treated and untreated females. Each of 5 containers (32 cm high, 20 cm diameter) was filled with differently colour-marked untreated (UT) ($N=40$) and 60 Gy treated (T) ($N=40$) females of the following ages : +2 days, +5 days, +8 days, +11 and +14 days. For each container, 4 x 10 males were introduced, the mating pairs were removed and the type of female determined.

RESULTS

Follicle development of irradiated females

Follicle development of females treated as pupae with 50 Gy on day 33 following larviposition and with 60 Gy on day 2 and 9 following emergence is illustrated in figure 1. In all females, the radiation treatment did not inhibit vitellogenesis supported by the nurse cells of the A_1 (first follicle in ovulation sequence A.C.B.D., internal right) and C_1 follicle (second follicle to ovulate, internal left) resulting in normal growth and maturation. Only in one 20 day-old female (treated in pupal stage) was maturation of the C_1 follicle interrupted. Mature oocytes in position A_1 and C_1 ovulated normally in all flies, but no development occurred *in utero* beyond the egg stage. All degenerating A_1 and C_1 oocytes were extruded or absorbed.

No differentiation between oocyte and nurse cells was observed for the B_1 and D_1 follicles (3rd and 4th in ovulation sequence, respectively) in 89.6 % of the females treated as pupae (fig. 1a). Evidence for an initial development of a B_1 follicle was found in 3 females (10.3 %), but development was inhibited before reaching the maturation stage. From day 15 on, all flies displayed inactive ovaries characterized by atrophied oocytes and nurse cells.

In 85 % of 15-21 day old females, treated on day 2 following emergence (fig. 1b), the oocyte in position B_1 could be differentiated from its nurse cells but no advanced stage of maturation of the B_1 follicle was found. Consequently, no flies were observed with an ovulated B_1 *in utero*. Maturation of the B_1 follicle was inhibited in 38.5 % of 25-35 day old females, whereas, complete atrophy was observed in 61.5 % of the females. No evidence of development was found for a follicle in position D_1 (4th in ovulation sequence, external left).

A normal development of the B₁ follicle was observed in 55 % of 28-35 day-old females treated on day 9 following emergence (fig. 1c). However, in 35 % of the dissected females, the maturation process was inhibited. Young differentiated D₁ follicles were observed in 40 % of the dissected females from day 21 on, but none fully matured.

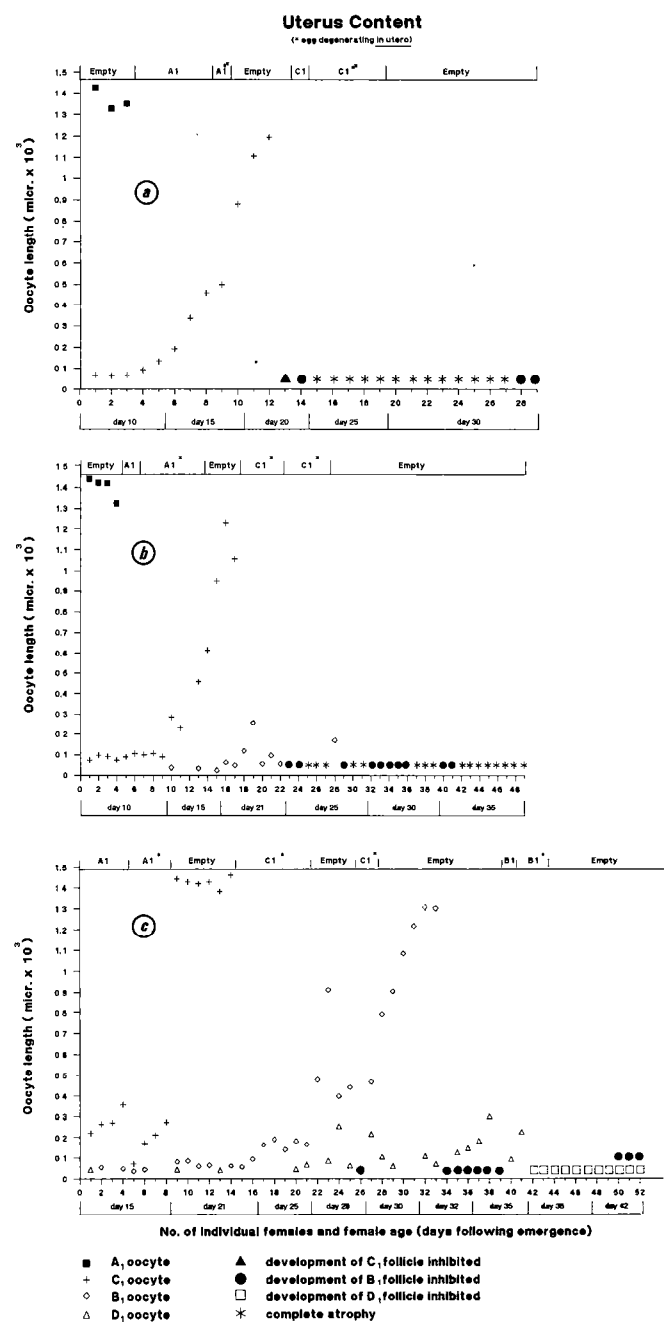


Fig. 1 : Follicle development and uterus content of *G. austeni* females, irradiated with 50 Gy on day 33 post-larviposition (a), with 60 Gy on day 2 following emergence (b), and with 60 Gy on day 9 following emergence (c). All females were mated with untreated males.

Receptivity and fecundity of untreated and irradiated females

Data on receptivity and performance of treated and untreated females are presented in table I. Untreated females displayed the highest receptivity on day 3 and 5 following emergence, with 91 and 86 % of the females observed *in copula* within 30 min. Mating of untreated females at older ages (7-15 days old) resulted in a mating response of at least 77 %. No major differences in receptivity were observed for treated females as compared to control females, with neither the moment of treatment nor the age at mating having any influence. The duration of copulation decreased in accordance with increasing age at mating *i.e.* 92 % of untreated females, mated on day 3, copulated longer than 120 min, whereas 59.5 and 91.5 % of untreated females mated on day 12 and 15 respectively, were observed *in copula* for less than 120 min. The same trend was found with irradiated females. The radiation treatment administered to pupae 3 days before emergence and to adult females had no deleterious effect on their survival (> 92 % by day 45 for all treatment groups) and insemination rate (> 95 %). Fecundity of the untreated control females decreased from 0.084 pupae/mature female day for females mated on day 3 to 0.068 and 0.052 pupae/mature female day for females mated on day 12 and 15, respectively. In addition, the number of extruded eggs/initial female increased from 0.02 (females mated on day 3) to 0.35 (females mated on day 15). No larvae were produced by the females of the different treatment groups and the number of recovered dead eggs varied from 0.9 to 1.7 per initial female.

Dissection of the females on day 45 revealed marked differences in the reproductive status of untreated and treated females. As expected, untreated females always displayed an egg undergoing normal embryogenesis or a developing larva *in utero* whereas treated females were always found with a degenerating egg *in utero* or an empty uterus due to recent expulsion of the egg. Dissection results of the treated females confirmed the above made observations on follicle dynamics, *i.e.* 97.1, 18.9 and 16.7 %, respectively of the females treated as pupae, as adults on day 2 and 9 after emergence were found with completely inactivated ovaries on day 45 (oocyte degeneration and atrophied nurse cells). Inhibition of the maturation process of the follicle in position B₁ and D₁ was found in 2.9, 81.1 and 83.3 %, respectively of the females treated as pupae, on day 2 and 9 following emergence.

Multiple mating rate

A high rate of multiple mating was observed when untreated females and females treated with 60 Gy on day 2 were offered several mating opportunities (fig. 2). It was observed that 74.2, 52.0 and 24.0 % of untreated females and 77.1, 38.9 and 23.8 % of treated females, respectively accepted a male on a second, third and fourth mating

TABLE I Receptivity and fecundity of irradiated *G. austeni* females, treated as puparia and at various ages following emergence. Adult females were treated with 60 Gy, puparia with 50 Gy.

Treatment	Mating	Mating ¹ Response (%)	Duration of copulation (min)				Insemination rate (%)	Survival ² rate (%) by day 45	Fecundity ³	Extruded eggs recovered (Number/ female)
			< 60 %	60 - < 120 %	120 - < 180 %	> 180 %				
Control	day 3	91.1	0.0	7.3	46.3	46.3	100	99.0	0.084	0.02
Control	day 5	86.7	7.7	5.1	59.0	28.2	91.4	99.7	0.085	0.17
Control	day 7	77.8	5.7	34.3	51.4	8.6	97.0	97.1	0.076	0.24
Control	day 12	82.2	2.7	56.8	37.8	2.7	97.1	96.3	0.068	0.11
Control	day 15	77.8	22.9	68.6	8.6	0.0	93.8	93.2	0.052	0.35
day 33 PL*	day 3	84.4	2.6	7.9	34.2	55.3	97.3	92.8	0.000	0.97
day 33 PL*	day 9	64.7	20.0	20.0	50.0	10.0		no record		
day 33 PL*	day 14	85.0	5.9	52.9	41.2	0.0		no record		
day 2	day 3	86.7	0.0	7.9	39.5	52.6	97.3	94.9	0.000	0.95
day 2	day 7	77.8	14.7	26.5	52.9	5.9	96.9	97.0	0.000	1.09
day 2	day 9	68.9	10.0	66.7	23.3	0.0	96.4	99.5	0.000	1.46
day 2	day 15	84.4	23.7	63.2	10.5	2.6	95.0	100	0.000	1.28
day 9	day 10	80.0	5.6	30.6	44.4	19.4	100	97.3	0.000	1.73

⁽¹⁾ Observed pairs during the first 30 min of confinement.⁽²⁾ Survival relative to mature female days.⁽³⁾ No. puparia/mature female day.

(*) Irradiated as puparia.

occasion. None of the untreated females ($n = 6$) accepted a male on day 15 (5th mating occasion) but 2 treated females ($n = 5$) were willing to copulate for the fifth time. A higher radiation dose administered on day 2, gave a mating response of 83.8 % on a first mating occasion (day 3), but receptivity dropped to 56.1, 29.7 and 9.1 % on later mating opportunities. Receptivity to remating decreased when the treatment was given on day 5 following emergence.

An average mating time of 208 ± 54 min, 199 ± 58 min and 200 ± 58 min was recorded for the first mating of untreated, 60 Gy and 120 Gy treated females, respectively. Although variations occurred in average mating time

for later matings, both untreated and treated females tended to mate less long with increasing age and number of matings (fig. 2).

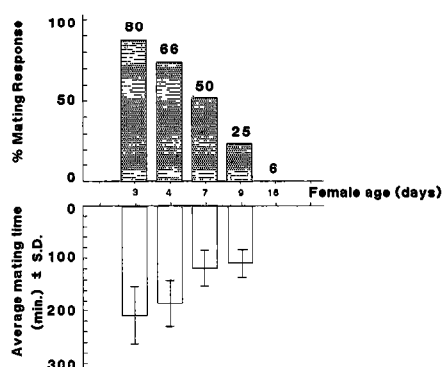
Mating preference and receptivity

Table II indicates that untreated males, irrespective of the age of the females on mating day, had no obvious preference for untreated or treated females. Although treated females were more receptive to mating in most of the test series, no significant deviations from the 1:1 (UT:T) ratio were found ($p > 0.05$).

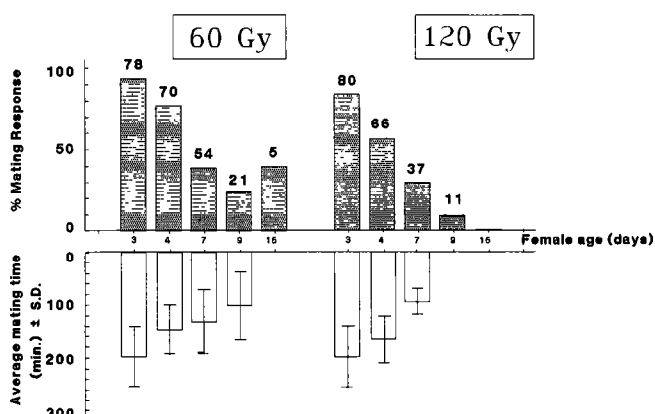
TABLE II Receptivity of untreated (UT) and treated (T) (60 Gy in air) *G. austeni* females in equal population densities (2 x 40) and mating preference of untreated *G. austeni* males.

Number of males introduced	FEMALE AGE (days following emergence)									
	+ 2 days		+ 5 days		+ 8 days		+ 11 days		+ 14 days	
	Type of female found in copula UT	T	Type of female found in copula UT	T	Type of female found in copula UT	T	Type of female found in copula UT	T	Type of female found in copula UT	T
10	4	6	4	6	5	5	4	6	5	5
10	4	6	5	5	2	8	5	5	5	5
10	4	6	5	5	6	4	7	3	6	4
10	5	5	5	5	3	7	6	4	4	6
Total	17	23	19	21	16	24	22	18	20	20

Control



Irradiation treatment: day 2



Irradiation treatment: day 5

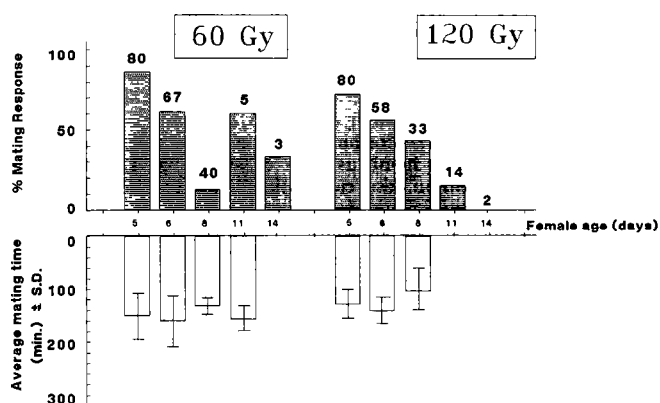


Fig. 2 : Mating response and average mating time of untreated and irradiated *G. austeni* females, mated with untreated males, during 5 mating opportunities (on day 3, 4, 7, 9 and 15 for control and treatment group day 2; on day 5, 6, 8, 11 and 14 for treatment group day 5). (Figures on top of bars indicate number of experimental females)

DISCUSSION

The findings of VAN DER VLOEDT *et al.* (8) that relatively low doses (50-60 Gy) of gamma radiation results in complete sterility in female *Glossina palpalis palpalis*, without altering their mating behaviour are corroborated by our study with female *G. austeni*. In addition, during laboratory cage tests with equal numbers of untreated and treated females, untreated males showed no significant preference to mating with either treated or untreated females.

Moreover, the present study revealed that the age of the female when the radiation treatment is administered influences significantly the dynamics of the follicle development. SAUNDERS (7) showed that the ovarian development in untreated tsetse females is characterized by a sequential maturation of the 4 egg follicles. Although ovaries are already present in the pupae seven days after larviposition (6), differentiation of oogonia into oocyte and nurse cells in the internal ovarioles and subsequently the onset of vitellogenesis supported by the nurse cells is initiated 5-10 days before emergence (9). In general, radiosensitivity of cells can be related to their proliferative activity and mitotic figure, and inversely to their degree of differentiation (2). The most radiosensitive stage encountered in *G.p. palpalis* is when the nurse cells undergo endomitotic replication of chromosomal material (9). From our observations on follicle dynamics in female *G. austeni*, endomitosis in follicles A_1 and C_1 is apparently already completed at the moment of irradiation, even when the treatment is given on day 33 post larviposition. In addition, nurse cell function was not adversely affected by the radiation treatment as vitellogenesis could proceed to completion resulting in fully matured follicles in position A_1 and C_1 .

In females treated as pupae, the absence of any differentiation between oocyte and nurse cells of follicles in position B_1 and D_1 may be associated with the lethal treatment given to the germinal tissue. No development is observed beyond the maturation of follicles A_1 and C_1 , and the ovaries enter the phase of inactivity with females displaying completely atrophied ovaries. Treatment given to adult females resulted, however, in different degrees of development of the follicles in position B_1 and D_1 , depending on the timing of the treatment. The failure to form mature ova was more pronounced when treatment was given in early life. Treating 2-day old females apparently coincided with nurse cell endomitosis of follicle B_1 and consequently, normal nurse cell function was hampered resulting in cessation of the vitellogenesis process. In addition, the fact that follicles in position B_1 did not reach maturity in 35 % of the females treated on day 9, might be an indication of radiation-induced damage to the oocyte nucleus and its adverse effect on normal nurse cell function (5).

The willingness of female *G. austeni* to accept more than once a mating in captivity was demonstrated by CURTIS (1). The same observation was made for *Glossina palpalis palpalis* by JORDAN (4) and VAN DER VLOEDT *et al* (10). The present study not only revealed that irradiated female *G. austeni* exhibit an extensive multiple mating behaviour, but also that higher radiation doses (120 Gy) and treating flies later in life (day 5) tend to decrease their remating ability.

Our findings on receptivity, mating behaviour and mating preference strongly indicate the feasibility of using radio-sterilized *G. austeni* females in the field in release-recapture exercises. After completion of control operations, it is of uttermost importance to have the assurance that no residual fly populations are present which can re-infest cleared areas. The method, however, will be limited to a yes/no determination whether relic fly pockets exist or not. Our observations on the extensive multiple mating capacity of irradiated females in captivity and the absence of mating scars (which can expose multiple matings in *palpalis* species) indicate that quantitative assessments

VREYSEN (M.J.B.), VAN DER VLOEDT (A.M.V.). The use of gamma irradiated *Glossina austeni* females as sentinel insects for entomological monitoring in tsetse control programmes. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 303-309

A 60 Gy gamma treatment administered to female *Glossina austeni* on day 2 or 9 following emergence, and likewise, a 50 Gy gamma treatment given to pupae on day 33 following larviposition, induced complete sterility in the female flies without altering their mating behaviour. Treated females remained receptive to mating with untreated males up to 15 days following emergence (mating response of 84 %). The timing of treatment (on day 33 post larviposition, on day 2 and 9 following emergence) influenced significantly the dynamics of the follicle development. Females, irrespective of their age when treatment was received, showed a normal development pattern of the follicles in position A₁ and C₁ *i.e.* normal vitellogenesis, maturation and ovulation. Females treated as pupae however, revealed no visible signs of a development of follicles in position B₁ and D₁. From day 15 on, females displayed inactive ovaries characterized by atrophied oocytes and nurse cells. Treating females on day 2 or 9 of their adult life, resulted in various degrees of development of the B₁ and D₁ follicles. During laboratory cage tests, untreated males exposed to equal numbers of virgin untreated and treated females, showed no significant preference to mating with either type of female. A high degree of multiple mating was observed when untreated and treated females were offered several mating opportunities. On day 9 following emergence, 24,0 % of untreated and 23,8 % of females treated with 60 Gy (on day 2), accepted a male during a fourth mating occasion. The receptivity to remating decreased with a higher radiation dose (120 Gy) and when treatment was given later in the female life (day 5). The results of the laboratory experiments are discussed in view of deploying gamma sterilized female *Glossina austeni* for entomological monitoring in those areas where low fly densities exist and especially, to expose potential relic fly pockets after control operations have been completed. *Key words* : *Glossina austeni* - Female - Sterilization - Gamma irradiation - Insect control.

of population densities might not be feasible. Nevertheless, this high rate of re-mating of irradiated females could be exploited in operational eradication campaigns, by releasing large quantities of sterile females in an area where prior suppression of the wild fly population has been achieved, and where releases of sterile males have not yet been initiated. The high frequency of mating of the released females might cause severe sperm depletion in wild males.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Drs R. GINGRICH and W. KLASSEN for reviewing the manuscript. We thank also the technical staff of the Tsetse Unit of the Seibersdorf Laboratory for their assistance.

VREYSEN (M.J.B.), VAN DER VLOEDT (A.M.V.). Uso de hembras de *Glossina austeni* irradiadas con rayos gamma como sentinelas en los programas de lucha contra las glosinas. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 303-309

La administración de 60 Gy gamma a hembras de *Glossina austeni*, entre el segundo y el noveno día de vida adulta y de 50 Gy gamma a pupas en el día 33 (después de la postura de las larvas), indujo la esterilidad total, sin alteración del comportamiento copulatorio. Las hembras irradiadas aceptaron la copulación con machos normales hasta 15 días después de la emergencia del estadio larval (respuesta copulatoria de 84 p. 100). La duración del tratamiento (tanto en el día 33 después de la postura de las larvas, como entre el segundo y noveno día de vida adulta), influyó de manera significativa la dinámica del desarrollo folicular. Las hembras mostraron un patrón de desarrollo normal de los folículos en posición A₁ y C₁, con vitelogené- sis, maduración y ovulación normales, sin relación alguna con el estadio al momento de la irradiación. Sin embargo, las hembras tratadas durante el estadio pupal, no mostraron signos de desarrollo folicular en las posiciones B₁ y D₁. A partir del día 15, las hembras mostraron ovarios inactivos, caracterizados por oocitos atróficos y células nodrizas. El tratamiento de las hembras entre el segundo y el noveno día de vida adulta, permitió un desarrollo folicular gradual de los folículos en B₁ y D₁. Bajo condiciones de laboratorio, los machos normales no presentaron preferencia copulatoria alguna para las hembras irradiadas o para las no irradiadas. Se observó un alto grado de copulación múltiple en los casos en los que se multiplicaron las oportunidades de copulación, tanto con las hembras irradiadas como con las no irradiadas. Al día 9 de la vida adulta, 24,0 p. 100 de las hembras no tratadas y 23,8 p. 100 de las tratadas con 60 Gy (al día 2 de vida), aceptaron al macho durante el cuarto episodio copulatorio. La receptividad a la copulación múltiple disminuyó conforme se aumentó la dosis de irradiación (120 Gy) y en los casos en los que el tratamiento fue administrado más tardíamente (5 días de edad). Se discuten los resultados de laboratorio, con el fin de utilizar hembras de *Glossina austeni* esterilizadas con rayos gamma, para el seguimiento entomológico en aquellas áreas donde las densidades de moscas son bajas y especialmente para evitar la exposición potencial una vez que se han completado las operaciones de lucha. *Palabras claves* : *Glossina austeni* - Hembra - Esterilización - Irradiación gamma - Lucha contra los insectos.

REFERENCES

1. CURTIS (C.F.). Radiation sterilization and the effect of multiple mating of females in *Glossina austeni*. *J. Insect. Physiol.*, 1968, **14** : 1365-1380.
2. DUCOFF (H.S.). Causes of death in irradiated adult insects. *Biol. Rev.*, 1972, **47** : 211-240.
3. JOHNS (D.L.). Investigations of *Glossina austeni* in Zanzibar. Annual Report 1949. East African Trypanosomiasis Research Organization, 1951.
4. JORDAN (A.M.). The mating behaviour of females of *Glossina palpalis* (R.-D) in captivity. *Bull. ent. Res.*, 1958, **49** : 35-43.
5. LaCHANCE (L.E.), BRUNS (S.B.). Oogenesis and radiosensitivity in *Cochliomyia hominivorax* (Diptera ; Calliphoridae). *Biol. Bull.*, 1963, **124** : 65-83.
6. RIORDAN (K.). Development of *Glossina palpalis* R.-D. inside the puparium. *Entomologist*, 1970, **103** : 171-181.
7. SAUNDERS (D.S.). The ovulation cycle in *Glossina morsitans* Westwood (Diptera : Muscidae) and a possible method of age determination for female tsetse flies by examination of their ovaries. *Trans. R. Ent. Soc. London.*, 1960 : 221-238.
8. VAN DER VLOEDT (A.M.V.), BARNOR (H.). Effects of ionizing radiation on tsetse biology. Their relevance to entomological monitoring during integrated control programmes using the Sterile Insect Technique. *Insect. Sci. Applic.*, 1984, **5** (5) : 431-437.
9. VAN DER VLOEDT (A.M.V.), TAHER (M.), CZOCK (K.H.), MALEKGHASSEMI (B.), HASELBERGER (N.). Laboratory studies on the sexual sterilization of the tsetse fly *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) by ionizing radiation. III. Effect of fast neutron irradiation on male and female pupae of different age. IAEA, Technical report presented at the RCM meeting, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 1976.
10. VAN DER VLOEDT (A.M.V.), TAHER (M.), TENABE (S.O.). Effect of gamma radiation on the tsetse fly *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) (Diptera, Glossinidae) with observations on the reproductive biology. *Int. J. Appl. Radiat. Isotopes*, 1978, **29** : 713-716.

Communication

Comparative study of tick burdens in Gudali and Wakwa cattle under natural infestation in the subhumid highlands of Wakwa, Cameroon. Preliminary observations

C.L. Tawah¹

TAWAH (C.L.). Étude comparative des populations de tiques sur des bovins Goudali et Wakwa dans un parcours naturel infesté de la zone sub-humide du plateau de Wakwa, Cameroun. Observations préliminaires. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 310-313

Des populations de tiques ont été observées sur des taurillons Goudali et Wakwa pendant quatre semaines, sur un parcours naturel infesté de la zone sub-humide du plateau de Wakwa au Cameroun, durant une période où le climat est reconnu pour être très favorable aux stades libres des tiques. L'objectif était de déterminer la résistance relative aux tiques des races Goudali et Wakwa, respectivement pure sang zébu et demi-sang Brahman. Cinq taurillons de chaque race ont été mis dans un même parc pendant les mois de juillet-août. Les dénombrements des tiques ont été effectués chaque semaine pendant un mois, par stade, espèce et sexe. Les résultats ont montré que les espèces adultes recueillies étaient, par ordre décroissant d'abondance : *Amblyomma variegatum*, *Rhipicephalus lunulatus* et *Hyalomma* spp. Les taurillons Wakwa présentaient davantage de tiques que les Goudali (en particulier *A. variegatum* et *Hyalomma* spp.) sans que cette différence soit statistiquement significative. La signification d'une variabilité intraraciale montre qu'une sélection pour la résistance aux tiques, surtout *Amblyomma variegatum*, pourrait être effective. Ces observations indiquent clairement qu'une étude de plus longue haleine serait nécessaire pour déterminer l'importance réelle de la différence de populations de tiques observée chez les deux races bovines, pour évaluer les mécanismes biologiques de résistance à *Amblyomma variegatum* et pour estimer l'héritabilité de la résistance aux tiques. **Mots clés :** *Amblyomma variegatum* - *Hyalomma* - *Rhipicephalus* - Tique - Zébu Goudali - Bovin Wakwa - Résistance - Zone tropicale - Cameroun.

Introduction

Ticks are ectoparasites which directly affect animal production and are responsible for the transmission of various animal diseases like cowdriosis, babesiosis, theileriosis and anaplasmosis (11). Tick-borne diseases account for about 63 % of the mortalities in Wakwa (8). Ticks, particularly *Amblyomma variegatum*, have been implicated in the clinical expression of dermatophilosis in Wakwa (20) and elsewhere (7). The effect of tick infestation on animal production has been adequately documented in Wakwa (17) and elsewhere (15). Resistance of various breeds of cattle to different species of ticks is well documented and was recently reviewed by MORRISON (10). Recent studies on resistance to cattle ticks in Australia (19), Africa (2, 13) and elsewhere (3, 18) have shown that Zebu (*Bos indicus*) cattle carry fewer ticks than European (*Bos taurus*) cattle. The degree of resistance to *Boophilus* ticks in Zebu x Taurine crosses is dependent on the level of Zebu blood (6, 19). UTECH et al (22) showed that animals selected for higher resistance to cattle ticks consistently had a lower tick burden than

contemporaries selected for lower resistance. Resistance is affected by breed, age, physiological status of cattle and season of the year (22), and level of challenge (4).

In Africa, there are more breeds of cattle and more abundant tick species than elsewhere (12). However, there is paucity of information on the density of the various African species of ticks among the different breeds of cattle. It is apparent that the long coexistence of these tick populations with the cattle populations may have influenced the resistance levels of these breeds (13). Recent work has shown a positive correlation between the number of *Amblyomma variegatum* and the extent of dermatophilosis in beef cattle (7). Also, exotic *Bos taurus* cattle in Wakwa carry more ticks than the indigenous *Bos indicus* cattle (20). Furthermore, DUMAS et al (1) found Wakwa cattle to be more susceptible than Gudali to dermatophilosis. The cost of controlling ticks by chemical treatment is exorbitant coupled with its adverse impact on the environment. A cost effective and efficient control of ticks requires the simultaneous application of dipping and use of resistant breeds of cattle. Recent tick studies in Cameroon have limited their investigations to tick populations and their relationships to seasonal weather conditions and animal growth (17). Therefore, no information is available on the relative resistance of Gudali and Wakwa cattle to prevailing tick species in Cameroon.

This paper compares the relative abundance and distribution on the host of the different species of ticks present simultaneously in Gudali and Wakwa cattle and assesses the relationship between ticks and their hosts. Such information is necessary for modelling of tick populations and formulation of tick control strategies. Also, this will facilitate the understanding of the extent to which tick resistance of the synthetic breed is compromised.

Materials and methods

Management

The environment of the Wakwa station has been described by MBAH et al (9). Major health problems include dermatophilosis and tick-borne diseases. The breeds involved in the study were described by TAWAH and MBAH (21). Briefly, Gudali is a purebred Zebu breed indigenous to the region while Wakwa is a synthetic breed involving 0.5 American Brahman and 0.5 Gudali.

Experimental device

A cattle herd consisting of 5 two-year old bulls from each Gudali and Wakwa breed, were randomly selected among young bulls from different sire herds of the Wakwa Animal Production and Extension Station of the Ministry of Livestock, Fisheries and Animal Industries. Only bulls were selected for this study because the selection of individuals for the perpetuation of cattle tick resistance genotypes is more efficient with bulls. These animals had previously been exposed to ticks on the station, although they were routinely dipped prior to the study. They had also been previously vaccinated against pasteurellosis,

1. International Livestock Centre for Africa (ILCA), POB 5689, Addis Abeba, Éthiopie.

Reçu le 8.1.1993, accepté le 16.3.1993.

anthrax, brucellosis and rinderpest as well as dewormed. All the experimental animals were grazed together in a separate paddock for a five-days adaptation period. They were then thoroughly sprayed with a deltamethrine (Butox) emulsion in a knapsack sprayer on day zero and maintained in the experimental paddock for 7 days on the Wakwa Animal and Veterinary Research Station. This paddock had been used for a non-dipped cattle tick study the previous year (17). It was therefore expected to have a high tick challenge, particularly in the months of July and August when the rains peak. Tick counting started on day 7 after spraying. The same animals were used throughout the study.

Counting of ticks

The counting and identification of ticks were carried out by a trained team. For the counting of ticks in the hosts, the animals were tethered with ropes to a wooden fence and their legs restrained. Ticks were counted (and identified on the basis of sex and species) on each part (head, back, scrotal area, abdomen, legs, hooves, ears, perineal areas, neck and shoulders) of the animal body on days 7, 11, 14 and 18 of exposure of animals to natural infestation. Adult, nymphal and larval ticks were counted. Immediately after each counting session animals were returned to the paddock. Cattle were not treated with acaricides during the study period which extended from July 27 to August 13, 1990. They were only acaricide-dipped at the end of the study. Tick counts are repeatable and tick resistance is heritable (10). Therefore, only a few tick counts are needed to determine the susceptibility of cattle to tick infestation. Relative resistance of cattle to ticks is assumed to be a function of the density of ticks. Therefore, lower tick burdens should reflect the ability of the individual animals to resist to the attachment of ticks on their body.

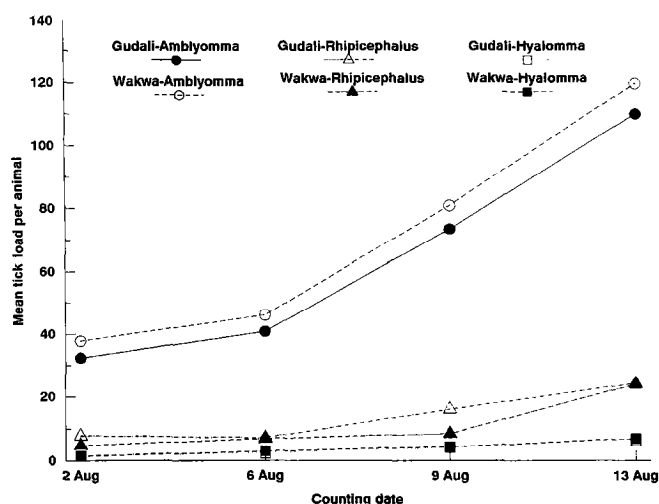


Fig. 1 : Mean tick load per animal for cattle breed and tick species.

Statistical analysis

One Wakwa bull, that must have strayed into a neighbouring herd of dipped cattle because all ticks on its body were found dead the next day of counting, was eliminated from the herd. Normal plots of tick counts suggested that the data were not normally distributed. Hence, tick count data were transformed by natural logarithm transformation and then analysed by the General Linear Models in S.A.S. (14) using a repeated measures analysis of variance technique.

Separate analyses were done for each sex of ticks. The repeated model consisted of effects of breed, within-breed, and counting date-breed interaction.

Results

Figure 1 shows that *Amblyomma variegatum* was the predominant tick species followed by *Rhipicephalus lunulatus* which was mostly found on the body of the animal (*R. turanicus* of the ears were few, in numbers and not counted on all ears) and *Hyalomma* spp. *Boophilus* spp. were few in numbers with only 5 counted on a Wakwa bull. Very few nymphae were observed during the study period. However, only adult ticks were considered in the analysis. Male *Amblyomma* and female *Rhipicephalus* ticks were generally more abundant in these animals (fig. 2) than their female and male counterparts.

There was a positive and significant correlation between the number of *Amblyomma* and *Hyalomma* (0.76) in Gudali and of *Hyalomma* and *Rhipicephalus* (0.61) in Wakwa. The correlation was also positive between the number of *Amblyomma* and *Hyalomma* (0.52) and of *Amblyomma* and *Rhipicephalus* (0.44) in Wakwa and bet-

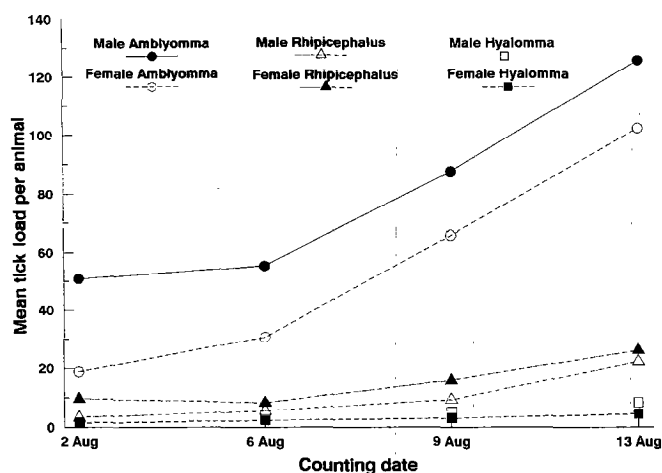


Fig. 2 : Mean tick load per animal for each species and sex of tick.

Communication

ween the number of *Amblyomma* and *Rhipicephalus* (0.42) and of *Hyalomma* and *Rhipicephalus* (0.39) in Gudali.

The overall model showed significance ($P < 0.001$) for both sexes. Within-breed effects (date effects) were highly ($P < 0.001$) significant for male and female ticks. Least-squares means for cumulative tick counts during the counting periods of day 7, 11, 14 and 18 were 6.6, 9.0, 14.0 and 26.7, respectively for male ticks and 5.6, 7.1, 13.2 and 21.5 for female ticks. Between-breed effects and the interactions between breed and date of counting were generally not significant for either sex. However, Wakwa cattle carried slightly more male ticks (12.9 ± 0.08 vs 11.9 ± 0.07) while Gudali cattle hosted slightly more female ticks (10.7 ± 0.09 vs 10.2 ± 0.10).

Tick species within breed of cattle significantly ($P < 0.001$) influenced tick counts for each sex of tick. Least-squares estimates of *Amblyomma*, *Hyalomma* and *Rhipicephalus* in Gudali were 61.7 ± 0.13 , 2.9 ± 0.13 and 7.6 ± 0.13 , and 35.9 ± 0.16 , 1.9 ± 0.16 and 13.9 ± 0.16 for male and female ticks, respectively, while in Wakwa they were 79.6 ± 0.15 , 3.4 ± 0.15 and 6.6 ± 0.15 as well as 46.2 ± 0.18 , 2.2 ± 0.18 and 8.3 ± 0.18 , respectively. There were clearly many more *Amblyomma variegatum* than *Hyalomma* spp. and *Rhipicephalus* spp. ticks in these animals. Males and females of *Amblyomma* and *Hyalomma* were more abundant in Wakwa than in Gudali cattle. On the other hand, Gudali hosted more *Rhipicephalus* ticks than Wakwa.

Discussion

Collections of ticks from the 2 breeds of cattle showed the most common species of ticks to be *A. variegatum*, *Hyalomma* spp. and *Rhipicephalus lunulatus*. *Amblyomma variegatum* was clearly the most numerous in both Gudali and Wakwa. Previous work of STACHURSKI *et al* (17) similarly showed the preponderance of *Amblyomma variegatum* in Wakwa. The results revealed significantly more male and female *Amblyomma* and *Rhipicephalus* than *Hyalomma* ticks in each cattle breed. Generally, male ticks were more abundant than females as expected. Similar results were also reported in Uganda by KAISER *et al.* (5).

The density of these species, except for *Rhipicephalus lunulatus*, was higher in Wakwa than in Gudali bulls. This suggests that Wakwa bulls are slightly more sensitive than Gudali bulls, although the difference in tickload was not statistically significant. In addition, there was a positive correlation between the number of ticks of different species in each cattle breed. These results suggest that cattle resistant to one species of ticks also tend to manifest resistance to other tick species present. Previous reports (5, 12) have also suggested that breeds which manifest greater resistance to one tick species also express resistance to other species of ticks. It has also been assumed that animals which manifest excellent resistance to different tick species are generally immuno-

competent. However, the number of tick counts was limited and the study too short to allow sound generalizations on cross-resistance among tick species. The positive correlations between the burdens of different tick species in cattle were also reported in Uganda (5). A different pattern of behaviour was observed for *Rhipicephalus lunulatus* ticks among these two cattle breeds, with Gudali hosting more ticks than Wakwa.

Although the study indicates that Wakwa animals are not significantly different in tick load from Gudali animals, Wakwa animals have been shown to be more susceptible to dermatophilosis than the latter (1, 20). Studies have also shown that the incidence of dermatophilosis in these populations can be reduced by the use of a well-controlled tick management strategy (7, 20). Recent studies in South Africa have shown that Brahman cattle when exposed to natural tick challenge tend to carry fewer ticks than crossbred *Bos indicus* x *Bos taurus* cattle (13, 16). However, these studies involved mainly *Boophilus* ticks. Moreover, American workers (3, 18) have also shown that Brahman cattle carry fewer *Amblyomma americanum* ticks than *Bos taurus* cattle in the southern part of the United States. However, the low tick density, the short duration of the study and the inadequate examination of the incidence of dermatophilosis in these herds make it difficult to generalize.

These results, however, indicate significant within breed variations in tick counts, particularly *A. variegatum*. An examination of the *A. variegatum* data confirmed this outcome, particularly with respect to Gudali bulls. It is therefore possible that selection for tick repellance and/or resistance within Gudali bulls could be effective. This behaviour of Gudali and Wakwa cattle to tick attachments under Wakwa conditions may, in fact, explain in part the individual differences in these populations with regards the incidence of dermatophilosis.

Conclusion

This study showed a tendency for Wakwa cattle to carry slightly more ticks than Gudali cattle. This difference was not significant suggesting that a similar dipping calendar could be used for both breeds as currently performed in Wakwa. It was also evident that significant within breed variation exists in tick counts. This offers an opportunity for individual selection within breed, particularly against *A. variegatum*. However, long-term studies would be necessary to clarify these findings and to determine the basis of resistance to cattle ticks.

Acknowledgements

The authors are grateful to the Directors of Wakwa Animal Production and Extension Station and Wakwa Animal and Veterinary Research Centre for providing the animals and the facilities for carrying out this work. We are greatly indebted to Dr F. STACHURSKI (CRZV Wakwa, CIRAD-EMVT) for his collaboration in setting up the protocol. Mrs E.S. MUSONGE (entomologist, CRZV

Wakwa) and F. STACHURSKI are gratefully acknowledged for their valuable assistance in the tick counting and identification. Thanks also to the technicians who provided their skilfulness during the different phases of the study.

TAWAH (C.L.), Comparative study of tick burdens in Gudali and Wakwa cattle under natural infestation in the subhumid highlands of Wakwa, Cameroon. Preliminary observations. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 310-313

The relative resistance to different ticks of Gudali and Wakwa cattle with different levels of Brahman breeding, grazed on natural pastures in the subhumid tropics of Wakwa, Cameroon, was assessed using pasture tick infestations. The basic design consisted of 5 young bulls of each breed from different sire herds. Tick populations were observed in Gudali and Wakwa bulls over a period of four weeks when the climate was thought to be highly favourable for the free-living stages of ticks. Counting of adult, larval and nymphal ticks was carried out in the morning of each counting day on the body surface of cattle after restraining them. Ticks were identified by species and sex. Repeated measures analysis of variance technique was used to account for time trends and breed differences. Results showed that Wakwa cattle carried slightly more ticks than Gudali cattle. However, this difference was not statistically significant. Significant within breed differences in tick counts suggested that selection for resistance to ticks, particularly *Amblyomma variegatum*, can be effective within each breed. The tick species recorded by order of decreasing abundance were *Amblyomma variegatum*, *Rhipicephalus lunulatus* and *Hyalomma* spp. It was clear from this study that long-term investigations would be necessary to ascertain the extent of the differences in tick counts between these two breeds of cattle and to assess the biological mechanisms of resistance to *Amblyomma variegatum* as well as to estimate the heritability of tick resistance. **Key words** : *Amblyomma variegatum* - *Hyalomma* - *Rhipicephalus* - Tick - Gudali Zebu cattle - Wakwa cattle - Resistance - Tropics - Cameroon.

References

1. DUMAS (R.), LHOSTE (P.), CHABEUF (N.), BLANCOU (J.). Note sur la sensibilité héréditaire des bovins à la streptothricose. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (3) : 349-353.
2. FIVAZ (B.H.), DE WAAL (D.T.), LANDER (K.). Indigenous and cross-bred cattle. A comparison of resistance to ticks and implications for their strategic control in Zimbabwe. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1992, **24** : 81-89.
3. GARRIS (G.I.), STACEY (B.R.), HAIR (J.A.), McNEW (R.W.). A comparison of lone star ticks on Brahman and Hereford cattle. *J. Econ. Entomol.*, 1979, **72** : 860-872.
4. HEWETSON (R.W.). The inheritance of resistance by cattle to the cattle tick. *Aust. Vet. J.*, 1972, **48** : 299-303.
5. KAISER (M.N.), SUTHERST (R.W.), BOURNE (A.S.). Relationship between ticks and Zebu cattle in Southern Uganda. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1982, **14** : 63-74.
6. LEMOS (A.M.), TEODORO (R.L.), OLIVIERA (G.P.), MADALENA (F.E.). Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera grades in Brazil. 3. Burdens of *Boophilus microplus* under field conditions. *Anim. Prod.*, 1985, **41** : 187-191.

7. MATHERON (G.), BARRÉ (N.), ROGER (F.), ROGEZ (B.), MARTINEZ (D.), SHEIKBOUDOU (C.). La dermatophilose des bovins à *Dermatophilus congolensis* dans les Antilles françaises. III. Comparaisons entre élevages infectés et indemnes. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (3) : 331-347.

8. MBAH (D.A.). Mortality due to rickettsia, trypanosomiasis, piroplasmosis and streptothricosis among six genetic groups of cattle at Wakwa. *Revue sci. tech., anim. Sci. Ser.*, 1982, **2** : 81-97.

9. MBAH (D.A.), MBANYA (J.), MESSINE (O.). Performance of Holsteins, Jerseys and the Zebu crosses in Cameroon. Preliminary results. *Revue sci. tech., agron. Sci. Ser.*, 1987, **3** : 115-126.

10. MORRISON (W.I.). Immunological control of ticks and tick-borne parasitic diseases of livestock. *Parasitol.*, 1989, **98** : S69-S85.

11. NORVAL (R.A.I.), SUTHERST (R.W.), KURKI (J.), GIBSON (J.D.), KERR (J.D.). The effect of the brown ear-tick *Rhipicephalus appendiculatus* on the growth of Sanga and European breed cattle. *Vet. Parasitol.*, 1988, **30** : 149-164.

12. RECHAV (Y.), DAUTH (J.), ELS (D.A.). Resistance of Brahman and Simmentaler cattle to Southern African ticks. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1990, **57** : 7-12.

13. RECHAV (Y.), KOSTRZEWSKI (M.W.). Relative resistance of six cattle breeds to the tick *Boophilus decoloratus* in South Africa. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1991, **58** : 181-186.

14. S.A.S. SAS/STAT Guide for personal computers. 6th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA, 1987.

15. SCHOLTZ (M.M.), SPICKETT (A.M.), LOMBARD (P.E.), ENSLIN (C.B.). The effect of tick infestation on the productivity of cows of three breeds of cattle. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1991, **58** : 71-74.

16. SPICKETT (A.M.), DE KLERK (D.), ENSLIN (C.B.), SCHOLTZ (M.M.). Resistance of Nguni, Bonsmara and Hereford cattle to ticks in a Bushveld region of South Africa. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1989, **56** : 245-250.

17. STACHURSKI (F.), MUSONGE-TANYIMBOH (E.N.), SALIKI (J.T.), ACHU-KWI (M.D.). Étude de l'impact d'une infestation naturelle par les tiques sur la croissance de Zébus Goudali. Cameroun, IRZ Wakwa, Rapport d'activités 1989/1990.

18. STROTHER (G.R.), BURNS (E.C.), SMART (L.I.). Resistance of purebred Brahman, Hereford and Brahman x Hereford crossbred cattle to the lone star tick, *Amblyomma americanum* (Acarina : Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 1974, **11** : 559-563.

19. SUTHERST (R.W.), MAYWALD (G.F.), BOURNE (A.S.), SUTHERLAND (I.D.), STEGEMAN (D.A.). Ecology of the cattle tick (*Boophilus microplus*) in subtropical Australia. II. Resistance of different breeds of cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, 1988, **39** : 299-308.

20. TANYA (V.N.), SALAH (J.N.S.). Epizootiological observations on bovine cutaneous streptothricosis at Wakwa, Ngaoundere, Cameroon. *Revue sci. tech., anim. Sci. Ser.*, 1985, **1** : 61-64.

21. TAWAH (C.L.), MBAH (D.A.). Cattle Breed evaluation and improvement in Cameroon. A review of the situation. Wakwa, Cameroon, Institute of Animal Research, 1989.

22. UTECH (K.B.W.), WHARTON (R.W.), KERR (J.D.). Resistance to *Boophilus microplus* (Canestrini) in different breeds of cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, 1978, **29** : 885-895.

Disposition kinetics of gentamicin following repeated parenteral administration in buffalo calves (*Bubalus bubalis*)

Satish K. Garg ¹

B.D. Garg ²

GARG (SATISH K.), GARG (B.D.). Cinétique d'absorption et d'élimination de la gentamicine chez le bufflon (*Bubalus bubalis*) après administration parentérale répétée. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 315-317

La cinétique d'absorption et d'élimination de la gentamicine a été déterminée chez des bufflons après administration parentérale répétée de 5 mg/kg de poids vif. Les demi-vie d'absorption ($t_{1/2K_a}$) et d'élimination ($t_{1/2\beta}$) ont été respectivement de $0,40 \pm 0,12$ et $4,33 \pm 0,39$ h. La comparaison statistique des valeurs des déterminants pharmacocinétiques établis dans la présente étude, avec les valeurs correspondantes obtenues après une seule injection intramusculaire de la même dose que dans une étude antérieure de GARG et GARG (1990), a révélé que l'administration répétée de gentamicine influence son profil pharmacocinétique, la demi-vie d'élimination étant statistiquement plus longue ($P < 0,05$). La valeur constante du taux d'élimination étant diminuée, les doses ultérieures doivent être réduites, en particulier en cas d'insuffisance rénale. Dans le cas contraire, les doses de gentamicine à administrer n'ont pas lieu d'être modifiées. *Mots clés* : Buffle - *Bubalus bubalis* - Pharmacocinétique - Gentamicine - Dosage biologique - Inde.

INTRODUCTION

Gentamicin, a bacterial aminoglycoside antibiotic has gained widespread acceptance in veterinary medicine against several Gram-negative aerobic and some of the Gram-positive microbes. The high potential for oto-, hepato-, nephro- and immunotoxicosis (1, 2, 3, 6, 11) warrants the generation of a detailed pharmacokinetic profile for its judicious and safe use in animals. Data on the pharmacokinetics of gentamicin in buffalo calves following a single intramuscular (IM) or intravenous (IV) administration have been reported previously (5, 7). Gentamicin has the tendency to accumulate in higher concentrations in kidneys (4, 8). Tissue binding of this drug may not be influencing the pharmacokinetic behaviour of the drug. Therefore, the present study was undertaken to investigate the disposition kinetics of gentamicin following two consecutive doses *i.e.* first intravenous followed by intramuscular 9 h after the first injection.

1. College of Veterinary Science and Animal Husbandry, Mathura-281001, Inde.

2. Department of Veterinary Pharmacology, Haryana Agricultural University, Hisar-125004, Inde.

Reçu le 26.2.1991, accepté le 5.2.1993.

MATERIALS AND METHODS

Animals and treatment

The study was conducted in four clinically healthy male Murrah buffalo calves 8 to 10 months old and weighing between 60-75 kg. Animals were maintained on greed fodder and wheat straw. Water was provided *ad libitum*. Animals were acclimatised for 8-10 days prior to start of the experiment.

Gentamicin sulfate* was administered intravenously at the dose rate of 5 mg/kg body weight. Seven days after the first IV injection, blood samples were collected and the same dose of gentamicin given again by the intravenous route ; 9 h after the latter dose, blood samples were collected and the same dose of gentamicin administered intramuscularly in the neck region.

Collection of blood samples and assay

Blood samples were collected by jugular venipuncture 5, 10, 15, 30 and 45 min and 1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 9, 12 and 24 h after the first intravenous injection and at the same time intervals after IM injection. Plasma was separated and stored at -20°C until assayed for gentamicin concentration within 15 days after the collection of blood samples. Plasma concentration of gentamicin was determined using the solid phase ^{125}I labelled coat-A-count radio-immunoassay kits** by the procedure described by GARG and GARG (1990). The sensitivity of the assay was $0.1\ \mu\text{g/ml}$.

Pharmacokinetic analysis

Plasma gentamicin levels following the first intravenous injection @ 5 mg/kg (7), second intravenous injection (only one point *i.e.* 9 h) and the third intramuscular dose 9 h after the second IV dose were fitted simultaneously to derive the absorption and elimination rate constants following the IM dose taking into consideration the bioavailability factor (calculated by the non-compartmental approach)

* Hindustan antibiotics Ltd, Pune, India

** Diagnostic products corporation, USA.

using a computer program for the non-linear regression analysis adapted from Multi (14). The peak plasma drug concentration (C_{max}) and the time for achieving this maxima (t_{max}) were read directly from the plasma concentration versus time profile.

The data generated in the present study were compared statistically (13) with the data of single IM administration of gentamicin (5 mg/kg) in buffalo calves reported earlier (5). Values in the text are reported as mean \pm SE.

RESULTS AND DISCUSSION

Mean plasma gentamicin concentrations at different time intervals following IM injection (5 mg/kg body) 9 h after the preceding IV administration (same dose) are given in table I. Immediately before the administration of the IM dose, plasma drug concentration was $1.76 \pm 0.19 \mu\text{g/ml}$ (9 h after the IV injection), and peaked (C_{max} : $10.48 \pm 1.53 \mu\text{g/ml}$) at 45 min (t_{max}). The drug could be detected in the plasma until 24 h post-injection ($1.17 \mu\text{g/ml}$).

Pharmacokinetic determinants describing the absorption and elimination of gentamicin are presented in table II. Following the second IM injection, absorption of the drug into the blood stream was slower ($t_{1/2Ka}$: 0.40 ± 0.12 h) compared to the single IM data ($t_{1/2Ka}$: 9.03 min), but non significant. The elimination half life in this study was found

TABLE I Plasma concentrations of gentamicin at 9h after the intravenous administration (5 mg/kg) and at various time intervals following the intramuscular administration at same dose level in buffalo calves 9h after the intravenous injection.

Time interval (min)	Mean \pm SE
540 (I.V.)	1.76 ± 0.19
5 (I.M.)	5.71 ± 1.21
10	7.12 ± 1.19
15	8.40 ± 0.98
30	9.14 ± 0.85
45	10.48 ± 1.53
60	9.12 ± 0.84
90	7.54 ± 0.80
120	6.54 ± 0.57
180	4.96 ± 0.55
360	3.30 ± 0.39
540	2.22 ± 0.16
720	1.55 ± 0.22

Data are Mean \pm SE of four animals.

to be significantly ($P < 0.05$) longer (4.33 ± 0.39 h) than the corresponding value following single IM administration (3.32 h) reported earlier (5). Our observations suggest that a repeated administration of gentamicin in buffalo calves alters the disposition kinetics of the drug. The affinity of gentamicin to accumulate in the renal tissues may be due to the longer biological half-life of the drug. Similar observations have been reported for cats (9), rats (10), human beings (12) and cows (8).

Extended biological half-life of gentamicin suggests that the dosage or the frequency of administration may be decreased and duration of treatment may also be adjusted particularly in animals which seem to be at risk for nephrotoxicosis. However, in animals with acceptable renal functions, dosage regimen does not need to be altered (8).

ACKNOWLEDGEMENTS

The financial assistance in the form of Senior Research Fellowship to SKG by the Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi and Indian Council of Agricultural Research, New Delhi is thankfully acknowledged. Authors feel highly obliged to the referee for assistance in the analysis of pharmacokinetic data with using a computer program.

TABLE II Pharmacokinetic parameters after an administration of gentamicin (biexponential model, simultaneous fit of the 2 I.V. and I.M. administrations).

Parameter	Mean \pm SE
K_a (h^{-1})	2.299 ± 0.70
$t_{1/2Ka}$ (h)	0.40 ± 0.117
β (h^{-1})	0.16 ± 0.015
$t_{1/2\beta}$ (h)	4.33 ± 0.39
V_c (l.kg^{-1})	0.07 ± 0.009
t_{max} (h)	0.45 ± 0.000
C_{max} ($\mu\text{g/ml}$)	10.48 ± 1.53

Data are Mean \pm SE of four animals.

K_a : rate constant of absorption; $t_{1/2Ka}$: absorption half life; β : rate constant of elimination; $t_{1/2\beta}$: elimination half life; V_c : volume of central compartment; t_{max} : time to achieve the peak plasma concentration; C_{max} : peak plasma concentration.

GARG (SATISH K.), GARG (B.D.). Disposition kinetics of gentamicin following repeated parenteral administration in buffalo calves (*Bubalus bubalis*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 315-317

Disposition kinetics of gentamicin was determined in buffalo calves following repeated parenteral administration of 5 mg/kg body weight. The absorption ($t_{1/2 K_a}$) and elimination half-life ($t_{1/2 \beta}$) were found to be 0.40 ± 0.12 and 4.33 ± 0.39 h, respectively. Statistical comparison of the values of pharmacokinetic determinants generated in this study with the corresponding values following single intramuscular injection at the same dose level as reported earlier by GARG and GARG, 1990, revealed that the consecutive administration of drug influenced the pharmacokinetics profile of gentamicin. Elimination half-life was significantly longer ($P < 0.05$). Since elimination rate constant value was significantly reduced, the subsequent dosage will have to be reduced particularly if kidney functions are not normal. Otherwise, dosage regimen need not be changed. *Key words* : Buffalo - *Bubalus bubalis* - Pharmacokinetics - Gentamicin - Dose level - India.

GARG (SATISH K.), GARG (B.D.). Cinética de disposición de la gentamicina como resultado de la administración parenteral repetida en terneros de búfalo (*Bubalus bubalis*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 315-317

Se determinó la cinética de disposición de la gentamicina en terneros de búfalo como resultado de una administración parenteral repetida de 5 mg/kg peso vivo. La absorción ($t_{1/2 K_a}$) y la vida media de eliminación ($t_{1/2 \beta}$) fueron de $0,40 \pm 0,12$ y $4,33 \pm 0,39$ h respectivamente. La comparación estadística de los valores de los determinantes farmacocinéticos generados en este trabajo, en relación con los valores correspondientes después de una sola inyección intramuscular de la misma dosis (tal y como lo reportaron con anterioridad GARG y GARG (1990)), reveló que la administración continua de la droga influencia el perfil farmacocinético de la gentamicina. La vida media de eliminación fue significativamente más larga ($P < 0,05$). En vista de que el valor constante de la tasa de eliminación se redujo significativamente, las dosis subsiguientes deben disminuirse, particularmente en caso de función renal anormal. En todos los otros casos, no es necesario un cambio en la dosificación. *Palabras claves* : Búfalo - *Bubalus bubalis* - Farmacocinética - Gentamicina - Nivel de dosificación - India.

REFERENCES

1. CONZELMAN (G.M.). Pharmacotherapeutics of aminoglycoside antibiotics. *J. Am. Med. Assoc.*, 1980, **176** : 1078-1080.
2. EXON (J.H.), STEVENS (M.G.), KOLLER (L.D.), MATHER. (G.G.). Immunotoxicity assesement gentamicin and liquamicin . *Vet. Human Toxicol.*, 1989, **31** : 427-430.
3. FRAZIER (D.L.), AUCOIN (D.P.), RIVIERE (J.E.). Gentamicin pharmacokinetics and nephrotoxicity in naturally acquired and experimentally induced disease in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1988, **192** : 57-63.
4. GARG SATISH (K.), GARG (B.D.). Residues of gentamicin in buffalo calves (*Bubalus bubalis*) and doemstic fowl (*Gallus domesticus*). *Curr. Sci.*, 1988, **59** : 97-99.
5. GARG SATISH (K.), GARG (B.D.). Pharmacokinetics and plasma protein binding of gentamicin in *Bubalus bulalis* calves. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, 1990, **13** : 105-108.
6. GARG SATISH (K.), GUPTA (R.P.), VERMA (S.P.), GARG (B.D.). Adverse effects of daily administration of gentamicin for a week in buffalo calves (*Bubalus bubalis*). *Indian J. Anim. Sci.*, 1989, **59** : 1101-1103.
7. GARG SATISH (K.), VERMA (S.P.), GARG (B.D.). Disposition kinetics of gentamicin in buffalo calves (*Bubalus bubalis*) following single intravenous administration. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, 1991, **14** : 335-340.
8. HADDAD (N.S.), RVIS (W.R.), PEDERSOLI (M.W.), CARSON Jr (R.L.). Pharmacokinetics and tissue residues of gentamicin in lactating cows after multiple intramuscular doses are administered. *Am. J. Vet. Res.*, 1987, **48** : 21-27.
9. JACOBSON (E.R.), GROFF (J.M.), GROWNWALL (R.R.), MORELAND (A.F.), CHUNG (M.). Serum concentrations of gentamicin in cats. *Am. J. Vet. Res.*, 1985, **46** : 1356-1358.
10. LUFT (F.C.), KLEIT (S.A.). Rcnal parenchymal accumulation of aminoglycoside antibiotics in rats. *J. Infec. Dis.*, 1974, **130** : 656-659.
11. PAAPE (M.J.), NICKERSON (S.C.), ZIV (G.). *In vivo* effects of chloramphenicol, tetracycline and gentamicin on bovine neutrophil function and morphological features. *Am. J. vet. Res.*, 1990, **51** : 1055-1061.
12. SCHENTAG (J.J.), JUSKO (W.J.), VANCE (J.W.), CUMBO (T.J.), ABRUTYN (E.), DALATTRE (M.), GERBRACHT (L.M.). Gentamicin disposition and tissue accumulation on multiple dosing. *J. Pharmacokinet. Biopharm.*, 1977, **5** : 559-579.
13. SNEDECOR (W.G.), COCHRAN (G.W.). Statistical methods. 6th ed. New Delhi, Oxford and IBH Pub. Co., 1967.
14. YAMAOKA (K.Y.), TANIGAWARA (T.), NAKAGAWA (T.), UNO (T.). Pharmacokinetic analysis program (Multi) for micro-computer. *J. Pharmacobio- Dyn.*, 1981, **4** : 879-889.

Communication

A note on the haemogram of the dromedary camel in Bahrain

A.B.M. Ibrahim ¹

A.A. A/Gaffar ¹

A.A. Gameel ²

N.M. Nayel ¹

A. A/Gaffar ¹

M. El Gailani ¹

IBRAHIM (A.B.M.), A/GAFFAR (A.A.), GAMEEL (A.A.), NAYEL (N.M.), A/GAFFAR (A.), EL GAILANI (M.). Note sur l'hémogramme du dromadaire à Bahrain. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 318-320

Les hémogrammes de 186 dromadaires de selle femelles et 115 mâles ont été étudiés. Les frottis sanguins ne comportaient pas de parasites sanguins, y compris *Trypanosoma evansi*. Cependant, 72 p. 100 des femelles et 80 p. 100 des mâles présentaient des parasites gastro-intestinaux. Chez les femelles infectées, les valeurs des numérations érythrocytaires, Hb et Ht étaient significativement plus faibles que chez les animaux non infectés mais la proportion d'éosinophiles était plus grande. Les valeurs de l'hémogramme étaient respectivement les suivantes pour les femelles et les mâles non infectés : Hb 11,4 ± 1,8, 11,0 ± 1,0 g/dl ; Ht 0,295 ± 0,033, 0,287 ± 0,043 l/l ; nombre de GR 9,01 ± 1,21, 8,26 ± 1,62 x 10¹²/l ; VGM 32,8 ± 3,7, 34,8 ± 5,1 fl ; TMCH 13,0 ± 2,1, 13,3 ± 1,3 pg ; CCMH 38,7 ± 6,2, 38,3 ± 3,6 g/dl ; numération leucocytaire 14,09 ± 4,03, 10,24 ± 2,01 x 10⁹/l ; neutrophiles 6,46 ± 1,64, 4,67 ± 1,23 x 10⁹/l ; lymphocytes 6,78 ± 1,27, 4,74 ± 1,19 x 10⁹/l ; éosinophiles 0,56 ± 0,49, 0,56 ± 0,44 x 10⁹/l ; monocytes 0,27 ± 0,14, 0,26 ± 0,09 x 10⁹/l. Les valeurs moyennes correspondantes chez les animaux infectés étaient les suivantes : Hb 10,01 ± 1,35, 11,55 ± 1,21 g/dl ; Ht 0,261 ± 0,033, 0,304 ± 0,041 l/l ; nombre de GR 7,52 ± 1,79, 8,40 ± 1,54 x 10¹²/l ; VGM 34,6 ± 4,3, 36,0 ± 4,9 fl ; TCMH 13,3 ± 1,8, 13,8 ± 1,4 pg ; CCMH 38,3 ± 5,2, 38,2 ± 4,0 g/dl ; numération leucocytaire 10,50 ± 2,47, 9,55 ± 1,88 x 10⁹/l ; neutrophiles 5,18 ± 1,41, 4,51 ± 0,99 x 10⁹/l ; lymphocytes 4,37 ± 1,37, 4,12 ± 1,08 x 10⁹/l ; éosinophiles 0,69 ± 0,41, 0,61 ± 0,43 x 10⁹/l ; monocytes 0,28 ± 0,17, 0,29 ± 0,14 x 10⁹/l. Les résultats sont discutés et comparés aux observations antérieures réalisées dans d'autres pays. **Mots clés :** Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Hémogramme - Sang - Protozoose - Helminthose gastro-intestinale - Bahrain.

Introduction

The blood picture of the dromedary camel has been reported from various countries, including Sudan (1, 2, 11, 18, 23, 24), Egypt (5, 17, 20), India (4, 10, 12, 13), Iran, Pakistan and Australia (9, 14, 15). In the Gulf region, few studies have been carried out in Saudi Arabia, Kuwait and United Arab Emirates (7, 8, 19).

This research was undertaken in 301 dromedary camels to provide information on the haematology of camels in Bahrain and to compare them with previous findings.

1. The Amiri Court, POB 555, State of Bahrain.

2. Department of Pathology, College of Veterinary Medicine and Animal Resources, King Faisal University, POB 1757, Al-Ahsa 31982, Saudi Arabia.

Reçu le 3.7.1991, accepté le 16.10.1992.

Materials and Methods

Animals and sampling

One hundred and eighty six female and 115 male adult riding dromedary camels were investigated during the period September-December 1990. The animals received no treatment before or during the investigation period. Blood samples were drawn by jugular venipuncture in tubes containing EDTA for haematological analysis. Faecal samples were taken from the rectum for coprological examination.

Haematological methods

Packed cell volume (PCV) was determined by microhaematocrit centrifugation, red blood cells (RBCs), white blood cells (WBCs) and haemoglobin (Hb) by using a Coulter counter. Mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH) and mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) were calculated from the values of RBC, PCV and Hb.

Parasitological methods

Thin blood smears were prepared and stained with Giemsa stain for the detection of blood parasites. Parasitic eggs in faeces were counted by the McMaster and Stoll techniques (21) and the values expressed as eggs per gram of faeces (epg).

Statistical analysis

Analysis of variance was carried out according to the Statistical Package for the Social Sciences (22).

Results

Parasitological findings

Blood smears were negative for blood parasites including *Trypanosoma evansi*. Faecal examination revealed that 72 % of the females and 80 % of the males passed parasitic eggs in their faeces, mainly the strongyle, *Nematodirus* and *Trichuris* species. *Strongyloides*, *Monezia* eggs and coccidia oocysts were seen in a few cases. According to the faecal egg count infection was graded as mild, moderate or heavy (table I).

TABLE I Results of coprological examination in 301 camels (in %).

Group	Grade of infection	Females		Males		Total	
		Number	%	Number	%	Number	%
1	Negative	71	38.2	23	20.0	94	31.2
2	Mild (500 epg or less)	20	10.8	18	15.6	38	12.6
3	Moderate (501-5,000 epg)	46	24.7	34	29.6	80	26.6
4	Heavy (more than 5,000 epg)	49	26.3	40	34.8	89	29.6
	Total	186		115		301	

Haematological findings

Means and standard deviations ($\bar{X} \pm SD$) of the blood values are presented in tables II and III. Generally, parasite-free females tended to have higher haematological values than the male counterparts, but the differences were not significant. On the other hand, females with internal parasites had significantly lower values for Hb, RBC and PCV, but higher eosinophil counts ($P < 0.01$) than non-infected ones. No significant variations were observed in the male group.

Discussion

The present findings indicate that infection with gastrointestinal parasites is common in camels in Bahrain. The overall effect of infection on the levels of various blood parameters was not marked except for a decrease in Hb, RBC and PCV values and an increase in eosinophils only in parasitised females. Reduction in RBC and Hb values associated with peripheral and/or tissue eosinophilia is an expected outcome of gastrointestinal and other helminth

TABLE II Mean \pm SD of haematological values (erythrocytic series) in camels.

Group	Hb (g/dl)	PCV (l/l)	RBC ($\times 10^{12}/l$)	MCV (fl)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)
F1 (71)	11.4 \pm 1.8 ^a	0.295 \pm 0.033 ^a	9.01 \pm 1.21 ^a	32.8 \pm 3.7	13.0 \pm 2.1	38.7 \pm 6.2
F2 (20)	9.5 \pm 1.4 ^b	0.247 \pm 0.023 ^c	6.69 \pm 2.21 ^b	36.9 \pm 3.4	14.2 \pm 2.1	38.4 \pm 5.6
F3 (46)	10.2 \pm 1.5 ^b	0.275 \pm 0.042 ^b	8.13 \pm 1.58 ^b	33.9 \pm 5.2	12.6 \pm 1.9	37.2 \pm 5.6
F4 (49)	10.3 \pm 1.2 ^b	0.262 \pm 0.033 ^{bc}	7.72 \pm 1.59 ^b	33.9 \pm 4.2	13.4 \pm 1.5	39.5 \pm 4.4
x = infected (2 + 3 + 4)	10.0 \pm 1.4	0.261 \pm 0.033	7.52 \pm 1.79	34.6 \pm 4.3	13.3 \pm 1.8	38.3 \pm 5.2
Overall mean	10.8 \pm 1.7	0.280 \pm 0.038	8.36 \pm 1.62	33.5 \pm 4.5	12.9 \pm 2.1	38.6 \pm 6.1
M1 (23)	11.0 \pm 1.0	0.287 \pm 0.043	8.26 \pm 1.62	34.8 \pm 5.1	13.3 \pm 1.3	38.3 \pm 3.6
M2 (18)	11.8 \pm 1.3	0.308 \pm 0.043	9.07 \pm 1.62	34.0 \pm 4.7	13.1 \pm 1.4	38.6 \pm 4.1
M3 (34)	11.5 \pm 1.3	0.307 \pm 0.041	8.31 \pm 1.21	36.9 \pm 4.9	13.9 \pm 1.5	37.6 \pm 4.1
M4 (40)	11.25 \pm 1.1	0.299 \pm 0.041	7.83 \pm 1.78	37.4 \pm 5.1	14.4 \pm 1.4	38.4 \pm 3.8
x = infected (2 + 3 + 4)	11.5 \pm 1.2	0.303 \pm 0.041	8.40 \pm 1.54	36.0 \pm 4.9	13.8 \pm 1.4	38.2 \pm 4.0
Overall mean	11.4 \pm 1.2	0.287 \pm 0.040	8.24 \pm 1.61	36.3 \pm 5.0	13.8 \pm 1.4	38.1 \pm 3.98

F : females ; M : males (see table I for groups and grade of infection).
Means in a, column having the same or no letter are not significantly different ($P > 0.05$).

TABLE III Means \pm SD of white cells counts in camels.

Group	WBC ($\times 10^9/l$)	Lymphocytes		Neutrophils		Eosinophils		Monocytes	
		(%)	($\times 10^9/l$)	(%)	($\times 10^9/l$)	(%)	($\times 10^9/l$)	(%)	($\times 10^9/l$)
F1	14.1 \pm 4.0	48.2 \pm 11.4	6.8 \pm 1.7	45.9 \pm 10.8	6.5 \pm 1.6	4.0 \pm 3.3 ^a	0.6 \pm 0.5 ^b	1.9 \pm 1.0	0.3 \pm 0.1
F2	10.3 \pm 3.0	43.7 \pm 17.0	4.5 \pm 1.8	49.2 \pm 16.6	5.1 \pm 1.7	4.8 \pm 2.9 ^b	0.5 \pm 0.3 ^b	2.3 \pm 1.4	0.3 \pm 0.2
F3	10.5 \pm 1.9	36.6 \pm 10.5	4.2 \pm 1.1	51.2 \pm 11.7	5.4 \pm 1.2	6.7 \pm 5.3 ^a	0.7 \pm 0.4 ^a	2.5 \pm 1.5	0.3 \pm 0.2
F4	10.9 \pm 2.6	41.6 \pm 11.8	4.5 \pm 1.3	47.6 \pm 12.0	5.2 \pm 1.3	8.1 \pm 5.4 ^a	0.9 \pm 0.6 ^a	3.0 \pm 2.0	0.3 \pm 0.2
X : infected (2 + 3 + 4)	10.5 \pm 2.5	41.6 \pm 13.1	4.4 \pm 1.4	49.3 \pm 13.4	5.2 \pm 1.4	6.5 \pm 3.9	0.7 \pm 0.4	2.6 \pm 1.6	0.3 \pm 0.2
Overall mean	12.9 \pm 3.0	44.6 \pm 12.2	5.8 \pm 1.6	47.5 \pm 11.8	6.1 \pm 1.5	5.5 \pm 4.3	0.7 \pm 0.6	2.3 \pm 1.5	0.3 \pm 0.2
M1	10.2 \pm 2.0	46.3 \pm 11.6	4.7 \pm 1.2	45.6 \pm 12.1	4.7 \pm 1.2	5.4 \pm 4.3	0.6 \pm 0.4	2.7 \pm 0.9	0.3 \pm 0.1
M2	9.2 \pm 1.3	40.9 \pm 9.9	3.8 \pm 0.9	48.9 \pm 9.7	4.5 \pm 0.9	6.8 \pm 4.4	0.6 \pm 0.4	3.5 \pm 1.3	0.3 \pm 0.1
M3	7.6 \pm 2.1	43.1 \pm 13.1	4.2 \pm 1.3	46.4 \pm 10.8	4.5 \pm 1.0	7.3 \pm 5.3	0.7 \pm 0.5	3.1 \pm 1.5	0.3 \pm 0.1
M4	9.8 \pm 2.3	45.4 \pm 11.0	4.4 \pm 1.1	46.4 \pm 10.4	4.5 \pm 1.0	5.2 \pm 4.0	0.5 \pm 0.4	2.8 \pm 1.5	0.3 \pm 0.1
X : infected (2 + 3 + 4)	9.6 \pm 1.9	43.1 \pm 11.3	4.1 \pm 1.1	47.3 \pm 10.3	4.5 \pm 1.0	6.4 \pm 4.5	0.6 \pm 0.4	3.1 \pm 1.4	0.3 \pm 0.1
Overall mean	9.7 \pm 2.0	44.1 \pm 11.6	4.3 \pm 1.1	46.7 \pm 10.6	4.5 \pm 1.0	6.3 \pm 4.7	0.6 \pm 0.5	2.8 \pm 1.3	0.3 \pm 0.1

F : females ; M : mâles (see table I for groups and grade of infection).
Means in a, column having the same or no letter are not significantly different ($P > 0.05$).

Communication

infections which varies with the nature and severity of infection as well as with the nutritional and immunological status of the animal (3, 21).

Haematological parameters can be affected by various factors including age, sex, physiological state, nutrition, season, infection and their interactions (8, 9, 18, 19). In the present study the influence of infection seems to be stronger while the interaction between sex and parasitism appears to be weak. The values obtained here for RBC, Hb and PCV are in general agreement with those given by many authors for apparently normal camels (1, 5, 9, 11, 12, 15, 17). Lower RBC counts associated with high PCV and Hb levels were recorded by some workers (4, 13, 20) while others gave comparable RBC counts, but higher PCV and Hb values (2, 14, 18, 23). Lower PCV associated with either low RBC counts (6, 8, 10, 16) or higher Hb concentrations (24) have also been observed. The blood indices, on the other hand, were generally lower than those reported in most studies (1, 2, 4, 8, 10, 14, 16, 18, 20, 23).

WBC and differential cell counts were not largely different from those given in some reports (1, 6, 15). However, comparable WBC counts have been noticed by many authors but with variable differential cell counts (10, 16, 20, 24). On the other hand, high WBC counts associated with low neutrophil and high lymphocyte counts or *vice versa* have been previously recorded (2, 4, 5, 9, 11, 17, 23).

Comparing the present values with data from the Gulf region, it appears that RBC and PCV values were higher than those reported in Saudi Arabia (8), but lower than those reported from Kuwait and United Arab Emirates (7, 19); high Hb concentrations were observed in the Emirates. The WBC counts were not much different from those recorded in Saudi Arabia and United Arab Emirates, but they were higher than those observed in Kuwait (7, 8, 19). Higher neutrophil and lower lymphocyte counts were, however, reported in Saudi Arabia and Kuwait camels (7, 8).

Further research is necessary to provide more accurate and comparative information on the dromedary blood parameters in the region.

Acknowledgements

The authors are grateful to Mr. Abdel Majeed G. AL-MOULA for helping with statistics.

IBRAHIM (A.B.M.), A/GAFFAR (A.A.), GAMEEL (A.A.), NAYEL (N.M.), A/GAFFAR (A.), EL GAILANI (M.). A note on the haemogram of the dromedary camel in Bahrain. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 318-320

The blood picture was studied in 186 female and 115 male riding dromedary camels. Blood smears were negative for blood parasites including *Trypanosoma evansi*. In total, 72 % of the females and 80 % of the males had gastrointestinal parasites. Infected females had significantly lower RBC, Hb and PCV values but higher eosinophil counts than non-infected ones. For the non-infected females and males, respectively the values were : Hb 11.4 ± 1.8 , 11.0 ± 1.0 g/dl ; PCV 0.295 ± 0.033 , 0.287 ± 0.043 l/l ; RBC 9.01 ± 1.21 , $8.26 \pm 1.62 \times 10^{12}/l$; MCV 32.8 ± 3.7 , 34.8 ± 5.1 fl ; MCH 13.0 ± 2.1 , 13.3 ± 1.3 pg ; MCHC 38.7 ± 6.2 , 38.3 ± 3.6 g/dl ; WBC 14.09 ± 4.03 , $10.24 \pm 2.01 \times 10^9/l$; neutrophils 6.46 ± 1.64 , $4.67 \pm 1.23 \times 10^9/l$; lymphocytes 6.78 ± 1.27 , $4.74 \pm 1.19 \times 10^9/l$; eosinophils 0.56 ± 0.49 , $0.56 \pm 0.44 \times 10^9/l$; monocytes 0.27 ± 0.14 , $0.26 \pm 0.09 \times 10^9/l$. The average corresponding values for infected animals were : Hb 10.01 ± 1.35 , 11.55 ± 1.21 g/dl ; PCV 0.261 ± 0.033 , 0.304 ± 0.041 l/l ; RBC 7.52 ± 1.79 ,

$8.40 \pm 1.54 \times 10^{12}/l$; MCV 34.6 ± 4.3 , 36.0 ± 4.9 fl ; MCH 13.3 ± 1.8 , 13.8 ± 1.4 pg ; MCHC 38.3 ± 5.2 , 38.2 ± 4.0 g/dl ; WBC 10.50 ± 2.47 , $9.55 \pm 1.88 \times 10^9/l$; neutrophils 5.18 ± 1.41 , $4.51 \pm 0.99 \times 10^9/l$; lymphocytes 4.37 ± 1.37 , $4.12 \pm 1.08 \times 10^9/l$; eosinophils 0.69 ± 0.41 , $0.61 \pm 0.43 \times 10^9/l$; monocytes 0.28 ± 0.17 , $0.29 \pm 0.14 \times 10^9/l$. The results are discussed and compared with previous findings in other countries. *Key words* : Dromedary - *Camelus dromedarius* - Haemogram - Blood - Protozoan disease - Gastrointestinal helminthiasis - Bahrain.

References

1. ABDEL GADIR (S.E.), WAHBI (A.G.A.), IDRIS (O.F.). A note on the haematology of adult Sudanese dromedaries. In : COCKRILL (W.R.) ed. The camelid : An all purpose animal. Vol. I. Uppsala, Scandinavian Institute of African Studies, 1984. Pp. 444-448.
2. ADAM (S.E.), OBEID (H.M.), ASHOUR (N.), TARTOUR (G.). Serum enzyme activities and haematology of normal and diseased ruminants in the Sudan. *Acta vet., Brno*, 1974, **43** : 225-231.
3. ARZOUN (I.H.), HUSSEIN (H.S.), HUSSEIN (M.F.). The pathogenesis of experimental *Haemonchus longistipes* infection in camels. *Vet. Parasitol.*, 1984, **14** : 43-53.
4. BANARJEE (S.), BHATTACHARJEE (R.C.), SINGH (T.L.). Haematological studies in the normal adult Indian camel (*Camelus dromedarius*). *Am. J. Physiol.*, 1962, **203** : 1185-1187.
5. BARAKAT (M.Z.), ABDEL FATTAH (M.). Biochemical analysis of normal camel blood. *Zentbl. Vet. Med.*, 1970, **17a** : 550-557.
6. BOKORI (J.). Contribution to the haemograms of the buffalo and of the camel. *Acta Vet. Acad. Sci. Hungaricae*, 1974, **24** : 73-76.
7. EISSA (S.M.), ABDEL FATTAH (R.F.). Haematological studies on the young and adult Arabian camel (*C. dromedarius*) from Kuwait. *J. Univ. Kuwait (Sci.)*, 1974, **1** : 122-126.
8. EL AMIN (F.M.), AL SALEH (A.A.), EL TAIB (N.T.), KHAN (M.A.). A study of some electrolytes and blood traits of the one-humped camel (*C. dromedarius*) in Saudi Arabia. *Proc. Saudi Biol. Soc.*, 1981, **5** : 229-313.
9. GHODSIAN (I.), NOWROUZIAN (I.), SCHELS (H.F.). A study of some haematological parameters in the Iranian camel. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1978, **10** : 109-110.
10. GUPTA (G.C.), JOSHI (B.P.), RAI (P.). Observation on haematology of camel (*Camelus dromedarius*). *Indian Vet. J.*, 1979, **56** : 269-272.
11. HASSAN (Y.M.), HOELLER (H.), HASSAN (I.M.). Observation of the blood constituents of camels in the Sudan. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1968, **9** (1) : 464-476. (suppl. Part 2)
12. JATKAR (R.), SINGH (M.). Pathogenesis of anaemia in *Trypanosoma evansi* infection. I. Haematology. *Indian Vet. J.*, 1971, **48** : 239-243.
13. LAKHOTIA (R.L.), BHARGAVA (A.K.), MEHROTRA (P.N.). Normal ranges for some blood constituents of the Indian camel. *Vet. Rec.*, 1964, **76** (4) : 121-122.
14. LITTLE (A.M.), MORRIS (A.T.), ROBERTS (J.), EVANS (J.V.). Blood electrolytes in the Australian camel. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.*, 1970, **48** : 17-24.
15. MAJEED (M.A.), HUR (G.), RAHMAN (Z.), AHMAD (A.). Effects of sex and season on 10 haematological values of normal adult one-humped camel. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (2) : 135-141.
16. MUSA (B.E.), MUKHATR (A.M.). Studies on the normal haemogram and some blood electrolytes in camels (*Camelus dromedarius*). *Sudan J. Vet. Sci. Anim. Husb.*, 1982, **23** : 38-43.
17. NASSAR (S.M.), MASOUR (S.A.). Influence of sex on the normal blood picture of adult Egyptian camel (*Camelus dromedarius*). *Assiut Vet. Med. J.*, 1978, **4** : 43-50.
18. NAWAY (N.G.). Studies on the normal clinical values, haematology and serum constituents of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). M.V.Sc. Thesis, University of Khartoum, Sudan, 1983.
19. SNOW (D.H.), BILLAH (A.), RIDHA (A.). Effects of maximal exercise on the blood composition of the racing camel. *Vet. Rec.*, 1988, **123** : 311-312.
20. SOLIMAN (M.K.), SHAKER (M.). Cytological and biochemical studies on the blood of adult she camels. *Indian Vet. J.*, 1967, **44** : 989-995.
21. SOULSBY (E.J.L.). Helminths, Arthropods and Protozoa of domesticated animals. 7th ed. London, Baillière Tindall, 1982.
22. Statistic Package for the Social Sciences (SPSS). 2nd ed. Chicago, SPSS Inc., 1986.
23. TARTOUR (G.). Studies on the haemogram of the adult dromedary camel. *Egyptian Vet. Med. J.*, 1971, **19** : 353-361.
24. YAGOUB (I.A.). Studies on the haematological parameters and some biochemical blood constituents of Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). *Acta Vet., Beogr.*, 1988, **38** (2-3) : 99-106.

A. Buldgen¹F. Detimmerman²M. Piraux²R. Compère¹

Les techniques d'embouche de moutons en région soudano-sahélienne sénégalaise

BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), PIRAUX (M.), COMPÈRE (R.). Les techniques d'embouche de moutons en région soudano-sahélienne sénégalaise. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 321-328

Plusieurs techniques d'embouche de moutons ont été expérimentées pendant deux années consécutives à l'École nationale supérieure d'agriculture (ENSA) et dans les exploitations agricoles villageoises du bassin arachidier sénégalais. L'expérimentation a été réalisée avec des moutons de races Peul-peul et Touabire âgés de 9 à 30 mois. En station, l'embouche intensive de courte durée (100 jours) en stabulation libre, réalisée au moyen de béliers Touabire de 40 kg, se solde par des gains de poids vif élevés (75 à 80 g/j). Les indices de consommation (kg de MS consommés par kg de gain de poids vif) sont toutefois liés aux régimes distribués : 14,9 pour l'ensilage d'*Andropogon gayanus* ; 19,6 pour la paille de parcours naturels mélangée ; 21,3 pour la coque d'arachide mélangée. Le résultat financier est étroitement lié aux prix offerts sur les marchés à l'acquisition et à la vente, et aux rations alimentaires utilisées. Le profit par animal varie entre 2 900 et 10 700 francs CFA à l'issue d'une période d'embouche de 100 jours. Les bénéfices peuvent être augmentés si l'embouche est de longue durée (150 à 250 jours) sur les jachères spontanées avec une complémentation adéquate. Cette technique, utilisant davantage les ressources fourragères naturelles de saison sèche, s'adresse surtout à des sujets en croissance (25 à 35 kg de poids vif) dont les performances se situent entre 50 et 60 g de gain de poids vif par jour. Elle est moins dépendante des conditions de marché et permet de doubler les profits qui sont obtenus lors d'opérations de courte durée en stabulation à l'aide de sous-produits. Dans les exploitations villageoises, l'embouche, qui dure 60 jours, assure un gain journalier de poids vif de 48 g et une marge bénéficiaire par animal de 8 500 francs CFA.

Mots clés : Mouton - Embouche - Gain de poids - Économie de l'élevage - Sénégal.

INTRODUCTION

La chute spectaculaire des rendements agricoles en région soudano-sahélienne sénégalaise (10) est due principalement aux déficits pluviométriques enregistrés au cours des deux dernières décennies et à l'abaissement continu de la fertilité des sols (4). Les agriculteurs réagissent face à cette faille des productions végétales en s'orientant vers des spéculations animales plus intensives, génératrices de nouveaux revenus telles que l'embouche bovine et la production laitière. Cette diversification des activités au sein des exploitations comprend également l'embouche des moutons. Celle-ci est très

1. Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, Unité de Zootechnie, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique.

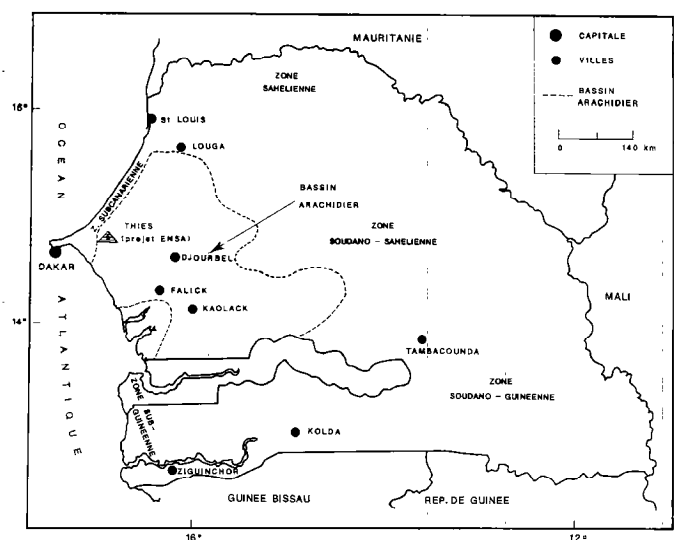
2. École nationale supérieure d'agriculture (ENSA), Département des productions animales, BP 296 (RP), Thiès, Sénégal.

Reçu le 13.1.1992, accepté le 30.3.1993.

souvent organisée par les femmes qui utilisent les pailles de brousse et les fanes d'arachide et de niébé complémenteées par des sous-produits disponibles localement, ou des déchets ménagers pour nourrir les moutons près des habitations. Les produits sont surtout commercialisés à l'occasion des fêtes religieuses musulmanes ou catholiques, ce qui permet une opération spéculative au niveau des prix du kilogramme vif, faibles à l'achat en période de disette alimentaire, et très élevés au moment des fêtes.

Plusieurs études récentes (5, 7, 12) ont été consacrées aux méthodes destinées à contrôler les performances individuelles des petits ruminants en milieu rural. Cependant, la littérature manque de données récentes et solides sur la productivité et l'économie des élevages ovins de la région (2) ainsi que les possibilités d'intensification de la spéculation ovine en milieu villageois (12).

Les résultats qui font l'objet de cet article ont été obtenus au cours d'opérations d'embouche de moutons réalisées en 1990 et 1991 au Centre d'application de l'École nationale supérieure d'agriculture (ENSA) à Thiès et en milieu villageois du bassin arachidier (carte 1). Le but poursuivi est de faciliter le choix, pour les agents du développement rural, de la meilleure technique d'embouche garantissant un profit maximal pour l'éleveur compte tenu des ressources alimentaires disponibles localement.



Carte 1 : Le Sénégal. Localisation des zones d'expérimentation : ENSA près de la ville de Thiès et exploitations agricoles à l'intérieur du bassin arachidier.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Expérimentation conduite en station

A l'ENSA, deux techniques d'embouche ont été expérimentées successivement : embouche intensive de courte durée en parcs en 1990 et embouche de longue durée sur jachères naturelles en 1991.

Embouche intensive de béliers adultes en parc

Cinquante sept mâles de race Touabire âgés de plus de deux ans ont été achetés sur les marchés locaux. A l'issue d'une période d'adaptation de 20 jours au cours de laquelle un déparasitage a été effectué, les béliers ont été répartis en trois lots égaux. Après examen clinique, tous les sujets présentaient un état sanitaire satisfaisant et ont été jugés aptes à bénéficier d'une phase d'embouche efficace.

Les trois rations ont été élaborées dans le but de fournir à volonté à chaque lot un aliment apportant en principe 0,75 UF et 100 g de MAD/kg de MS et couvrant les besoins en Ca, P et Na. Par ailleurs, la couverture des besoins en oligo-éléments a été assurée au moyen de blocs à lécher commercialisés localement.

Les matières premières entrant dans la composition des rations ont fait l'objet d'une analyse bromatologique qui a permis de déterminer leurs valeurs en énergie nette (UF) et en matières azotées digestibles (MAD) selon les méthodes proposées par RIVIERE (11).

La composition et le prix du kg de MS des différentes rations sont respectivement :

- lot 1 : 50 p. 100 d'ensilage d'*Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (0,58 UF et 66 g de MAD/kg de MS) ; 50 p. 100 d'aliment du commerce* (0,76 UF et 147 g de MAD/kg de MS) ; 43,5 F CFA/kg de MS ;

- lot 2 : 31,5 p. 100 de paille de brousse** (0,35 UF et 0,45 g de MAD/kg de MS) ; 36,0 p. 100 de mélasse de canne à sucre (1,00 UF et 8 g de MAD/kg de MS) ; 9,0 p. 100 de tourteau d'arachide (1,18 UF et 485 g de MAD/kg de MS) ; 23,5 p. 100 d'aliment du commerce (0,76 UF et 147 g de MAD/kg de MS) ; 38,0 F CFA/kg de MS ;

* "Aliment bétail" commercialisé par les Grands Moulins de Dakar (GMD).

** Espèces dominantes : *Chloris prierii* Kunth., *Cenchrus biflorus* Roxb., *Eragrostis tremula* Hochst., *Borreria stachydea* (D.C.) H. et Dalz., *Zornia glochidiata* Reichb.

- lot 3 : 21,5 p. 100 de coques d'arachide (0,00 UF et 0 g de MAD/kg de MS) ; 41,0 p. 100 de mélasse de canne à sucre (1,00 UF et 8 g de MAD/kg de MS) ; 12,0 p. 100 de farine basse de riz (0,97 UF et 92 g de MAD/kg de MS) ; 13,0 p. 100 d'aliment du commerce (0,76 UF et 147 g de MAD/kg de MS) ; 11,0 p. 100 de tourteau d'arachide (1,18 UF et 485 g de MAD/kg de MS) ; 1,0 p. 100 de carbonate de calcium ; 0,5 p. 100 de sel marin du commerce ; 47,5 F CFA/kg de MS.

Les valeurs nutritives inscrites entre parenthèses sont uniquement indicatives.

Tout au long de la période d'embouche, qui va de début mars à la mi-juin (103 jours au total), la consommation journalière de chaque lot a été enregistrée. Par ailleurs, les gains de poids vif ont été mesurés tout les 20 jours au moyen d'une double pesée effectuée le matin à jeun pendant deux jours consécutifs.

Embouche de longue durée sur les jachères naturelles

Deux catégories d'animaux ont été utilisées en vue d'expérimenter l'embouche de longue durée par le pâturage des jachères naturelles avec une complémentation au cours de la saison sèche, à savoir :

- 40 béliers de race Peul-peul âgés de 1,5 ans achetés sur les marchés locaux et engraisés pendant 269 jours ;

- 19 jeunes mâles de la même race âgés d'environ 9 mois, issus de l'élevage réalisé au Centre d'application de l'ENSA, et engraisés pendant 250 jours.

Les sujets ont été préalablement vaccinés contre la peste et la pasteurellose. Ils ont été ensuite déparasités tous les trois mois au cours de la période expérimentale.

Dès le début de la saison des pluies (juillet), les 40 béliers en provenance du marché ont pâture sur jachère naturelle (espèces dominantes : voir plus haut pailles de brousse) sans complémentation. Vers la fin du mois de janvier (milieu de la saison sèche froide), le groupe a été divisé en deux lots : le lot 1 recevant un complément de 350 g d'aliment du commerce et le lot 2 recevant 350 g de graines de coton par animal et par jour.

Les 19 jeunes mâles issus de l'élevage de l'ENSA ont également pâture les jachères naturelles durant l'hivernage. En saison sèche froide (novembre à mars), ils ont été placés en parc à stabulation libre et ont bénéficié d'une phase d'embouche intensive à l'aide d'une ration dosant 0,94 UF et 197 g de MAD/kg de MS et comprenant :

- 9,5 p. 100 de foin d'*Andropogon gayanus* Kunth (1er cycle) (0,59 UF et 42 g de MAD/kg de MS) ; 9,8 p. 100 de farine basse de riz (0,97 UF et 92 g de MAD/kg de MS) ; 16,0 p. 100 de mélasse de canne à sucre (1,00 UF et 8 g de MAD/kg de MS) ; 31,0 p. 100 de tourteau d'arachide (1,18 UF et 485 g de MAD/kg de MS) ; 22,2 p. 100 de

graines de coton (0,90 UF et 96 g de MAD/kg de MS) ; 1,0 p. 100 de carbonate de calcium ; 0,5 p. 100 de sel marin du commerce.

Les valeurs indiquées entre parenthèses ont été estimées selon la même méthode que précédemment (11) et sont donc indicatives.

Cette ration, coûtant 40 F CFA le kg brut, a été distribuée à raison de 900 g par animal et par jour. A partir du mois de mars (début de la saison sèche chaude), les 19 sujets ont exploité les résidus des jachères avec un complément de 250 g/animal/jour de farine basse de riz.

Les gains de poids vif ont été mesurés tous les 20 à 30 jours au moyen de pesées effectuées deux jours consécutifs le matin à jeun.

Expérimentation conduite en milieu villageois

Une opération d'embouche de moutons destinés à la fête de la "Tabaski" a fait l'objet d'un suivi rapproché dans sept villages ; elle concerne un total de 85 béliers de race Peul-peul âgés de 1 à 1,5 ans. L'achat des sujets s'est échelonné au cours des mois d'avril et mai (saison sèche chaude) et la commercialisation a eu lieu au début du mois de juillet. L'alimentation des animaux maintenus sous abri est composée de paille de brousse et de fane d'arachide complétées par du tourteau d'arachide, de l'aliment du commerce et des déchets ménagers.

Compte tenu de durées d'engraissement très variables (58 à 81 jours), une appréciation continue des performances pondérales a pu être effectuée sur 35 sujets. Toutefois, les résultats économiques complets ont été calculés pour l'ensemble des éleveurs.

RÉSULTATS

Paramètres techniques

Expérimentation conduite en station

Embouche intensive de béliers adultes en parc

La synthèse des résultats obtenus en 1990 à l'ENSA et en milieu villageois figure au tableau I. Par ailleurs, la figure 1 retrace l'évolution du gain de poids de vif des trois lots de béliers placés en parc à stabulation libre et nourris à l'aide de rations très énergétiques.

Pour la période d'embouche, les trois rations élaborées à l'ENSA garantissent des gains de poids identiques, de l'ordre de 75 à 85 g/j. Au cours des 60 premiers jours, le gain de poids se révèle à la fois très élevé et très régulier pour les trois lots (plus de 100 g/j). Au delà de cette période, on enregistre une diminution très nette du gain quotidien. La modification de la composition du croît (diminution de la teneur en eau et élévation de la quantité de graisse) doit être mise en cause.

TABLEAU I Performances pondérales des béliers embouchés en stabulation libre à l'ENSA et dans les exploitations agricoles villageoises du bassin arachidier en 1990.

Nature des performances	Stabulation libre à l'ENSA			Exploitations agricoles villageoises
	Lot 1	Lot 2	Lot 3	
Effectifs	19	19	19	35
Poids vif au départ de l'embouche (kg)	41,3 ± 5,8	40,4 ± 5,4	41,1 ± 3,7	29,6 ± 4,7
Poids vif à l'issue de l'embouche (kg)	49,4 ± 7,9	49,0 ± 7,7	48,8 ± 8,1	32,8 ± 5,5
Durée de l'embouche (jours)	103	103	103	66
Gain de poids vif journalier (g/j)	79 ± 38	83 ± 52	75 ± 57	48 ± 38
Consommation journalière (g de MS)	1 175	1 630	1 600	—
Indice de consommation (kg de MS/kg de gain de poids vif)	14,9	19,6	21,3	—

Lot 1 : ensilage d'Andropogon gayanus ; Lot 2 : paille de parcours naturels mélassée ; Lot 3 : coque d'arachide mélassée.

A. Buldgen F. Detimmerman M. Piraux R. Compère

L'examen des consommations journalières souligne que les lots recevant un régime mélassé (lots 2 et 3) ingèrent des quantités plus élevées de nourriture, soit 90 g de MS/kg de PV^{0,75} au lieu de 70 g pour le lot 1.

Les performances étant identiques pour les trois lots, les indices de consommation des lots 2 et 3 apparaissent moins favorables (19,6 à 21,3 kg de MS/kg de gain) que celui calculé pour le lot 1 (14,9 kg de MS/kg de gain).

Embouche de longue durée sur les jachères naturelles pâturées

Les performances de croissance obtenues sur les jachères naturelles pâturées au cours de l'année 1991 figurent au tableau II et sont illustrées à la figure 1.

Pour les béliers en croissance pâturant les jachères en saison pluvieuse, le tapis herbacé vert permet des gains de poids élevés, soit 77 g/j. En saison sèche froide, le croît journalier se maintient à 47 g/j. A cette époque, les animaux consomment essentiellement des légumineuses herbacées encore feuillues (0,60 à 0,70 UF et 120 à 150 g de MAD/kg de MS) et délaissent les pailles des graminées. Toutefois, une brusque diminution des gains de poids vif apparaît à partir du milieu de la saison sèche froide en l'absence de toute complémentation (GMQ de 7 g/j).

La distribution de compléments alimentaires en saison sèche chaude, fait apparaître au cours du premier mois une croissance compensatrice qui porte le GMQ à 100 g/j. Par la suite, les performances se stabilisent au niveau de 40 à 50 g par jour.

Pour la durée totale de l'embouche, le gain de poids vif moyen est de 61 ± 13 g/j pendant 269 jours pour les béliers, et de 50 ± 28 g/j pour les jeunes mâles pendant 250 jours. Pour ces derniers, la croissance au pâturage

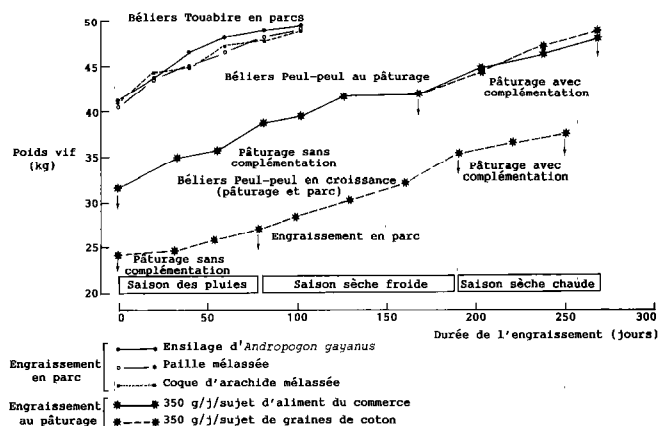


Fig. 1 : Courbes de développement pondéral des 6 lots de béliers embouchés sur les jachères et en parcs à stabulation libre à l'ENSA.

TABLEAU II Performances pondérales des béliers et jeunes mâles en croissance réalisées sur les jachères naturelles de l'ENSA en 1991.

Nature des performances	Béliers en croissance		Jeunes mâles
Effectifs	40		19
Saison pluvieuse			
Poids vif au début de la période (kg)	31,6 ± 4,3		24,2 ± 6,4
Poids vif à la fin de la période (kg)	37,8 ± 3,7		27,0 ± 4,8
Durée de la période (jours)	81		78
Gain journalier de poids vif (g/j)	77 ± 42		48 ± 13
Saison sèche froide			
(stabulation pour les jeunes)			
Poids vif au début de la période (kg)	37,8 ± 3,7		26,8 ± 3,7
Poids vif à la fin de la période (kg)	41,9 ± 4,5		35,2 ± 4,0
Durée de la période (jours)	87		111
Gain journalier de poids vif (g/l)	47 ± 11		69 ± 40
Saison sèche chaude			
Effectifs	20	20	19
Complément distribué	Aliment du commerce	Graine de coton	Farine basse de riz
Poids vif au début de la période (kg)	41,3 ± 4,4	40,9 ± 5,3	31,6 ± 5,8
Poids vif à la fin de la période (kg)	47,7 ± 4,7	48,3 ± 5,4	37,3 ± 6,5
Durée de la période (jours)	101	101	61
Gain journalier de poids vif (g/j)	63 ± 18	70 ± 18	20 ± 27
Durée totale de l'embouche (jours)	269		250
Gain journalier de poids vif (g/j)	61 ± 13		50 ± 28

NUTRITION ET ALIMENTATION

en hivernage apparaît relativement faible (48 ± 13 g/j) tandis que l'embouche en parc fournit des performances moyennes intéressantes (69 g/j) mais avec un écart-type très important (40 g/j). Enfin, le pâturage des jachères en saison sèche chaude assure un faible gain de poids vif moyen (20 ± 27 g/j) malgré la distribution de farine basse de riz à raison de 250 g par animal et par jour.

Expérimentation en milieu villageois

En milieu villageois, les résultats d'embouche conduite pendant 66 jours (tabl. I) sont inférieurs à ceux enregistrés à l'ENSA pendant une période identique, soit un GMQ de 48 g.

Résultats financiers

Expérimentation conduite en station

Embouche intensive de béliers adultes en parc

Le bilan financier présenté au tableau III a été établi à partir de l'ensemble des résultats techniques enregistrés au cours des essais d'engraissement en parc.

Les charges ont été évaluées de manière théorique pour des élevages de grande dimension dont la création est de plus en plus envisagée au Sénégal dans le cadre de l'entreprenariat agricole.

Les amortissements inscrits prennent en considération le coût des infrastructures réalisées à l'ENSA, soit 2 300 000 F CFA pour un parc d'une capacité de 25 béliers adultes. Les frais de main-d'oeuvre ont été comptabilisés à raison d'une unité de travail pour l'entretien de 250 moutons placés en parc à stabulation. Les autres dépenses alimentaires ont été calculées sur la base des consommations journalières enregistrées et du prix des rations.

Le prix de revient des animaux correspond au prix d'achat additionné des frais d'entretien engagés avant les périodes expérimentales.

Le tableau III montre que lors d'une embouche intensive conduite en parc, le prix d'achat des béliers sur les marchés locaux de la région de Thiès représente 75 à 80 p. 100 du prix de revient de l'animal commercialisé et que les frais d'alimentation interviennent largement dans le coût, à raison de 15 à 20 p. 100 des charges. Dans les conditions économiques d'achat de ces lots qui reflètent bien les cours pratiqués sur les marchés lors de la fête de la "Tabaski", les résultats financiers soulignent qu'une dif-

TABEAU III Bilans financiers des opérations d'embouche réalisées en stabulation libre et sur les jachères naturelles en 1990 et 1991 à l'ENSA (F CFA).

Mode d'embouche	Stabulation libre des béliers			Pâturage des jachères	
	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Béliers	Jeunes mâles
Lots					
1. Charges fixes					
amortissements	1 051	1 051	1 051	2 743	2 550
frais généraux (5 p. 100)	53	53	53	137	128
Total :	1 104	1 104	1 104	2 880	2 678
2. Charges variables					
achats d'animaux ou prix de revient bruts	30 975	30 300	30 825	14 160	16 266
prix du kg vif	750	750	750	450	670
frais d'alimentation : en parc	5 314	6 425	7 828	2 228	5 902
en pâturage	-	-	-	2 089	1 261
frais vétérinaires	300	300	300	450	450
main-d'oeuvre	446	446	446	130	585
intérêts sur cheptel vif (6 p. 100)	524	513	522	626	668
Total :	37 559	37 984	39 921	19 743	25 132
Total des charges fixes et variables	38 663	39 088	41 025	22 623	27 810
3. Produits (*)					
H1 : 900 F CFA/kg	44 460	44 100	43 920	43 200	34 200
H2 : 950 F CFA/kg	46 930	46 550	46 360	45 600	36 100
H3 : 1 000 F CFA/kg	49 400	49 000	48 800	48 000	38 000
4. Profits					
H1 : 900 F CFA/kg	5 797	5 012	2 895	20 577	6 390
H2 : 950 F CFA/kg	8 267	7 462	5 335	22 977	8 290
H3 : 1 000 F CFA/kg	10 737	9 912	7 775	25 377	10 190

(*) selon diverses hypothèses réalistes du prix de vente du kg vif.

A. Buldgen F. Detimmerman M. Piraux R. Compère

férence de l'ordre de 150 F CFA entre les prix d'achat (750 F CFA/kg de poids vif) et de vente du kg de poids vif est minimale pour garantir un bénéfice satisfaisant.

Embouche de longue durée sur les jachères naturelles pâturées

Les résultats présentés au tableau III ont été calculés dans les mêmes conditions que pour l'embouche intensive en parc. Toutefois, les frais d'alimentation au pâturage correspondent au salaire d'un berger (jeune garçon équivalent à 0,5 unité de travail) en comptabilisant une unité de travail pour 500 moutons ; soit un jeune berger pour un troupeau de 250 sujets.

Les conditions de marché étant restées identiques en 1990 et 1991, il est permis de comparer les bilans financiers obtenus par les deux techniques d'embouche expérimentées au moyens des béliers. On constate que l'embouche de longue durée : jachère pâturée et correctement complétementée en saison sèche, permet de doubler les bénéfices par rapport à ceux obtenus en embouche intensive en parc.

Expérimentations en milieu villageois

En milieu villageois, on peut résumer le bilan financier de la manière suivante pour l'expérience d'embouche de longue durée (moyennes et écarts-types en F CFA), à savoir :

- achat des animaux : 18 329 ± 2 349
- frais d'alimentation et vétérinaires : 2 090 ± 525
- vente des animaux : 29 003 ± 4 024
- profits : 8 584 ± 3 421

Les frais d'alimentation correspondent uniquement aux aliments concentrés achetés par les exploitants. Les marges réalisées apparaissent très intéressantes ; elles résultent en grande partie de la différence de prix du kg vif à l'achat et à la vente des animaux soit, en moyenne, respectivement 498 ± 79 et 884 ± 153 F CFA.

DISCUSSION

Les GMQ de 75 à 85 g enregistrés lors des essais d'embouche intensive des béliers en parc apparaissent très satisfaisants. Ils sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus lors d'essais d'intensification réalisés antérieurement à partir d'animaux plus jeunes (5, 6) car on assiste à des phénomènes de croissance compensatrice. Le matériel animal tout-venant choisi pour l'expérimentation se révèle néanmoins très hétérogène avec des écarts-types de 32 à 57 g/jour. Le choix des sujets sur la base de leur conformation et de leur état général permettrait sans doute d'améliorer les gains de poids.

La consommation du lot recevant le régime à base d'ensilage d'*Andropogon gayanus* correspond à une ingestion de 70 g de MS par kg de poids métabolique. Elle est tout à fait normale et témoigne de la qualité de l'ensilage. Par contre, les consommations des deux autres lots (90 g de MS par kg PV^{0,75}) sont très élevées, voire excessives. Elles s'expliquent par une grande appétence des produits mélassés qui a déjà été signalée par LEMAL *et al* (9). En définitive, l'examen des indices de consommation indique que l'ensilage d'*Andropogon gayanus* est mieux utilisé par les animaux que la paille de brousse et la coque mélassées, et que sa valeur a probablement été sous-estimée lors de l'élaboration des rations.

Les gains de poids vif enregistrés au cours du pâturage des jachères naturelles en saison des pluies confirment bien l'excellente valeur alimentaire des espèces annuelles (0,75 à 0,85 UF et 120 à 155 g de MAD/kg de MS) pendant leur phase de croissance végétative (1, 3, 8). Par ailleurs, les maigres résultats obtenus en saison sèche chaude pour les jeunes béliers recevant 250 g/j/animal de farine basse de riz, indiquent que celle-ci constitue un complément peu adapté en raison de son insuffisance en matières azotées digestibles ; ce qui n'est pas le cas de l'aliment du commerce et des graines de coton.

Si on considère la durée totale de l'embouche au pâturage, la croissance des jeunes est moins élevée que celle des adultes. Ceci peut s'expliquer par une faible valorisation des parcours par cette catégorie animale, le manque d'adaptation rapide aux changements de régimes alimentaires et une assez grande hétérogénéité du lot. Quoi qu'il en soit, eu égard aux déplacements journaliers effectués par les troupeaux sur une distance de 1,5 à 2 km, les gains de poids vif réalisés (50 à 60 g/j) peuvent être considérés comme satisfaisants.

En milieu villageois, l'embouche de courte durée assure un GMQ relativement faible (48 g/j). Ce résultat correspond toutefois à celui signalé par WILSON (12) pour l'embouche des béliers de case.

En ce qui concerne les résultats financiers, les calculs correspondant aux expérimentations réalisées à l'ENSA ont été effectués dans le cadre d'élevages semi-industriels du bassin arachidier sénégalais. Le Gouvernement prévoit en effet l'installation de petites entreprises privées dans les régions de Thiès et de Dakar où les prix pratiqués sont très différents de ceux en vigueur sur les marchés des zones pastorales (différences de 100 à 200 F CFA/kg de PV).

Pour l'engraissement en parc, les marges réalisées sont nettement plus élevées avec le régime à base d'*Andropogon gayanus* qui est mieux valorisé par les moutons que les résidus de culture mélassés et se révèle, par ailleurs, moins coûteux. En effet, cette graminée vivace particulièrement bien adaptée au climat sahélo-

soudanien assure de hauts rendements en culture pluviale et le prix de revient de l'ensilage utilisé lors des essais est seulement de 37 F CFA/kg de MS.

L'embouche de longue durée sur jachère fait entrevoir un résultat économique plus intéressant pour les béliers provenant des marchés locaux que pour les jeunes mâles issus de l'élevage naisseur de l'ENSA. Plusieurs éléments sont à la base de cette différence, à savoir :

- prix d'achat nettement moins élevés pour les béliers plus lourds que pour les jeunes mâles (voir grille des prix par kg de PV présentée au tableau III) ;

- frais d'alimentation plus importants pour les jeunes mâles qui ont été nourris préalablement d'une manière intensive en parc au moyen de régimes coûteux ;

- gains de poids vif plus importants pour les sujets plus âgés qui n'ont pas subi de modifications de leur régime alimentaire au cours de l'expérience et croissance compensatrice plus intense pour cette catégorie de sujets.

Enfin, le bilan financier réalisé pour l'opération conduite en milieu villageois, fait apparaître de grandes différences entre les éleveurs. Celles-ci traduisent parfaitement la plus ou moins grande maîtrise de la technique par les emboucheurs.

CONCLUSION

L'embouche ovine que les agriculteurs du bassin arachidier sénégalais peuvent entreprendre à l'occasion des fêtes religieuses, constitue pour eux une source de revenus très intéressante.

L'expérimentation de courte durée réalisée en parc à l'ENSA démontre qu'il est possible d'obtenir un gain de poids vif de 75 à 80 g/j en 100 jours avec des béliers tout-venant. La réussite financière d'une telle opération conduite en unités semi-industrielles dépend du choix des meilleurs sujets à partir de leur conformation et leur état de santé et de l'utilisation d'un régime alimentaire le moins coûteux et le plus efficace. A ce propos, les expériences soulignent qu'un fourrage de qualité est préférable aux rations à base de résidus mélassés.

L'embouche de longue durée (150 à 200 jours) sur les jachères pâturées peut également être réalisée si les animaux profitent au mieux de la qualité alimentaire exceptionnelle des graminées annuelles pâturées au stade feuillu. En saison sèche, la complémentation en concentré doit être adaptée à la baisse de la valeur fourragère de l'herbe. Un bénéfice très élevé peut être obtenu pour un gain de poids vif journalier de 50 à 60 g car la technique est essentiellement basée sur l'utilisation des ressources naturelles. Toutefois, elle dépend aussi de la différence de prix de l'animal à l'achat et à la vente.

Cette opération peu coûteuse est sans doute la mieux adaptée au milieu villageois car elle garantit à l'agriculteur un revenu appréciable en utilisant de manière rationnelle le faible disponible fourrager des exploitations agricoles de la région.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été réalisés lors de la coopération entre la Belgique et le Sénégal dans le cadre du Département des Productions animales de l'ENSA. Les auteurs adressent leurs remerciements à l'Administrateur Général de la Coopération au Développement à Bruxelles et au Directeur de l'ENSA pour leurs encouragements à ce projet.

BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), PIRAUX (M.), COMPERE (R.). Sheep fattening techniques in the sahelo-sudanese region of Senegal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 321-328

Several experimental sheep fattening trials were performed for two consecutive years at the Ecole nationale supérieure d'Agriculture (ENSA) and in village farms in the groundnut basin of Senegal. Sheep of the Peul-peul and Touabire breeds aged 9 to 30 months were used in the experiment. Use of intensive short-term fattening techniques (100 days) applied to 40 kg Touabire rams kept in loose housing conditions resulted in high liveweight gains (75-80 g/d). Feed conversion ratios (kg DM consumed per kg liveweight gain) were however related to the diet offered, i.e. 14.9 for *Andropogon gayanus* silage ; 19.6 for rangeland straw molasses ; 21.3 for groundnut husks molasses. Financial returns were closely related to purchase and sales prices and to feed rations used. Profit per animal ranged from 2,900 and 10,700 F CFA at the end of a 100-day fattening period. The profits can be increased by long-term fattening trials (150 to 250 days) on natural fallow with a suitable feed supplementation. This technique which relies more on a natural dry-season forage resources is particularly suited for growing animals (25 to 35 kg liveweight) where performances range from 50 to 60 g liveweight gain per day. Being less dependent on fluctuating market prices, the long-term technique leads to increasing the profits by two as compared to those obtained by short-term technique in pens using by-products. In village farms, fattening periods lasting 60 days generate a daily liveweight gain of 48 g and 8,500 F CFA profit per animal. *Key words* : Sheep - Fattening - Liveweight gain - Livestock economics - Senegal.

BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), PIRAUX (M.), COMPERE (R.). Las técnicas de engorde de carneros en la region sudano-saheliana senegalasa. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 321-328

Varias técnicas de engorde de carneros fueron experimentadas durante dos años consecutivos en la Escuela Nacional Superior de Agricultura (ENSA) y en las explotaciones agrícolas aldeanas de las cuencas productoras de maní del Senegal. La experimentación se llevó a cabo con carneros de la razas Peul-peul y Touabire de 9 a 30 meses de edad. En estación, el engorde de corta duración (100 días) en estabulación libre realizado con carneros de 40 kg produjo ganancias elevadas de peso vivo (75 a 80 g/día). Sin embargo, los índices de consumo (kg de MS consumidos por kg de ganancia de peso vivo) dependen de los regímenes distribuidos : 14,9 para el ensilaje de *Andropogon gayanus* ; 19,6 para la paja de praderas naturales con melaza ; 21,3 para la cáscara de maní con melaza. El resultado financiero está estrechamente ligado con los precios ofrecidos en el mercado al la compra y a la venta y con las raciones alimenticias utilizadas. La ganancia por animal varía de 2 900 a 10 700 F CFA luego de un periodo de engorde de 100 días. Se puede aumentar los beneficios con un engorde de larga duración (150 a 250 días) efectuado en los barbechos con vegetación espontánea y con una complementación adecuada. Esta técnica que permite una mejor utilización de los recursos forrajeros naturales de la época seca se dirige sobre todo a los animales en crecimiento (25 a 35 kg de peso vivo) cuyas performances se sitúan entre 50 y 60 g de incremento por día. Es menos dependiente de las condiciones del mercado y permite duplicar los beneficios que son obtenidos en operaciones de engorde de corta duración, en estabulación y con la ayuda de sub-productos. En las explotaciones aldeanas, un engorde de 60 días asegura una ganancia diaria de peso vivo de 48 g con un margen beneficiario de 8 500 F CFA por animal. *Palabras claves* : Carnero - Engorde - Ganancia de peso - Economía de la cría - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. BULDGEN (A.), HELLEMANS (Ph.), COMPERE (R.). Le comportement de quelques espèces de graminées et légumineuses caractéristiques des pâturages sahélo-soudaniens sénégalais. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 1988, **23** (1) : 51-65.
2. BULDGEN (A.), DIENG (A.), DUCROT (D.), DUMONT (D.), COMPERE (R.). Résultats de l'amélioration de la productivité des élevages villageois de moutons du bassin arachidier sénégalais. *Revue mond. Zootech.*, 1992, **72** (3) : 25-33.
3. COMPERE (R.), BULDGEN (A.), LEMAL (D.). La jachère de courte durée du bassin arachidier sénégalais. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 1990, **25** (3) : 357-372.
4. COMPERE (R.), BULDGEN (A.), STEYAERT (P.), HELLEMANS (Ph.). Maintien et restauration de la fertilité des sols en région sahélo-soudanienne sénégalaise par une association rationnelle des activités d'élevage et d'agriculture. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 1991, **26** (1) : 153-167.
5. DENIS (J.P.), CALVET (H.), FRIOT (D.), VASSILIADES (G.). Embouche intensive du mouton Touabire sénégalais. Dakar, ISRA-LNERV, 1976. 61 p.
6. DIALLO (H.O.), CALVET (H.), DENIS (J.P.). Essai de synthèse des résultats obtenus à ce jour en embouche intensive ovine au LNERV. Dakar, ISRA-LNERV, 1976. 23 p.
7. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.). Suivi de troupeaux et contrôle des performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (1) : 29-40.
8. GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (Nd), RICHARD (D.), DIENG (A.). Régime alimentaire de ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essai de description du régime par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation des choix alimentaires et conséquences nutritionnelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (4) : 427-440.
9. LEMAL (D.), FAYE (J.C.), BULDGEN (A.), COMPERE (R.). Influence de la proportion de mélasse liquide sur la valeur alimentaire des rations pour ruminants composées de sous-produits disponibles dans la vallée du fleuve Sénégal. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 1989, **24** (3) : 315-328.
10. LHOSTE (Ph.). L'association agriculture-élevage. Évolution du système agro-pastoral au Sine-Saloum (Sénégal). Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. 314 p. (Études et synthèses de l'IEMVT n° 21)
11. RIVIERE (R.). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, La Documentation française, 1991. 530 p. (Manuels et précis d'Élevage n° 9)
12. WILSON (R.T.). Systèmes de production des petits ruminants en Afrique. In : Actes de l'atelier : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale, Mbour, Sénégal, 2-8 février 1986 : 61-98. Maisons-Alfort, IEMVT, 1986. (Études et synthèses de l'IEMVT n° 20).

F.A. Ahmed¹B.A. Babiker¹T.M. Mohamed¹T.E. Ali¹

The effect of genetic upgrading of Kenana (Sudan zebu cattle) with European Friesian on calf performance, milk yield and milk composition

AHMED (F.A.), BABIKER (B.A.), MOHAMED (T.M.), ALI (T.E.). Amélioration génétique par croisement entre la race Kenana (bétail zébu du Soudan) et la race Frisonne européenne : effet sur la performance des veaux, la production laitière et la composition du lait. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 329-333

Deux expériences ont été réalisées afin de déterminer l'effet du croisement de la race indigène Kenana avec 50 ou 75 p. 100 de race Frisonne sur la performance des veaux, la production et la composition du lait. Dans l'expérience I, la consommation de matière sèche, le gain de poids vif et l'indice de consommation ont été étudiés avant et après le sevrage. Concernant la consommation de matière sèche, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux groupes de génotypes. En revanche, durant la période de pré-sevrage, le poids vif est statistiquement plus élevé chez les croisés Frison à 75 p. 100 que chez les croisés Frison à 50 p. 100, tandis que durant la période de post-sevrage, il est significativement plus élevé chez les croisés à 50 p. 100 que chez ceux à 75 p. 100. En ce qui concerne l'indice de consommation, les croisés Frison à 50 p. 100 présentent des valeurs supérieures à celles des croisés à 75 p. 100 durant la période de pré-sevrage, tandis qu'il est plus élevé chez les croisés à 75 p. 100 que chez ceux à 50 p. 100 durant la période de post-sevrage. Dans l'expérience II, les vaches Kenana croisées avec 50 p. 100 de Frison ont produit significativement plus de lait que les croisés à 75 p. 100, mais avec une teneur moins élevée en matières grasses et en protéines. Les meilleures performances ont généralement été enregistrées chez le génotype à 50 p. 100 Frison. Il apparaît ainsi que les plans de croisements futurs devront faire l'objet d'une gestion attentive. *Mots clés* : Bovin Frison x Kenana - Croisement - Veau - Sevrage - Croissance - Production laitière - Lait - Teneur en lipides - Teneur en protéines - Soudan.

INTRODUCTION

It is now a widely accepted practice in many countries in the tropics to upgrade the indigenous dairy cattle by crossing with exotic temperate breeds to improve the productivity of the former. In these countries much information has been gathered and published on the performance of the crossbreds regarding parameters like milk yield, lactation length, age at first calving and calving interval (3, 10, 14, 19, 31). Amongst the other important traits in dairy cattle are viability and milk composition. In a recent review on crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics, CUNNINGHAM and SYRS-TAD (9) indicated that records on such parameters have rarely been reported.

The Kenana cattle is a subtype of the Northern Sudan Shorthorn Zebu (*Bos indicus*) introduced many centuries ago with migrants from Asia (6, 17). They are generally considered to have resulted from interbreeding with Sanga cattle and Shorthorn Zebu (25). The average milk yield of large herds has been reported to be 1 500 kg/lactation (8). Mature cows may be 130 cm high at shoulder and weigh up to 450 kg. They are light blue grey with graduation from nearly white to steel grey and they are found East of the confluence of the Blue and White Niles as far as the Ethiopian border (26). The crosses described in this work result from artificially inseminated Kenana cows with imported Friesian semen from Great Britain. The aim of the present work was to study the calf performance, milk yield and composition of 50 and 75 % Friesian upgraded Kenana (Sudan indigenous Zebu) cattle. The investigation was carried out in the Central Region of the Sudan where a developing dairy industry is being based on crossbred cattle.

MATERIALS AND METHODS

Two experiments were carried out at the University of Gezira Farm (latitude 14°30', longitude 33°39') during the years 1985 to 1987. Experiment I was carried out during the period of January 1985 to March 1986. The average temperature and humidity during this period was 31 °C and 42.5 %, respectively. Experiment II was carried out during the period January to March 1987, the average temperature and relative humidity during which was 26.9 °C and 32.3 %, respectively. In experiment I, Friesian x Kenana crossbred calves were used to study the effect of genotype on feed intake, liveweight gain and feed conversion efficiency by calves up to the age of 26 weeks. In experiment II, milk yield and composition (fat and protein) were studied in Friesian x Kenana crossbred cows.

Experiment I

Animals and management

Sixty four Friesian x Kenana crossbred calves were used of which 32 were 50 % Friesian, 50 % Kenana and 32 were 75 % Friesian, 25 % Kenana crosses.

1. University of Gezira, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Animal Science, POB 20, Wad Medani, Soudan.

Reçu le 28.9.1989, accepté le 13.4.1993.

After delivery, the calves were weighed and transferred to individual feeding pens where they received colostrum by nipple pail feeding system within, at most, one hour. The quantity of colostrum offered in the first 4-6 h was about 10 % of the calves' birthweight. Colostrum feeding continued for 48 h. The calves were then bucket-fed from their mothers' milk for the following five days after which they received farm milk till weaning. The daily amount of milk was given in two equal portions, one in the morning and one in the evening. The calves were weaned at ages of 6, 8, 10 and 12 weeks. Starter concentrate rations composed of cottonseed meal, groundnut meal, wheat bran, molasses, oyster shell and common salt providing 175 g/kg DM of crude protein and 11.4 MJ/kg DM metabolizable energy (ME) were introduced to the calves at the end of their first week of age and continued till weaning. During the post-weaning period, the calves were reared collectively in group pens. Supplement rations composed of the same dietary ingredients as those used for the starter rations were used. However, the diet provided a crude protein content of 155 g/kg DM and 11.3 MJ/kg DM (ME). Table I shows the ingredients and their chemical composition (starter and supplement feeds). Forage sorghum (*Sorghum vulgare* var. Abu70) was offered to the calves. The forage was daily cut in the prebloom stage and offered fresh and green. The daily feed intake and fortnightly liveweight were recorded. This period continued till the age of 26 weeks. All calves were vaccinated against rinderpest, blackquarter, haemorrhagic septicaemia and anthrax. They were sprayed weekly with an acaricide against ticks.

Experiment II

Animals and management

Fourteen milking cows were used in this experiment. Ten cows were 50 % Friesian, 50 % Kenana while the other

TABLE I Ingredients and chemical composition of the starter and supplement feeds used for calves in Experiment I.

Ingrédient (g/kg)	Starter diet	Supplement diet
Cottonseed cake	350	—
Groundnut cake	—	120
Wheat bran	550	720
Molasses	090	150
Oyster shell	005	005
Common salt (NaCl)	005	005
Chemical Composition (g/kg DM)		
Crude protein	175	155
Ether extract	038	030
Crude fibre	122	108
Nitrogen Free Extracts	605	635
Ash	060	072
Energy (MJ/kg DM)	11.4	11.3

four were 75 % Friesian, 25 % Kenana. All the cows were in their third lactation and were hand-milked twice daily at 03:00 and 13:00 h. Milking was initiated by offering the concentrate diet and was carried out at the milking parlour. The animals were kept in a spacious shaded pen. The cows were let to graze from 09:00 to 12:00 h. Grazing was on swards of Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) and Clitoria (*Clitoria ternata*). In addition to grazing, a concentrate ration composed of wheatbran (530 g/kg), groundnut meal (350 g/kg), molasses (100 g/kg), mineral and vitamin supplements (20 g/kg), providing 250 g/kg DM crude protein was offered. The quantity of concentrate per cow was calculated according to its milk production. Individual milk yields were recorded. The experimental period lasted 75 days.

Chemical analysis

The chemical composition of the feeds was determined by proximate analysis according to the standard methods adopted by the A.O.A.C. (4).

An aliquot sample of milk was taken from each cow in the morning every three days, during the whole period of the experiment. The milk samples were analysed for fat and protein (N x 6.38) by the standard Gerber's and formol (formaldehyde reaction) methods, respectively.

Statistical analysis

The data in experiment I were analysed by analysis of variance using Duncan's Multiple Range Test according to STEEL and TORRIE (30). T-Test was used for the analysis of the data in experiment II according to SNEDECOR and COCHRAN (29).

RESULTS

The effect of genotype (75 and 50 % Friesian Zebu crosses) on feed consumption and performance of the crossbred calves during the whole experimental period is shown in table II. During the preweaning period (0-12 weeks) the dry matter intake which included that of milk, supplement and forage, although it was slightly higher for the 75 % Friesian group showed no significant difference between the two genotypes. However, the 75 % Friesian genotype showed a significantly ($P < 0.001$) higher liveweight gain than the 50 % Friesian group. On the other hand, the feed conversion ratio was significantly ($P < 0.01$) higher for 50 % than for 75 % Friesian crosses.

During the postweaning period (12-26 weeks), there was no significant difference in dry matter intake between both genotypes. The 50 % Friesian group of calves showed a significantly ($P < 0.001$) higher liveweight gain than the 75 % Friesian group. Feed conversion ratio was signifi-

cantly ($P < 0.01$) higher and favourably ($P < 0.001$) lower for 50 % than for 75 % Friesian crosses, during the preweaning and postweaning periods respectively.

The mean values of milk yield, fat and protein for both groups of genotypes are shown in table III. The 50 % Friesian group produced a significantly ($P < 0.001$) higher milk yield than the 75 % Friesian group. On the other hand, the fat and protein content of their milk was significantly ($P < 0.001$) lower than that of the 75 % Friesian group.

DISCUSSION

The results of this study show a significant effect of the genotype on the growth of calves over both the preweaning and postweaning period. BHAT *et al* (5) reported that in Friesian Zebu crosses the genotype had a significant effect on body weight at all ages. In the study reported here, 75 % Friesian calves showed a significantly higher growth in the preweaning period than the 50 % crosses. PLANAS PEREZ (23) reported that growth rate was higher up to 12 weeks for the 75 % Friesian than for others. When considering the growth of the calves over the whole period of study (26 weeks) 50 % Friesian calves had a significantly higher growth than 75 % Friesian calves. Perhaps with time the 75 % Friesian became less able to withstand climatic conditions and

TABLE II The effect of genotype on the average drymatter intake, average liveweight gain and feed conversion ratio of Friesian x Kenana crossbred calves during preweaning (0-12 weeks) and postweaning (12-26 weeks) period.

	Genotype		S.E. and level of significance
	50 % Friesian 50 % Kenana	75 % Friesian 25 % Kenana	
Drymatter intake (kg/head/day)			
Preweaning	0.84	0.86	0.037 NS
Postweaning	1.95	1.99	0.052 NS
(kg/100 kg LW/day)			
Preweaning	1.56	1.44	0.127 NS
Postweaning	1.90	1.90	0.074 NS
Liveweight gain (kg/head/day)			
Preweaning	0.28	0.31	0.072***
Postweaning	0.50	0.46	0.036***
Feed conversion ratio			
Preweaning	2.94	2.70	0.001**
Postweaning	3.89	4.30	0.001**

S.E. : Standard error.

NS : Non significant.

** : Significant at $P < 0.01$; *** : Significant at $P < 0.001$.

less able to use the available feed as efficiently as the 50 % Friesian. Long ago, HOWE (11) reported that the slow growth rate of purebred Holstein calves in the tropics was due to the inability of such breeds to withstand the climatic conditions and the restriction of feed due to the inability of such animals to metabolize properly, at high temperatures, enough feed for normal existence. Other workers (22, 32) stated that the superiority of halfbred over 3/4 foreign blood animals was due to their high hybrid vigour. The results of this study is in agreement with the findings of RATHORE (24) who reported that 50 % Friesian, 50 % Zebu had faster growth than 75 % Friesian, 25 % Zebu. Also our results confirm the findings of ALRAWI and SAID (2) who found that daily gain decreases as the percentage of the Friesian blood increases. In this study the feed conversion efficiency was found to be significantly better for 50 % than for 75 % Friesian crosses in the postweaning period (12-26 weeks) and over the total period.

The results of this study show that 50 % Friesian crosses cows produced a significantly higher milk yield than 75 % Friesian crosses. This agrees with what had been reported by NARAYANASWAMY (21) when he compared Friesian-Sahival crosses (1/2, 5/8 and 3/4 Friesian) and found that the superiority of the total milk yield was in the order of half Friesian > 5/8 Friesian > 3/4 Friesian. ALBA and KENNEDY (1) showed that the F1 (Criollo x Jersey) crosses were superior to the Criollo breed and 1/4 Jersey. In India SHARMA *et al* (28) found that with 1/8, 1/4, 1/2, 5/8 and 3/4 Friesian blood, the average milk yield was higher for 1/2 Friesian than for the other groups. KALE *et al* (12) in their studies with different grades of Holstein-Friesian by Gir and Sahiwal crosses concluded that there was no advantage in increasing the Holstein-Friesian inheritance beyond 50 %. The same conclusion was reached earlier by NAIR (20) when crossing Zebu cattle with Brown Swiss.

TABLE III The effect of genotype on the average milk yield, milk fat and milk protein of Friesian x Kenana crossbred cows (means + S.D.).

	Genotype		T-test Level of significance
	50 % Friesian 50 % Kenana	75 % Friesian 25 % Kenana	
Milk yield (l/cow/day)	11.01 + 0.399	9.20 + 0.726	***
Milk fat (g/kg)	42.0 + 2.14	45.9 + 3.81	***
Milk protein (g/kg)	31.0 + 1.60	32.6 + 2.06	***

S.D. : Standard deviation.

*** : Significant at $P < 0.001$.

F.A. Ahmed B.A. Babiker T.M. Mohamed T.E. Ali

In Kenya, MEYN and WILKINS (18), analysing data on a farm of Jersey and Jersey x Sahiwal showed that the crosses produced 16 % more milk than the purebreds. With Ayrshire and Sahiwal x Ayrshire crosses KIMENYE and RUSSEL (13) reported higher milk yield for the 50 and 75 % Ayrshire than for the high-grade Ayrshire and they concluded that a "fair portion of *Bos indicus* genes is desirable in this environment". In the coastal region of Tanzania, MAHADEVAN and HUTCHINSON (16) comparing a range of crossbreds of *Bos indicus* and *Bos taurus* showed that the 50 % *Bos taurus* cross had slightly higher milk yield than the 25 and 75 % crosses. The records collected from Northern Nigeria involving White Fulani and Friesian were analysed by BUVANENDRAN *et al* (7) and they showed that the milk yield in all lactations of the 50 % crosses of the two breeds exceeded the 75 % Friesian crosses by 100 % (287 kg vs 143 kg). On the other hand, the milk yield in the first and second lactation of Ndama and Jersey crosses in the Ivory Coast was higher for 75 % than for 50 % crosses Jersey crosses (15).

Although the 75 % cross benefit regarding milk production levels was clearly visible after the second lactation, the lack of resistance of these crosses towards the wet tropical environment made no progress beyond the 50 % cross with the Ndama x Jersey cattle and numerous health problems occurred from the third lactation (15).

AHMED (F.A.), BABIKER (B.A.), MOHAMED (T.M.), ALI (T.E.). The effect of genetic upgrading of Kenana (Sudan Zebu cattle) with European Friesian on calf performance, milk yield and milk composition. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 329-333

Two experiments were undertaken with Friesian x Kenana crosses to study the effect of 50 and 75 % upgraded indigenous cattle on calf performance, milk yield and milk composition. In experiment I, the dry matter intake, liveweight gain and food conversion ratio of pre-weaned and postweaned calves were studied. There was no significant difference in dry matter intake between both genotype groups. Liveweight was significantly higher for 75 % than for 50 % Friesian crosses during the preweaning period while it was significantly higher for 50 % than for 75 % crosses during the postweaning period. Food conversion ratio was higher for 50 % than for 75 % crosses during the preweaning period while it was higher for 75 % than for 50 % crosses during the postweaning period. In experiment II, 50 % crossbreed cows produced significantly more milk than 75 % crosses but their milk composition was lower in fat and protein concentration. Generally, the results indicate a better performance of the 50 % upgraded genotype. Future upgrading plans should be carefully monitored. *Key words* : Friesian x Kenana cattle - Crossbreeding - Calf - Weaning - Growth - Milk yield - Milk - Fat content - Protein content - The Sudan.

Both milk fat and milk protein were significantly higher for 75 % than for 50 % Friesian cows. SHARMA *et al* (27) in their studies with Brown Swiss and Zebu crosses report that the yield of fat significantly decreased in the F1 compared to the F2 generations.

CONCLUSION

It was shown that over the 26-week study period, the growth of 50 % Friesian calves was significantly faster than that of 75 % Friesian calves. It was also shown that 50 % Friesian cows exhibited a significantly higher milk yield but a lower milk protein and milk fat content than the 75 % Friesian cows. Hence, under the conditions of this study the 50 % Friesian crosses seemed to perform better than the 75 % crosses. These results indicate that future upgrading plans should be carefully and cautiously monitored.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank Nisheishiba Farm staff and workers for the assistance in the care of the animals.

AHMED (F.A.), BABIKER (B.A.), MOHAMED (T.M.), ALI (T.E.). Efecto del cruce de ganado Kenana (ganado cebú de Sudán) para el mejoramiento genético del desarrollo de los terneros y de la producción y composición de leche. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 329-333

Se llevaron a cabo dos experimentos con cruces de ganado Frisón x Kenana, con el fin de estudiar los efectos de cruces al 50 p. 100 y 75 p. 100 de ganado nativo, sobre el desarrollo de los terneros, la producción y la composición de la leche. En el primer experimento se estudió el consumo de materia seca, la ganancia de peso y la tasa de conversión alimenticia en terneros pre y post destete. No se encontró una diferencia significativa en cuanto a la ingestión de materia seca entre los dos genotipos. El peso vivo fue significativamente más elevado para los cruces al 75 p. 100 durante el pre destete, mientras que en el post destete la ganancia de peso fue significativamente mayor para los cruces al 50 p. 100. La tasa de conversión alimenticia fue significativamente más alta para los cruces al 50 p. 100 durante el pre destete, pero durante el post destete esta tasa fue más elevada para los cruces al 75 p. 100. Durante el segundo experimento, las vacas de cruces al 50 p. 100 tuvieron una producción significativamente mayor, pero con un contenido menor de grasa y proteínas. Los resultados generales mostraron un mejor rendimiento del genotipo 50 p. 100. En el futuro, deben observarse cuidadosamente los cruces que se lleven a cabo. *Palabras claves* : Bovino Frisón x Kenana - Cruzamiento - Ternero - Destete - Crecimiento - Producción láctea - Leche - Contenido de grasa - Contenido proteico - Sudán.

REFERENCES

1. ALBA (J.) (de), KENNEDY (B.W.). Criollo and temperate dairy cattle and their crosses in a humid tropical environment. Rome, FAO, 1984. (FAO Animal Production and Health Paper : 44/1)
2. ALRAWI (A.A.), SAID (S.L.). Some source of variation associated with preweaning growth in purebred and crossbred Friesian. *Anim. Breed. Abstr.*, 1981, **49** : 347.
3. AMBLE (V.N.), JAIN (J.P.). Comparative performance of different grades of crossbred cows on military farms in India. *J. Dairy Sci.*, 1967, **50** : 1695-1702.
4. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). Official Methods of analysis. 12th ed. Washington DC, 1975.
5. BHAT (P.N.), KOUL (S.K.), STANTIAGO (T.C.), GARY (R.C.). Note on body weight of Haryana cattle and their Friesian crosses. *Indian J. Anim. Sci.*, 1982, **52** : 35.
6. BOYNS (B.M.). Sudanese cattle as milk producers. *Emp. J. Expl Agric.*, 1947, **15** : 27-41.
7. BUVANENDRAN (V.), OLAYIWOLE (M.B.), PIOTROWSKA (K.I.), OYEJOLA (B.A.). A comparison of milk production trails in Friesian x White Fulani crossbred cattle. *Anim. Prod.*, 1981, **32** : 165-170.
8. CUNNINGHAM (E.P.). Conservation of the Kenana breed in the Sudan. In : Animal genetic resources strategies for improved use and conservation. Rome, FAO, 1983. (FAO Animal Production and Health paper N° 66) Pp. 1-10.
9. CUNNINGHAM (E.P.), SYRSTAD (O.). Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. Rome, FAO, 1987. (FAO Animal Production and Health paper N° 68)
10. FAHMY (S.K.), FAHIM (M.A.), ATTEYA (M.), EL MEHALAWY (M.Y.). Dairy shorthorn and its crosses in Egypt. *Agric. Res. Rev., Cairo*, 1976, **54** (7) : 79-87.
11. HOWE (J.W.). The effect of varying amounts of Zebu blood on the adaptability of the cattle to conditions in Jamaica. *Trop. Agric., Trinidad*, 1949, **26** : 131.
12. KALE (A.M.), BHAGAT (S.S.), PATIL (S.S.). Evaluation of different grades of Holstein Friesian x Gir and Sahiwal crosses on the basis of production and reproduction efficiency. *Lvstk Advisor*, 1984, **9** : 5-8.
13. KIMENYE (D.), RUSSELL (W.S.). Comparison of Ayrshire x Sahiwal cows with high grade Ayrshire in Kenya. *E. Afr. Agric. For. J.*, 1975, **40** : 416-421.
14. KIWUWA (G.H.), TRAIL (J.C.M.), KURTU (M.Y.), WORKU (G.), ANDERSON (F.), DURKIN (J.). Crossbred dairy cattle productivity in Arsi Region, Ethiopia. ILCA Research Report N°11. Addis Ababa, 1983.
15. LETENNEUR (L.). Crossbreeding N'Dama and Jersey cattle in Ivory Coast. *Wld Anim. Rev.*, 1978, **27** : 36-42.
16. MAHADEVAN (P.), HUTCHINSON (H.C.). The performance of crosses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle for milk production in the coastal region of Tanganyika. *Anim. Prod.*, 1964, **6** : 331-336.
17. MASON (I.), MAULE (C.). The indigenous livestock of eastern and southern Africa. Technical communication N°14. Farnham Royal U.K., Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics (CAB), 1960.
18. MEYN (K.), WILKINS (J.V.). Breeding for milk in Kenya with particular performance to Sahiwal Stud. *Wld Anim. Rev.*, 1974, **11** : 24-30.
19. NAGARCENKAR (R.), RAO (M.K.). Performance of Tharparkar-exotic crosses for productive and reproductive traits. *Indian J. Anim. Sci.*, 1983, **52** (3) : 129-138.
20. NAIR (P.M.R.). Cattle improvement through crossbreeding. In : XIXth International Dairy Congress, New Delhi, 1974.
21. NARAYANASWAMY (M.). Studies on growth, production and reproduction efficiency in Friesian x Sahiwal crosses. *Anim. Breed. Abstr.*, 1981, **50** : 4396.
22. PAHNISH (O.F.), PORNKS (J.S.), KNAPP (B.W.), RAILY (T.M.). Results from crossbreeding beef x beef and beef x dairy breeds : Calf performance to weaning. *J. Anim. Sci.*, 1969, **28** : 291.
23. PLANAS PEREZ (M.T.). Study on the performance of different Holstein-Zebu crosses in tropical conditions. *Anim. Breed. Abstr.*, 1980, **40** : 514.
24. RATHORE (A.). Differences in the growth of Sindi crosses with Jersey, Brown Swiss, Holstein Friesian and Gurnsey cattle. *Anim. Breed. Abstr.*, 1952, **20** : 330.
25. ROUSE (J.). World cattle. II. Cattle of Africa and Asia. Oklahoma City, USA, Oklahoma Univ. Press, 1972.
26. SAEED (A.M.), WARD (P.N.), DURKIN (J.W.), LIGHT (D.), WILSON (R.T.). Results of preliminary analysis of the characterization of Kenana cattle at Um Banein, Sudan. Addis Ababa, ILCA, 1985.
27. SHARMA (K.N.S.), JAIN (D.K.), BHATNAGAR (D.S.), SHARMA (R.C.). Estimation of milk fat solids-non-fat and total solid prouction in Zebu and their Brown Swiss crosses. *Anim. Prod.*, 1983, **36** : 383-387.
28. SHARMA (D.B.), SINGH (C.S.P.), MISHRA (H.R.). Note on the performance of different grades of Friesian x Sahiwal crosses. *Asian J. Dairy Res.*, 1984, **2** : 59-62.
29. SNEDECOR (G.W.), COCHRAN (W.G.). Statistical methods. 6th ed. Ames, Iowa, USA, Iowa State Univ. Press, 1967.
30. STEEL (R.G.O.), TORRIE (J.H.). Principles and procedures of statistics. New York, McGraw Hill Book Co., 1960.
31. TANEJA (V.K.), CHAWLA (D.S.). Heterosis for economic traits in Brown Swiss x Sahiwal crosses. *Indian J. Dairy Sci.*, 1978, **31** (3) : 208-213.
32. TOUCHBERRY (R.W.), BERESKIN (B.). Body growth in purebred and crossbred dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1965, **48** : 791.

H. Boly¹L. Magagi²T. Konate³M.C. Viguier-Martinez⁴A. Yenikoye⁵

Cycle œstral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété "Mossi"

BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Cycle œstral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 335-340

Le but de cette étude est de déterminer les caractéristiques du cycle œstral et de la croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété "Mossi". La révélation des chaleurs à l'aide d'un bélier vasectomisé ainsi que le dosage de la progestérone plasmatique permettent de déterminer une durée moyenne du cycle œstral de 18 ± 4 jours avec une manifestation des chaleurs pendant 30 ± 7 h. Durant la saison sèche et chaude (de janvier à avril), il y a une augmentation significative ($P < 0,05$) de la durée moyenne du cycle œstral (20 ± 6 jours) mais une diminution de la manifestation des chaleurs ($25,7 \pm 4,7$ h). Le nombre total de follicules de diamètre supérieur à $50 \mu\text{m}$ est de $243,1 \pm 43,2$ par ovaire avec des variations significatives entre ovaires ovulatoire et non ovulatoire ($P < 0,05$). Le nombre de follicules regroupés selon leur taille donne $129,9 \pm 27,2$ pour les follicules du groupe I (50 à $118 \mu\text{m}$) ; $95,2 \pm 16$ pour le groupe II (119 à $462 \mu\text{m}$) ; $11,9 \pm 2$ pour le groupe III (463 à $1\ 284 \mu\text{m}$) et $6,1 \pm 1,8$ pour le groupe IV ($> 1\ 284 \mu\text{m}$). Le nombre de follicules en croissance avec antrum (groupes II, III et IV) est de $113,2 \pm 17,2$. Les follicules normaux (non dégénératifs, ayant moins de 5 pycnoses par coupe) sont au nombre de $229 \pm 42,2$ par ovaire et représentent 94,3 p. 100 des follicules en croissance. Le nombre moyen des follicules atrétiques par ovaire est de $13,9 \pm 2$. Ce nombre croît du 1^{er} au 4^e groupe et il est plus important dans l'ovaire ayant ovulé ($17,8 \pm 4,6$ contre $10 \pm 2,1$ dans l'autre ovaire). Le nombre moyen des follicules en croissance terminale est de $9,4 \pm 3,3$, et $2,6 \pm 0,3$ sont normaux. Le taux moyen d'ovulation est de $1,4 \pm 0,2$ avec 82,6 p. 100 des ovulations réparties sur l'ovaire droit. *Mots clés* : Brebis - Ovin Djallonké - Cycle œstral - Croissance folliculaire - Progestérone.

INTRODUCTION

La brebis Djallonké de la variété "Mossi", issue du croisement entre mouton Djallonké des zones soudaniennes et mouton Peulh des zones sahéliennes, suscite un intérêt croissant dans les programmes de développement des zones soudano-sahéliennes en raison de sa parfaite adaptation au milieu et de ses performances de production, surtout bouchère (3, 6, 10, 14). La mise en oeuvre

de ces programmes se heurte cependant à l'absence de données précises sur les caractéristiques du cycle sexuel et de la croissance folliculaire. La plupart des résultats portent sur les races des zones tempérées et les données concernant les races des zones tropicales, bien qu'encore restreintes, indiquent des facteurs de variation selon les races de brebis et les conditions du milieu (2, 6, 7, 21).

Ce travail se propose d'établir les caractéristiques des activités cycliques du comportement d'oestrus et de la croissance folliculaire de la brebis Djallonké de la variété "Mossi" en indiquant les variations liées à l'âge des femelles et au mois de l'année des observations.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cadre expérimental et animaux

Les brebis utilisées dans l'expérimentation sont issues du troupeau de la station expérimentale de Gampela, située à environ 20 km à l'est de Ouagadougou ($12^{\circ}22'$ latitude nord et $1^{\circ}31'$ longitude ouest). Le climat est de type nord-soudanien, caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre. La moyenne des précipitations de la dernière décennie est de 622,2 mm. La température moyenne est de 33°C avec des minima de 8 à 20°C de décembre à janvier et des maxima de 34 à 40°C de mars à avril. L'amplitude de la photopériode est de 1 h 27 min avec un maximum de 12 h 45 min d'éclairement le 21 juin et un minimum de 11 h 16 min le 21 décembre (fig. 1b). Le relief est plat dans son ensemble, les sols ferrugineux riches en calcium et potassium, et la végétation de type savane arborée à arbustive avec strate herbacée dominée par les graminées (*Pennisetum* et *Brachiaria*).

L'élevage des brebis est de type semi-intensif avec une alimentation composée de paille de sorgho hachée (50 p. 100), de son de blé (20 p. 100), de tourteau de coton (15 p. 100), de drêche de brasserie (15 p. 100), de pierre à lécher et d'eau à volonté (25).

La présente étude s'est déroulée de juillet à avril. Elle a consisté en deux essais : le premier ($n=12$) pour déterminer la durée des cycles sexuels, le deuxième ($n=18$) pour

1. UNCEIA, 13 rue Jouët, BP 65, 94703 Maisons-Alfort, France.

2. Institut du développement rural (IDR), BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

3. Laboratoire national d'élevage, Ouagadougou, Burkina Faso.

4. Laboratoire de Neuro-endocrinologie, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France.

5. Faculté des Sciences, Université de Niamey, BP 10960, Niger.

Reçu le 4.6.1992, accepté le 24.11.1992.

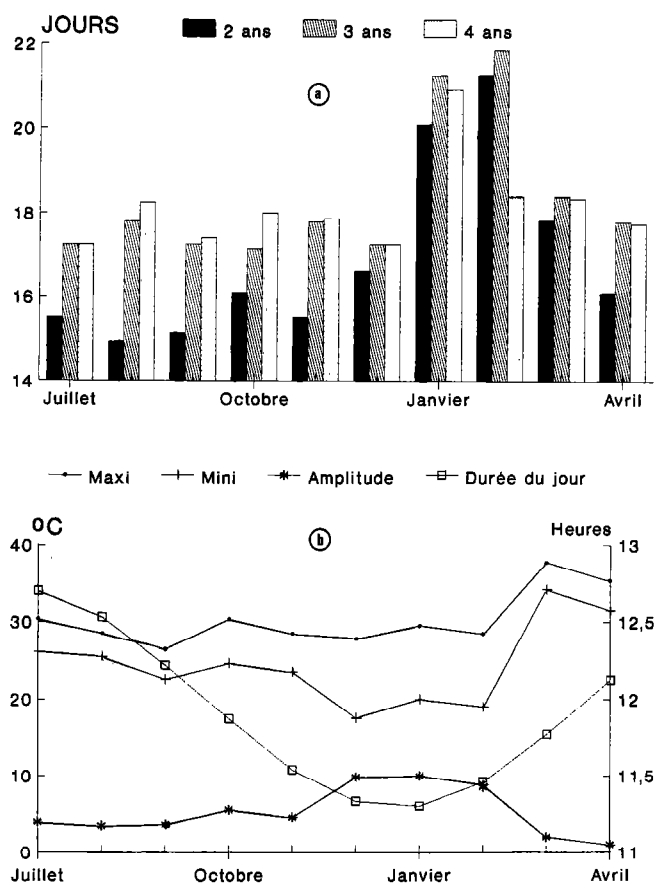


Fig. 1 : a) Durée du cycle selon âge et mois. b) Variation de la température et de la durée du jour à Gampela.

caractériser la croissance folliculaire. Les brebis ont entre 2 et 4 ans et ont été confirmées non gestantes et sans antécédents pathologiques de reproduction. Après trois mois d'adaptation aux conditions expérimentales et de vérification de la régularité des cycles sexuels, les brebis ont subi le protocole qui suit.

Détection de l'oestrus (essai 1)

L'observation du comportement sexuel sur les 12 brebis a été effectuée deux fois par jour, le matin de 7 à 8 h et l'après midi de 17 à 18 h, à l'aide d'un bélier vasectomisé muni d'un harnais marqueur. L'oestrus est défini par l'immobilisation de la brebis et l'acceptation de la monte. Le plasma sanguin de cinq brebis est recueilli tous les matins pour le dosage radio-immunologique de la progestérone plasmatique selon le protocole développé par YENIKOYE (24). La comparaison du nombre de chaleurs observées et du nombre théorique d'oestrus estimé à partir des résultats positifs du dosage de la progestérone (présence de corps jaune actif), permet d'apprécier l'importance des ovulations non accompagnées de mani-

festation de chaleur. Les résultats obtenus sont analysés selon le test de Newman et Keulh avec la limite de signification à $P < 0,05$.

Prélèvement et traitement des ovaires (essai 2)

Durant les mois de novembre et décembre (saison sèche et froide), 18 brebis cyclant normalement ont été réparties en neuf groupes de deux brebis. Chaque groupe a subi une ovariectomie bilatérale à J0, J1, J2, J3, J6, J9, J12, J15 et J16 du cycle oestral respectivement (J0 représentant le jour de l'oestrus). L'ovariectomie et la fixation des ovaires ont été réalisées selon la méthode décrite par MARIANA (18). Des coupes sériées de 10 μm ont ensuite été réalisées et une coupe sur 3 est montée et colorée par le HPS (hématoxyne-phloxine-safran). L'observation des follicules au microscope optique et la mesure de leur diamètre permet de les répartir en 4 groupes avec distinction entre follicules normaux et atreétiques selon la méthode développée par MARIANA (17) et YENIKOYE (24). Les follicules du groupe I ont une taille comprise entre 50 et 118 μm et correspondent aux follicules primordiaux ; les follicules du groupe II ont une taille comprise entre 119 et 462 μm et correspondent à l'apparition des follicules à antrum ; les follicules du groupe III ont une taille comprise entre 463 et 1 284 μm et correspondent aux follicules à fort index pycnotique ; les follicules du groupe IV ont un diamètre supérieur à 1 284 μm et correspondent aux follicules débutant leur croissance terminale (15, 17). Les critères d'atrésie des follicules retenus sont la présence de plus de 5 pycnoses par coupe observée et la désagrégation de la granulosa et de l'ovocyte. Le taux moyen d'ovulation est apprécié par l'observation des corps jaunes après prélèvement des ovaires. Le test de Chi^2 est utilisé pour la comparaison des distributions des follicules au cours du cycle et les variations entre ovaires. L'effet de la période du cycle sur le nombre et la taille des follicules est analysé par la méthode de Kruskal et Wallis (9).

RÉSULTATS

Le cycle oestral

Durée du cycle

La durée moyenne du cycle oestral à partir de 170 observations (en moyenne 10 par brebis) est de 18 ± 4 jours, avec 88,2 p. 100 des cycles se situant entre 15 et 20 jours. Il existe des variations significatives selon les saisons ($P < 0,05$). De juillet à décembre, la durée moyenne des cycles est de 17 ± 2 jours avec 16,7 p. 100 des brebis ayant un cycle de plus de 20 jours. De janvier à avril,

la durée moyenne des cycles est de 20 ± 6 jours et près de 50 p. 100 des brebis ont un cycle supérieur à 20 jours. L'allongement de ces cycles coïncide avec l'augmentation des amplitudes thermiques et de la durée du jour (fig. 1a, b).

L'oestrus

La durée moyenne de l'oestrus est de 30 ± 7 h. La majeure partie (80,4 p. 100) des manifestations de chaleur avec acceptation de la monte ont lieu le matin entre 7 et 8 h. Il existe des variations significatives ($P < 0,05$) en fonction de l'âge de la brebis et de la saison. Les brebis de moins de 2 ans ont un oestrus plus court que les brebis de 3 et 4 ans, soit respectivement 23 ± 3 , 33 ± 7 et 32 ± 7 h. De juillet à décembre, la durée moyenne de l'oestrus est de 32 ± 7 h avec des manifestations des chaleurs beaucoup plus marquées ($2,1 \pm 0,8$ chevauchements acceptés). De janvier à avril, la durée moyenne est de $25,7 \pm 4,7$ avec des signes de chaleurs plus discrets ($1,2 \pm 0,4$ chevauchements acceptés).

Profil de la progestérone

Le suivi de la concentration de progestérone permet de noter en phase lutéale des concentrations élevées au cours de la période de juillet à décembre soit $3,7 \pm 1,4$ ng/ml, contre $2,9 \pm 1,1$ ng/ml ($P < 0,05$) pendant la période de janvier à avril. Suivant le profil de sécrétion de la progestérone, on peut différencier trois types de cycles ovariens :

- Les cycles ayant une durée inférieure à 18 jours présentent un début de phase lutéale à partir du 5e jour, puis un maximum de sécrétion au 10e jour se maintenant en plateau jusqu'au 14-15e jour avant de décroître rapidement. Ces types "normaux" de profil de progestérone représentent 66 p. 100 des cycles observés. Durant la saison sèche et chaude (janvier à avril), 14,8 p. 100 des animaux présentent ces cycles normaux de sécrétion de progestérone se déroulant sans manifestations des chaleurs, ou avec chaleurs silencieuses (11,8 p. 100 des cycles observés).

- Les cycles de plus de 18 jours avec allongement de la phase folliculaire représentent 18,5 p. 100 des cycles observés et se caractérisent par un niveau bas de progestérone supérieur à 10 jours.

- Les cycles de plus de 18 jours à phase lutéale prolongée présentent une progestéronémie élevée pendant 15 jours. Ils représentent 3,7 p. 100 des cycles observés ; 8,3 p. 100 des animaux manifestent ce type de cycle allongé.

Les populations folliculaires

Les follicules totaux

Le nombre total des follicules en croissance (diamètre supérieur à $50 \mu\text{m}$) est en moyenne de $243,1 \pm 43,2$ par ovaire. Au cours du cycle, il existe deux périodes de poussée folliculaire débutant aux 3e et 12e jour du cycle respectivement (fig. 2a).

La répartition des follicules en 4 groupes, selon leur taille, montre une prédominance des follicules des 1er et 2e groupes qui représentent 93 p. 100 des follicules en croissance, les follicules des 3e et 4e groupes étant au nombre de $11,9 \pm 2$ et $6,1 \pm 1,8$ (fig. 2b). Le nombre total de follicules en croissance présentant un antrum (groupes II, III et IV) est de $113,2 \pm 17,2$. Ce nombre diminue pendant la phase folliculaire et augmente régulièrement du 6e au 16e jour de la phase lutéale du cycle.

Il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre ovaire ovulatoire et ovaire contra-latéral ($274,5 \pm 51,5$ et $213,4 \pm 42,3$).

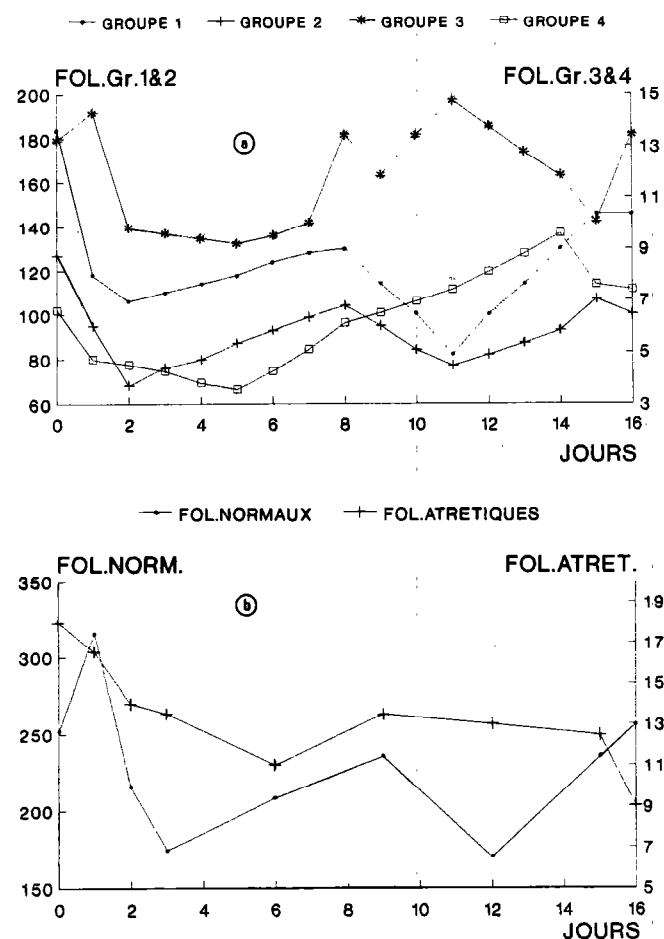


Fig. 2 : a) Distribution des follicules par groupes au cours du cycle. b) Nombre de follicules normaux et atrétiques.

Les follicules normaux

Les follicules normaux ayant moins de 5 pycnoses sont au nombre de $229 \pm 42,2$ par ovaire. Ils représentent 94,3 p. 100 des follicules en croissance. Il existe des variations entre les groupes folliculaires avec $129,9 \pm 23,1$ pour le premier groupe, $93,5 \pm 15,9$ pour le 2e groupe, $3,2 \pm 1,7$ pour le 3e groupe et $2,5 \pm 1,1$ pour le 4e groupe. Il existe des différences significatives ($P < 0,05$) entre ovaire ovulatoire et ovaire contra-latéral qui ont respectivement $262,4 \pm 53,6$ et $199,2 \pm 39,9$ follicules normaux. L'évolution des follicules normaux est semblable entre les deux ovaires du 1er et 9e jour du cycle. Une différence significative ($P < 0,05$) apparaît à partir du 12e jour du cycle et est induite par les follicules des 3e et 4e groupes dont le nombre augmente dans l'ovaire non ovulatoire.

Les follicules atrétiques

Le nombre moyen de follicules atrétiques est de $13,9 \pm 2$ soit 5,7 p. 100 des follicules en croissance. Le taux de follicules atrétiques est nul pour les follicules du premier groupe, faible pour les follicules du 2e groupe mais très important pour les follicules des 3e et 4e groupes, respectivement $73,4 \pm 10,5$ p. 100 et $59,7 \pm 10,9$ p. 100. Il est significativement plus important dans l'ovaire ayant ovulé avec $17,8 \pm 4,6$ contre $10 \pm 2,1$. Cette différence est particulièrement marquée au cours des cinq premiers jours du cycle sexuel.

Évolution des follicules en croissance terminale

Ces follicules, de diamètre supérieur à $1\ 000\ \mu\text{m}$, sont au nombre de $9,4 \pm 3,3$ et $2,6 \pm 0,3$ sont dans une phase de croissance terminale pour l'ovulation. Leur évolution au cours du cycle se caractérise par une augmentation du nombre entre le 5e et le 15e jour, puis par une réduction de ce nombre du 16e au 4e jour du cycle suivant.

Taux d'ovulation

Le taux moyen d'ovulation est de $1,4 \pm 0,2$ avec 82,6 p. 100 des ovulations réparties sur l'ovaire droit. Les ovulations doubles (44 p. 100) se rencontrent surtout chez les multipares.

DISCUSSION

Cycle oestral

La durée moyenne du cycle oestral de la brebis "Mossi" (18 ± 4) est comparable à celle d'autres races de mouton des zones inter-tropicales (2, 6, 19, 23). Les variations

annuelles de la durée du cycle oestral suivent les rythmes saisonniers mais sont moins accentuées chez la brebis "Mossi" que chez la brebis Peulh. Les cycles observés pendant la période de janvier à avril ont une durée moyenne de $20,1 \pm 6,6$ jours chez la brebis "Mossi" contre $31,1 \pm 3,6$ jours chez la brebis Peulh du Niger (23). Les cycles longs observés correspondent chez la brebis "Mossi" à une phase folliculaire prolongée (18,5 p. 100 des cycles observés dans la présente étude). Chez la brebis Peulh, il s'agit plutôt d'un allongement de la phase lutéale (YENIKOYE (24)). Cet allongement de la phase lutéale ne concerne que 8,3 p. 100 des animaux chez la brebis "Mossi". L'allongement de la durée du cycle sexuel durant la période sèche et chaude coïncide avec une augmentation de la température et de la photopériode. Les écarts de la température ont probablement une influence plus grande que l'augmentation de la durée de l'éclairement qui est faible (1 h 27 min). L'hyperthermie à près de $40\ ^\circ\text{C}$ rencontrée au cours de l'étude est en effet connue comme défavorable pour l'activité de reproduction (8, 20). Les effets combinés de ces deux facteurs méritent d'être cependant plus approfondis. Il en est de même pour les effets de l'humidité, relativement peu marqués en climat nord-soudanien, et qui n'ont pas fait l'objet d'investigation dans la présente étude.

Le comportement sexuel durant l'oestrus est semblable à celui décrit par d'autres auteurs (6, 19, 23). La diminution de la manifestation de l'oestrus observée pendant la période sèche et chaude serait liée très probablement aux facteurs climatiques (température et photopériode) qui pourraient influencer sur la stimulation hormonale de la croissance folliculaire et entraîner une élévation tardive des sécrétions d'oestradiol 17β (11, 19, 23).

Les populations folliculaires

L'étude histologique de la dynamique des populations folliculaires de la brebis "Mossi" a permis d'obtenir des résultats semblables à ceux obtenus chez d'autres races de mouton. Il s'agit notamment du nombre moyen des follicules en croissance qui est de l'ordre de 250 ($243,1 \pm 43,2$), et cela s'inscrit dans les limites données par CAHILL (4), LAHLOU KASSI et MARIANA (15) soit 230 à 420 follicules. La distribution de ces follicules est semblable au cours du cycle mais change selon les groupes folliculaires. Ces mêmes observations ont déjà été rapportées par CAHILL (4) chez la Romanov, par LAHLOU KASSI et MARIANA (15) chez la brebis D'man et Timahdite et par YENIKOYE (24) chez la brebis du Niger. Cette distribution des follicules en croissance a été également observée chez la femme par GOUGEON (12) et semble commune aux mammifères.

Le nombre moyen de follicules normaux ($229 \pm 42,2$) de la brebis "Mossi" durant la présente étude est comparable à celui d'autres races inter-tropicales comme la brebis Peulh du Niger avec 244,5 (23), la Timahdite du Maroc

avec 217,8 (15) et les brebis des zones tempérées comme la Romanov avec 227 (4), la Finnoise avec 221 (1). L'existence de follicules de toutes tailles au cours du cycle chez la brebis suggère une croissance continue telle que celle décrite par YENIKOYE (24) chez la brebis Peulh du Niger.

Le nombre de follicules atrétiques par ovaire est de $13,9 \pm 2$ chez la brebis "Mossi" et il est comparable à celui observé chez d'autres races de mouton : $13,3 \pm 3$ chez la D'man et $12,2 \pm 3,2$ chez la Timahdite (14) ; $10 \pm 3,2$ chez la brebis Peulh du Niger (23). Ce nombre est par contre inférieur à celui de la Finnoise qui est de $41 \pm 15,1$ (1). L'atrésie est importante dans l'ovaire ovulatoire, représenté dans 82,6 p. 100 des cas par l'ovaire droit. Chez la femme, il s'agit plutôt de l'ovaire non ovulatoire et cela semble être en liaison avec la faible imprégnation de cet ovaire par les sécrétions stéroïdiennes (12). Dans le cas des ruminants l'hyperactivité de l'ovaire droit pourrait s'expliquer par l'encombrement du rumen à gauche qui exercerait un gêne mécanique sur l'ovaire gauche. Cette hypothèse mérite cependant d'être confirmée sur un plus grand effectif car LAJOURS (16), sur 12 857 ovulations observées sur la brebis Romanov, obtient 52 p. 100 d'ovulation sur l'ovaire droit. Le taux d'ovulation de la brebis "Mossi" de $1,4 \pm 0,2$ est légèrement supérieur à celui d'autres races en zones tropicales comme les brebis Peulh et Timahdite, respectivement 1,27 p. 100 (23) et 1,1 p. 100 (15). Cette donnée est importante dans la mesure où, par application d'un programme de sélection adéquate, il pourrait être possible d'augmenter les performances de reproduction de la brebis "Mossi" (13).

BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Oestrus cycle and follicle growth in Djallonké "Mossi" ewes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 335-340

The aim of the present study was to determine the characteristics of the oestrus cycle and follicular growth in Djallonké "Mossi" ewes. Use of a vasectomised ram and plasma progesterone assays showed that the oestrus cycle lasted on an average 18 ± 4 days and the heats 30 ± 7 h. During the dry and the hot season (January to April), there was a significant increase ($P < 0.05$) in the length of the oestrus cycle (20 ± 6 days), but a decrease in the length of heats ($25,7 \pm 4,7$ h). The total number of follicles with a diameter exceeding $50 \mu\text{m}$ was $243,1 \pm 43,2$ per ovary with a significant difference between ovulatory and non ovulatory ovaries ($P < 0.05$). Numbers of follicles were ranked into 4 groups according to their size : $129,9 \pm 27,2$ for group I (50 to $118 \mu\text{m}$) ; $95,2 \pm 16$ for group II (119 to $462 \mu\text{m}$) ; $11,9 \pm 2$ for group III (463 to $1,284 \mu\text{m}$) and $6,1 \pm 1,8$ for group IV ($> 1,284 \mu\text{m}$). The number of normal follicles (less than 5 pycnotic follicular cells) was $229 \pm 42,2$ per ovary and represented 94,3 % of growing follicles. The average number of atretic follicles was $13,9 \pm 2$ and this number was higher in the ovulatory ovary : $17,8 \pm 4,6$ against $10 \pm 2,1$. The average number of follicles in the last growth stage was $9,4 \pm 3,3$ and $2,6 \pm 0,3$ of these follicles were normal. The ovulation rate was $1,4 \pm 0,2$ with 82,6 % ovulations on the right ovary. *Key words* : Ewe - Djallonké sheep - Oestrous cycle - Follicle growth - Progesterone.

CONCLUSION

L'étude de la dynamique des populations folliculaires de la brebis "Mossi" met en évidence des résultats semblables à ceux obtenus sur d'autres races ovines. La durée moyenne du cycle oestral est de 18 ± 4 jours avec une manifestation des chaleurs pendant 30 ± 7 h. Le nombre moyen de follicules en croissance est de $243,1 \pm 43,2$ avec 94,3 p. 100 de follicules normaux et $5,7$ p. 100 de follicules atrétiques. Les follicules de diamètre supérieur à $1 000 \mu\text{m}$ sont au nombre de $9,4 \pm 3,3$, et $2,6 \pm 0,3$ de non atrétiques sont en phase de croissance terminale pour l'ovulation. Le taux moyen d'ovulation est de $1,4 \pm 0,2$ et l'ovaire droit est plus actif. De janvier à avril, il se produit une augmentation de la durée des cycles sexuels avec des signes discrets de chaleur. Cette période correspond à l'augmentation des températures et de la durée du jour. Une étude plus approfondie doit être menée pour cerner l'action spécifique de ces facteurs ainsi que celle de l'hygrométrie sur la baisse de la fonction de reproduction.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements au Dr M. THIBIER, Directeur du Laboratoire pour le contrôle des reproducteurs (UNCEIA) à Maisons-Alfort (France) et au Dr J.C. MARIANA (Station de physiologie de la reproduction, INRA, Nouzilly) pour leurs conseils éclairés.

BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Ciclo estral y crecimiento folicular de la oveja Djallonké, variedad "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 335-340

La finalidad del presente estudio es la de determinar las características del ciclo estral y del crecimiento folicular de la oveja Djallonké, variedad "Mossi". La detección del celo gracias a un macho vasectomizado y la determinación de la progesterona plasmática permitieron la determinación de una duración media del ciclo estral de 18 ± 4 días, con un celo manifiesto de 30 ± 7 h. Durante la época seca y caliente (de enero a abril) se nota un aumento significativo ($P < 0,05$) de la duración media del ciclo estral (20 ± 6 días), acompañada de una disminución de la manifestación del celo ($25,7 \pm 4,7$ h). El número total de foliculos, con un diámetro superior a $50 \mu\text{m}$, fue de $243,1 \pm 43,2$ por ovario, con una variación significativa ($P < 0,05$) entre ovarios ovulatorio y no ovulatorio. Según una clasificación folicular por tamaño, se obtuvo la cantidad siguiente de foliculos por grupo : $129,9 \pm 27,2$ para el grupo I ($50-118 \mu\text{m}$) ; $95,2 \pm 16$ para el grupo II ($119-462 \mu\text{m}$) ; $11,9 \pm 2$ para el grupo III ($463-1 284 \mu\text{m}$) y $6,1 \pm 1,8$ para el grupo IV ($> 1 284 \mu\text{m}$). El número de foliculos en crecimiento con un atrio (grupos II, III y IV) fue de $113,2 \pm 17,2$. Los foliculos normales (no degenerativos, con menos de 5 picnocitosis por corte) fueron $229 \pm 42,2$ por ovario y representaron 94,3 p. 100 de los foliculos en crecimiento. El número promedio de foliculos atrésicos por ovario fue de $13,9 \pm 2$. Esta cantidad va en aumento del 1er al 4to grupo y es superior en el ovario que ovuló ($17,8 \pm 4,6$ contra $10 \pm 2,1$ en el otro ovario). El número promedio de foliculos en estadio terminal de crecimiento fue de $9,4 \pm 3,3$, de los cuales $2,6 \pm 0,3$ fueron normales. La tasa promedio de ovulación fue de $1,4 \pm 0,2$, con 82,6 p. 100 de las ovulaciones localizadas en el ovario derecho. *Palabras claves* : Oveja - Ovino Djallonké - Ciclo estral - Crecimiento folicular - Progesterona.

BIBLIOGRAPHIE

1. BANOIN (M.). Effets comparés de FSH, de l'immunisation contre l'androsténédione et de la sélection pour le taux d'ovulation sur la croissance folliculaire ovarienne chez des brebis Finnoises adultes. Thèse Doct. Université de Montpellier II, 1988. 88 p.
2. BERGER (Y.), GINISTRY (L.). Bilan de 4 années d'étude de la race ovine Djallonké en Côte-d'Ivoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (1) : 71-78.
3. BOURZAT (D.), BONKOUNGOU (E.), RICHARD (D.), SANFO (R.). Essais d'intensification de la production animale en zone sahélo-soudanienne : alimentation intensive des jeunes ovins dans le Nord du Burkina. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (2) : 151-156.
4. CAHILL (L.P.). Étude de la folliculogénèse chez le mouton. Thèse Doct. ès Sciences naturelles. Université Paris VI, 1979. 144 p.
5. CHARRAY (J.), COULOMB (J.), HAUMESSER (J.B.), PLANCHENAU (D.), PUGLIESE (P.L.), PROVOST (A.). Les petits ruminants d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Ouest. Synthèse des connaissances actuelles. Maisons-Alfort, IEMVT, 1980. 295 p.
6. CHARRAY (J.), HAVET (A.). Performances de reproduction de brebis naines de l'Afrique de l'Ouest entretenues en région centre de Côte-d'Ivoire. Réunion internationale sur la reproduction des ruminants en zone tropicale, Guadeloupe, 8-10 juin 1983. 10 p.
7. CHEMINEAU (P.). Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. I. Female oestrous behaviour and ovarian activity. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 1986, **26** : 441-452.
8. CHEMINEAU (P.), MALPAUX (B.), PELLETIER (J.), DELGADILLO (J.A.), GUERRIN (Y.), THIMONIER (J.). Effets de la lumière et de la température sur la reproduction des petits ruminants. Journée de l'Association pour l'étude de la reproduction animale, Maisons-Alfort, 25 janvier 1990. F1-11.
9. CONOVER (W.J.). Practical nonparametric statistics. New York, John Wiley, 1980. 493 p.
10. DUMAS (R.), RAYMOND (A.). L'élevage des petits ruminants dans les circonscriptions de Kaya, Ouahigouya et du Sahel. Paris, SEDES, 1974. 273 p.
11. GOODMAN (R.L.). Role of ovarian steroids in the initiation and synchronization of behavioural oestrous and the LH surge in the ewe. *Biol. Reprod.*, 1978, **18** (suppl.1) : 46.
12. GOUGEON (A.). Caractères quantitatifs et qualitatifs de la population folliculaire dans l'ovaire humain adulte. *Contraception Fertilité Sexualité*, 1984, **12** (3) : 527-535.
13. HANRAHAN (J.P.). Ovulation rate as the selection criterion for litter size in sheep. *Proc. Aust. Soc. anim. Prod.*, 1980, **13** : 405-408.
14. HAUMESSER (J.B.), GERBALDI (P.). Observations sur la reproduction et l'élevage du mouton Oudah nigérien. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (2) : 205-213.
15. LAHLOU KASSI (A.), MARIANA (J.C.). Ovarian follicular growth during the oestrous cycle in two breeds of ewes of different ovulation rate, the D'Man and the Timahdite. *J. Reprod. Fert.*, 1984, **72** : 301-310.
16. LAJOUS (D.). Mesure du taux d'ovulation et de la mortalité embryonnaire chez la brebis Romanov. Thèse Inst. Nat. Polytech. Toulouse, 1987. 35 p.
17. MARIANA (J.C.). Croissance folliculaire, facteur de variation au cours de la vie et stimulation de l'ovaire par les hormones gonadotropes. Compte rendu Journée ITEB UNCEIA, Paris, mars 1982. 35 p.
18. MARIANA (J.C.). Croissance folliculaire normale et provoquée chez la rate. In : Colloque de la Société française Etude Fert. : Période péri-ovulatoire, Paris, 1984 : 33-45.
19. MARTIN (G.B.). Factors affecting the secretion of luteinizing hormone in the ewe. *Biol. Rev.*, 1984, **59** : 1-87.
20. MBAYE (M.), DIOP (P.E.H.), WONE (A.). Étude du cycle sexuel chez la brebis de race Djallonké. In : Atelier de travail sur le bétail trypanotolérant en Afrique, Banjul, Gambie, 1989 : 52-53. (FAO/RAF/88/100)
21. ORTAVANT (R.), LOIR (M.). The environment as a factor in reproduction in farm animals. In : 4th World Congr. Anim. Prod., Buenos Aires, 20-26 avril 1978, vol. 1 : 423-451.
22. THIMONIER (J.), TERQUI (M.), CHEMINEAU (P.). Conduite de la reproduction des petits ruminants dans les différentes parties du monde. In : Nuclear and related techniques in Anim. Prod. and Health, IAEA Vienna, 17-21 mars 1986 : 135-148.
23. YENIKOYE (A.). Étude de l'endocrinologie sexuelle et de la croissance folliculaire chez la brebis nigérienne de race Peulh : influence de la saison de reproduction. Thèse Doct. ès-Sciences naturelles. Université François Rabelais de Tours, 1986. 96 p.
24. YENIKOYE (A.). Variations saisonnières des teneurs plasmatiques de PRL, FSH et LH et du rétrocontrôle de FSH et LH chez la brebis Peulh du Niger. Conférence Bamenda, Cameroun, 1989 : 287-302.
25. ZONGO (L.). Contribution à l'étude des paramètres d'élevage du mouton "Mossi". Mémoire de fin d'étude. IDR, 1987. 47 p.

A. Buldgen¹F. Detimmerman²B. Sall²R. Compère¹

Étude des paramètres démographiques et zootechniques de la poule locale du bassin arachidier sénégalais

BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), SALL (B.), COMPERE (R.). Étude des paramètres démographiques et zootechniques de la poule locale du bassin arachidier sénégalais. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 341-347

Les paramètres démographiques et zootechniques des élevages de poules traditionnels sont décrits à partir d'une enquête réalisée dans 85 unités de production villageoises du bassin arachidier sénégalais. L'élevage de sujets locaux en conditions intensives à l'École nationale supérieure d'agriculture permet, en outre, d'évaluer le potentiel génétique de la race locale. Les exploitations avicoles villageoises de taille réduite comportent en moyenne 10 sujets. Le système d'élevage très rudimentaire assure une faible productivité : croissance très lente, ponte faible et irrégulière (poids adulte de 1 200 g atteint en 26 semaines et ponte de 40 à 50 oeufs par poule en 52 semaines). L'amélioration des conditions d'élevage ne permet pas d'augmenter les performances pondérales. Elle assure toutefois une production supplémentaire de 50 oeufs par poule et par an. En raison du potentiel de production très limité de la poule locale, l'augmentation des performances en conditions d'élevage améliorées dépend de la réalisation de croisements améliorateurs à partir de races européennes, suffisamment rustiques de préférence. *Mots clés* : Volailles - Élevage traditionnel - Reproduction - Croissance - Performance de ponte - Phénotype - Sénégal.

INTRODUCTION

Au Sénégal comme dans de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest, la production avicole est scindée en deux secteurs bien distincts : un élevage villageois n'assurant pas les besoins du pays, et une aviculture moderne aux productions élevées qui exige d'importants moyens techniques et financiers hors de la portée des paysans (2, 5). En milieu rural, la volaille représente la principale source de protéines d'origine animale car il n'est pas habituel d'abattre un bovin ou un petit ruminant pour l'autoconsommation en dehors des fêtes et des cérémonies familiales ou religieuses. L'aviculture traditionnelle participe donc à la satisfaction des besoins alimentaires des populations rurales et prévient ainsi, dans une certaine mesure, les maladies d'origine nutritionnelle : marasme et kwashiorkor chez les enfants, affections diverses aiguës ou chroniques chez les adultes.

1. Unité de Zootechnie, Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (FSAGx), Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique.

2. École nationale supérieure d'agriculture (ENSA), Département des sciences et des techniques des productions animales, BP 296 (RP), Thiès, Sénégal.

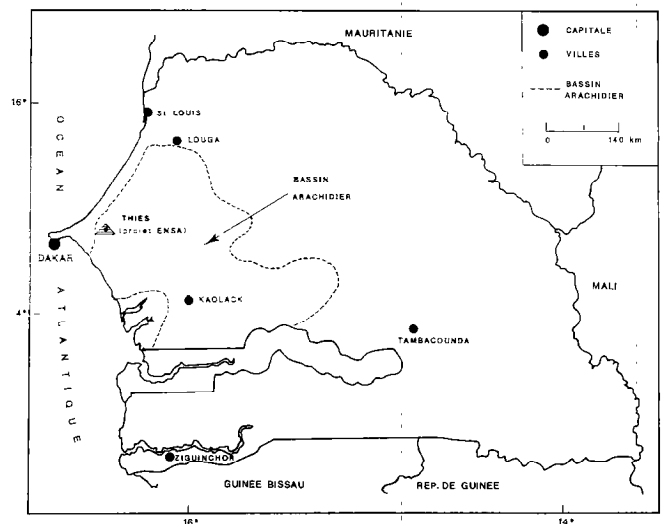
Reçu le 5.6.1992, accepté le 24.11.1992.

Sur le plan des critères de production et des pratiques d'élevage, l'aviculture villageoise se distingue par les caractéristiques générales suivantes (2, 3) : exploitations de type familial, races très rustiques, alimentation très sommaire, sensibilité aux épizooties, pertes importantes dues aux prédateurs, autoconsommation de la production dominante. A l'heure actuelle, il existe cependant peu de données précises concernant ce secteur d'activité.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les résultats présentés ci-après ont été obtenus au cours d'une enquête réalisée dans le bassin arachidier des régions de Thiès et de Fatick (carte 1). Un total de 85 unités de production prises au hasard ont été visitées dans 20 villages en vue d'apprécier les paramètres zootechniques à l'aide d'un formulaire d'enquête spécialement conçu à cet effet. Les rubriques figurant sur le formulaire sont les suivantes :

- paramètres démographiques : un recensement complet des individus mâles et femelles est réalisé par classes d'âge allant de 0 à plus de 10 mois ; les mortalités sont enregistrées par catégorie d'âge sur la base des déclarations des éleveurs ;



Carte 1 : Carte du Sénégal situant les limites du bassin arachidier et l'École nationale supérieure d'agriculture de Thiès.

- paramètres zootechniques : les courbes de développement pondéral sont dressées à partir des pesées effectuées pour les sujets dont l'âge a pu être déterminé avec précision au moment de l'enquête ; la carrière des reproductrices comporte l'âge d'entrée en reproduction, le nombre total d'oeufs produits par an, le poids moyen des oeufs et leur éclosabilité vraie ; ces paramètres ont été établis à partir des déclarations des éleveurs et de l'étude détaillée de couvées.

Le potentiel de production de la race locale a été évalué dans le poulailler expérimental du centre d'application de l'École nationale supérieure d'agriculture (ENSA) de Thiès. Dans ces installations, les sujets ont bénéficié des techniques d'élevage intensives réservées aux poulets de chair et aux poules pondeuses hybrides sélectionnés dans les pays européens (6), à savoir :

- poulailler ouvert latéralement avec volets, élevage en claustration au sol ;
- utilisation de provendes de démarrage (de 0 à 21 jours) et de finition (au-delà de 21 jours) dosant 3 200 kcal d'EM par kg d'aliment ;
- présence de lampes chauffantes de 0 à 10 jours ;
- vaccinations contre la peste aviaire et la maladie de Gumboro ;
- traitements coccidiostatiques et déparasitages réguliers.

Durant toute la période expérimentale, le poids vif des animaux a été enregistré à intervalles réguliers. Par ailleurs, les consommations en nourriture et en eau ont été évaluées grâce à une pesée journalière des quantités distribuées et refusées.

Les paramètres de la ponte ont été appréciés avec ou sans utilisation d'un programme lumineux basé sur une durée d'éclairage constante de 14 h/jour. La fertilité et l'éclosabilité vraie des oeufs ont été déterminées lors de l'incubation de 150 oeufs choisis au hasard au cours de la production.

RÉSULTATS

Caractéristiques générales des élevages villageois

Au Sénégal, le petit élevage avicole villageois peut être considéré comme une activité marginale qui occasionne peu de frais et de travail pour l'agriculteur. La construction d'un abri rudimentaire pour la nuit et l'acquisition de deux ou trois reproductrices suffit pour mettre sur pied une petite unité de production dont la gestion est confiée aux femmes.

Dans le bassin arachidier, la taille moyenne des élevages peut être fixée à 10 sujets. La répartition des exploitations en fonction de leur effectif en volailles apparaît très homogène pour l'ensemble de la région où l'on rencontre une forte proportion d'unités comportant 5 à 15 sujets, soit 93 p. 100 des exploitations. Le niveau technique des éleveurs est généralement plus élevé dans les unités de plus de 10 sujets et se traduit par une distribution régulière d'eau et d'aliment et un contrôle régulier des effectifs. Dans les élevages de taille réduite (moins de 5 sujets), la poule mère est souvent absente, victime d'une maladie ou réformée.

En système d'élevage villageois, la volaille est en liberté permanente durant la journée. Le soir, les animaux sont enfermés dans un dortoir ("Ngounou") servant d'abri contre les intempéries et les prédateurs. Ce poulailler très sommaire, construit sans aucune norme précise, est généralement réalisé à partir de matériaux locaux (tiges et pailles de graminées, briques en terre ou de récupération, débris de tôles...). Il abrite l'ensemble des effectifs, à l'exception des poules couveuses qui se réfugient généralement dans un endroit plus calme (cuisine collective ou case d'habitation). La plupart des oeufs sont couvés et sont rarement consommés ou commercialisés.

Aucun système d'alimentation rationnelle n'est pratiqué. La volaille se nourrit essentiellement de restes de repas ou de résidus de récoltes qu'elle picore au voisinage des habitations ou aux abords des champs, des greniers et des aires de battage de céréales. Toutefois, une complémentarité est parfois réalisée en période de soudure (mai à juillet) à partir de son et de graines de mil ou d'arachide. Elle est plus fréquente dans les unités de plus de 10 sujets. L'eau de boisson est mise à disposition des oiseaux à un point d'abreuvement aménagé dans un coin des habitations.

La couverture sanitaire est quasi inexistante. La prophylaxie se résume à l'administration de quelques préparations issues de la pharmacopée traditionnelle, notamment des vermifuges : extraits de piment ou de feuilles et d'écorce d'*Azadirachta indica* A. Juss. dilués dans l'eau de boisson.

Paramètres démographiques

Étant donné que certains éleveurs ignorent l'âge exact des animaux, la structure de la population a été établie au tableau I à partir de 634 sujets seulement, soit environ 70 p. 100 de l'effectif total observé. Par ailleurs, la détermination du sexe n'étant pas possible dans le jeune âge, les effectifs sont répartis de manière égale entre les mâles et les femelles pour les classes d'âge allant de 0 à 3 mois.

La pyramide des âges, illustrée à la figure 1 à partir des données du tableau I, fait apparaître une forte proportion de jeunes sujets âgés de 0 à 1 mois au sein de la population. Cette proportion élevée (50 p. 100 de jeunes sujets)

TABLEAU I Structure de la population de volailles locales du bassin arachidier sénégalais.

Classes d'âge (mois)	Mâles		Femelles		Totaux	
	Effectifs	p. 100	Effectifs	p. 100	Effectifs	p. 100
0-1	160	25,2	160	25,2	320	50,4
1-3	49	7,7	50	7,9	99	15,6
3-6	34	5,4	84	13,3	118	18,7
6-8	2	0,3	21	3,3	23	3,6
8-10	1	0,2	19	2,9	20	3,1
10+	15	2,4	39	6,2	54	8,6
Totaux	261	41,2	373	58,8	634	100,0

résulte en grande partie de l'augmentation du taux de mortalité en fonction de l'âge des animaux. En effet, entre 0 et 3 semaines après l'éclosion, les mortalités apparaissent relativement faibles : 8 à 23 p. 100 des effectifs. A partir de la troisième semaine, au moment du sevrage, le taux de mortalité s'élève brusquement à 40 ± 10 p. 100 en raison de la disparition de l'influence et de la protection maternelles. Les taux croissent ensuite régulièrement pour atteindre au total une valeur de 66 ± 17 p. 100 à l'âge de 3 mois. Au-delà de cet âge critique, les mortalités deviennent rares en l'absence d'épizooties et les effectifs se stabilisent.

Les causes de mortalité sont très diverses. Dans le jeune âge, les sujets meurent très souvent de déshydratation, tout simplement parce qu'ils n'ont pas accès aux points d'abreuvement. Les prédateurs sont aussi à l'origine de pertes non négligeables. Les volailles locales sont en outre affectées par de nombreuses maladies bactériennes, virales, parasitaires ou nutritionnelles. Cependant, selon les travaux récents de COURTECUISSE *et al* (1) au Niger, la pseudo-peste aviaire ou maladie de Newcastle demeure la principale cause des mortalités.

L'intense commercialisation des mâles et des femelles à partir de 6 à 7 mois provoque une diminution spectaculaire des effectifs au-delà de cette classe d'âge. Seuls les meilleurs sujets sont conservés pour la reproduction, soit environ 15 p. 100 des effectifs à raison d'un coq pour 6 à 7 poules.

Paramètres zootechniques

Phénotype

L'examen phénotypique des divers sujets composant l'échantillon observé met en évidence une combinaison très variée des caractères extérieurs qui traduit une reproduction libre des géniteurs et un métissage désordonné.

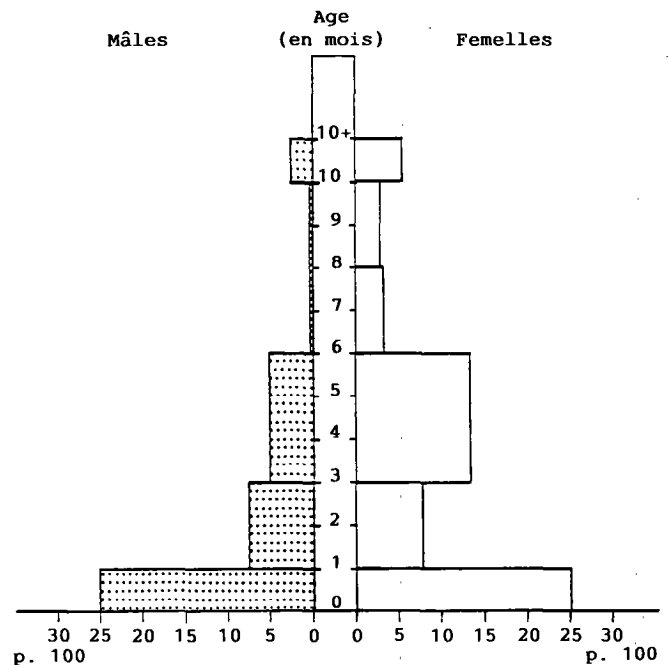


Fig. 1 : Pyramide des âges de la volaille locale du bassin arachidier sénégalais.

Les couleurs du plumage simples (noir, blanc, rouge...) ou combinées peuvent former le doré, l'argenté, le fauve, le chamois, etc. Les grandes rectrices et les faucilles du coq sont généralement noires à reflets bronzés et très développées, à l'exception de quelques rares individus (moins de 1 p. 100 de la population) qui en sont totalement dépourvus. Certaines poules réputées pour leur instinct maternel présentent un cou nu. Ce caractère, désigné en langage vernaculaire par le vocable "Ndaré", serait héréditaire et probablement récessif car la transmission n'est pas systématique.

Les autres caractères extérieurs sont également très variables : emplumement des pattes, becs et tarses de couleurs variées, oeufs blancs ou roux. La crête simple est la plus répandue mais certains mâles possèdent une crête fraisée ou aplatie et présentent alors un aspect lourd et lent. Chez la femelle, la crête peut être remplacée par une huppe ou être complètement absente (1 à 2 p. 100 des individus).

Développement pondéral

Les paramètres zootechniques relatifs à la croissance (tabl. II) ont été établis en milieu rural à partir de la pesée de 634 sujets. En station, les performances ont été enregistrées au moyen de deux lots de 50 sujets. Les courbes de développement pondéral sont présentées à la figure 2.

A. Buldgen F. Detimmerman B. Sall R. Compère

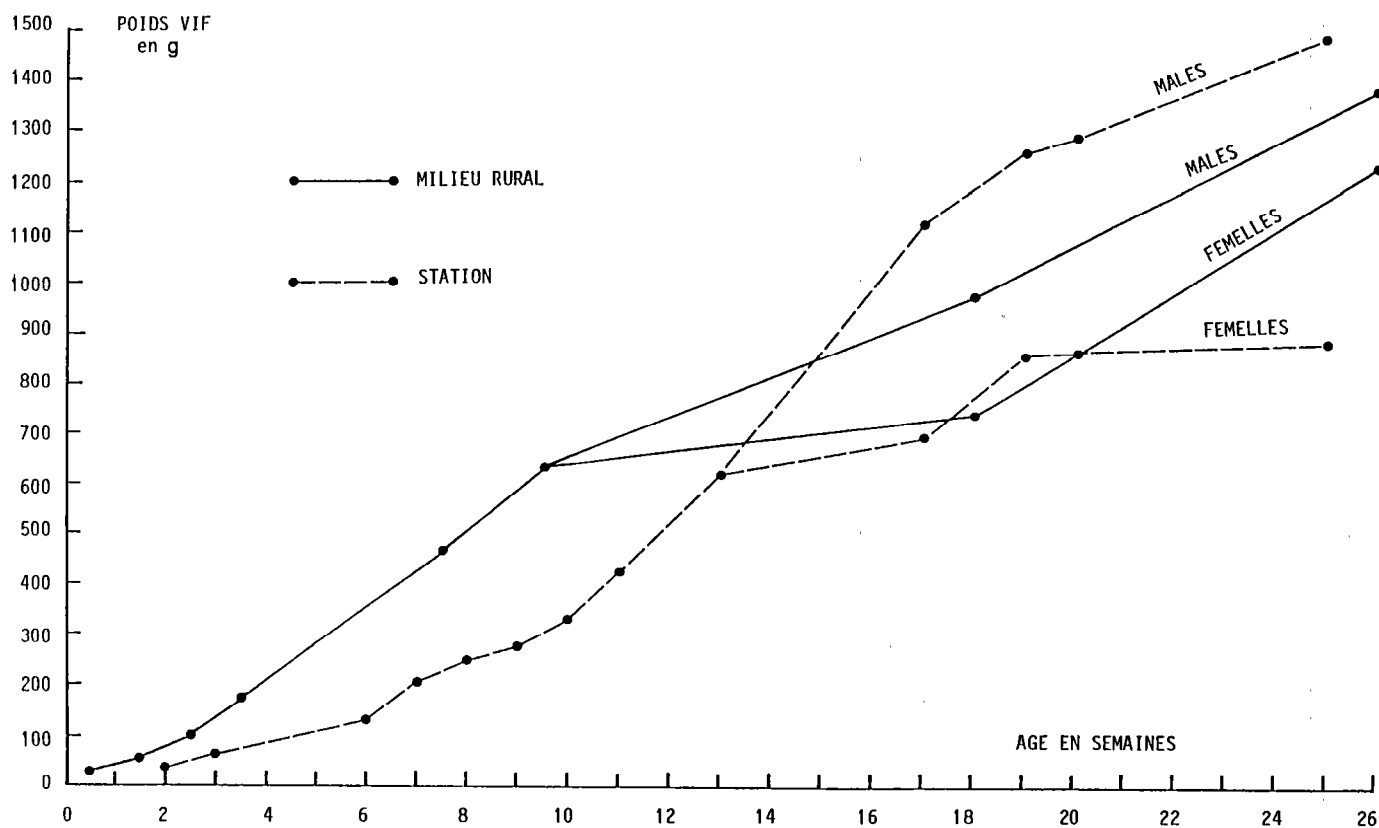


Fig. 2 : Courbe de croissance de la volaille de race locale du bassin arachidier sénégalais enregistrée en milieu rural et en station dans des conditions d'élevage intensives.

En milieu villageois, la croissance apparaît faible mais régulière jusqu'à l'âge de 25 semaines. A partir de la 26e semaine, les mâles conservent un rythme de croissance soutenu jusqu'à un poids adulte d'environ 1 800 g. Ce poids élevé correspond toutefois aux meilleurs sujets qui ont été conservés pour la reproduction. Chez les femelles, l'entrée en ponte provoque une diminution des gains de poids vif. Le poids adulte moyen avoisine seulement 1 350 g et résulte sans doute d'une longue sélection naturelle dans un environnement peu favorable.

La croissance enregistrée en station durant les six premières semaines d'élevage s'avère nettement moins élevée qu'en milieu rural. Les performances augmentent ensuite régulièrement au cours des semaines suivantes et la courbe de développement présente une allure sigmoïde qui traduit les difficultés d'adaptation des animaux à la claustration et à un régime hautement énergétique (3 200 kcal d'EM/kg). Lors des essais, on a d'ailleurs enregistré des taux de mortalité en poussins relativement élevés (14 à 18 p. 100) sans avoir pu identifier de maladies à l'autopsie. A l'âge de 25 à 26 semaines, le poids adulte des coqs est nettement supérieur à celui observé en milieu rural. En revanche, l'entrée en reproduction des femelles à la 20e semaine semble fortement ralentir la croissance de ces dernières. En effet, aucune maladie

n'a été décelée entre la 20e et la 26e semaine d'élevage. La ponte précoce provoque donc une compétition entre les besoins de reproduction et de croissance, au détriment du développement pondéral des reproductrices.

L'analyse du tableau II montre par ailleurs que les données moyennes sont affectées d'écart-types élevés, à la fois en milieu rural et en station, ce qui traduit bien la grande variabilité génétique de la race locale.

Les consommations de provende et d'eau de boisson ont pu être enregistrées en station. Elles augmentent très rapidement au cours de la croissance. Étant donné les gains de poids vif relativement faibles qui ont été enregistrés, les indices de consommation sont très élevés, de l'ordre de 6 à 8 à la 25e semaine d'élevage. La consommation moyenne en eau est à peu près le double de celle en aliment, mais varie cependant au cours des saisons. En période de fortes chaleurs, elle peut atteindre 3 à 4 fois celle d'aliment.

Les rendements d'abattage (rapport en pourcentage entre le poids de la carcasse froide et le poids vif à jeun) obtenus à l'âge de 25 semaines sont élevés : 79 p. 100

ZOOTECNIE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

TABLEAU II Paramètres zootechniques relatifs à la croissance de la volaille locale du bassin arachidier sénégalais enregistrés en milieu rural et en station selon des conditions d'élevage intensives.

Paramètres zootechniques	Milieu rural	Station
Croissance (g)		
Poussins de 1 à 5 jours	34 ± 5	37 ± 5
Poids vif à 3 semaines	58 ± 10	62 ± 10
Poids vif à 10 semaines	631 ± 211	335 ± 110
Poids vif à 20 semaines		
mâles	1 034 ± 39	1 282 ± 169
femelles	841 ± 169	847 ± 184
Poids vif à 25-26 semaines		
mâles	1 380 ± 150	1 423 ± 198
femelles	1 229 ± 165	899 ± 179
Poids vif adulte (1 an et plus)		
mâles	1 803 ± 4	—
femelles	1 350 ± 223	—
Consommations		
Aliment (g/j)	—	5-90
Eau (ml/j)	—	12-310
Rapport eau/aliment	—	1,75-2,70
Indices de consommation		
0-3 semaines	—	2,5-3,6
4-25 semaines	—	7,2-8,1
0-25 semaines	—	6,3-7,7
Rendements d'abattage à 25 semaines*		
mâles	—	79
femelles	—	67

* Rapport exprimé en p. 100 entre le poids des carcasses froides et vidées et le poids vif de l'animal le matin à jeun.

pour les coqs et 67 p. 100 pour les poules. Ce résultat est sans doute lié à la finesse des extrémités observée chez la majorité des sujets.

Ponte

Les paramètres relatifs à la reproduction ont été établis à partir de l'analyse de 46 couvées en milieu rural et de deux essais comportant 20 reproductrices en station.

En milieu villageois, le début de la ponte se produit dès la 25^e semaine d'élevage (tabl. III). Le taux de ponte fluctue selon un cycle de reproduction de 8 à 10 semaines : l'ovulation s'étend sur une durée de 10 à 15 jours à raison d'un oeuf par jour ou de deux oeufs en trois jours ; à l'issue de la période de couvaison (21 jours), la poule élève ses poussins durant 3 à 4 semaines puis recommence à pondre. L'ensemble des oeufs est couvé et, les périodes de ponte se produisant tous les deux mois, le taux de ponte annuel moyen est très faible : 12 p. 100 ou 40 à 50 oeufs par reproductrice et par an. Le poids moyen des oeufs n'est que de 40 g mais l'éclosabilité atteint 80 p. 100, ce qui correspond aux résultats obtenus par DIOP (2).

TABLEAU III Paramètres de reproduction de la poule locale du bassin arachidier sénégalais enregistrés en milieu rural et en station avec ou sans application d'un complément de lumière artificielle.

	Milieu rural	Station	
		Avec programme lumineux	Sans programme lumineux
Age d'entrée en reproduction	25 semaines	20 semaines	20 semaines
Taux de ponte moyen (p. 100)	12	24 ± 13 ¹	26 ± 17 ²
Poids moyen des œufs (g)	40 ± 4	44 ± 1	40 ± 4
Total d'œufs produits par an	40 à 50	80 à 90	90 à 100
Consommation d'aliment (g/j)	—	102 ± 14	78 ± 17
Indice de consommation cumulé	—	13	21
Fertilité des œufs (p. 100)	—	81	—
Éclosabilité vraie des œufs (p. 100)	80	77	—

¹ en 30 semaines de ponte ; ² en 42 semaines de ponte.

En station, l'alimentation intensive des poulettes assure un démarrage de la ponte à l'âge de 20 semaines. Par ailleurs, le taux de ponte moyen est plus que doublé, soit 23 à 26 p. 100 ou 80 à 100 oeufs par poule et par an lors d'un ramassage systématique. Le poids moyen des oeufs est identique à celui enregistré en milieu rural et augmente régulièrement de 32 à 43 g au cours de la ponte. Ces résultats apparaissent toutefois légèrement inférieurs à ceux obtenus par NASER *et al* (4) à partir d'une race locale au Koweït.

La figure 3 trace l'évolution du taux de ponte enregistré en station avec ou sans utilisation d'un programme lumineux. En l'absence d'éclairage artificiel, la courbe est caractérisée par une allure en dents de scie avec un pic de ponte systématique lors de la pleine lune. Selon ces observations, la lumière du clair de lune aurait un effet stimulant. Par ailleurs, on a pu vérifier que les cycles d'ovulation peuvent être déclenchés en soumettant les reproductrices à des photopériodes croissantes. Cette technique, basée sur la photosensibilité de la poule locale, est fréquemment utilisée par les paysans en vue d'augmenter le rythme de reproduction de leurs volailles. L'utilisation d'un éclairage artificiel complémentaire assurant une longueur du jour constante de 14 h permet une courbe de ponte nettement plus régulière. La figure 3 indique toutefois des chutes du taux de ponte qui correspondent notamment à un effet défavorable des périodes de fortes chaleurs.

Par rapport aux résultats observés en milieu rural, les courbes de ponte enregistrées en station montrent également que le ramassage quotidien des oeufs accélère les

A. Buldgen F. Detimmerman B. Sall R. Compère

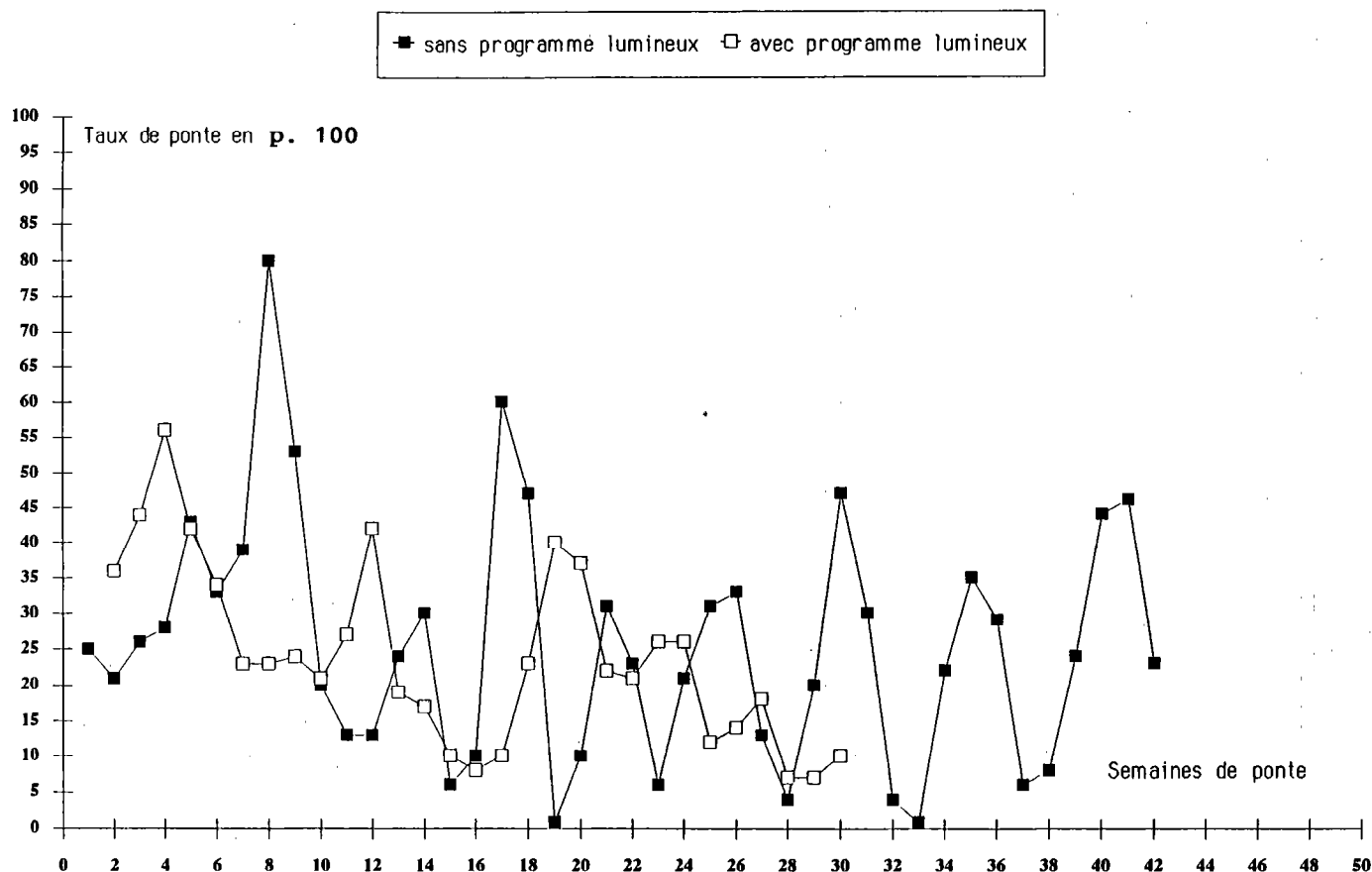


Fig. 3 : Évolution du taux de ponte des poules de race locale du bassin arachidier sénégalais enregistrée en station avec ou sans application d'un programme lumineux.

cycles de ponte. En effet, les pics de ponte se produisent tous les mois alors qu'ils surviennent seulement tous les deux mois et demi en milieu villageois.

L'ingestion de nourriture au cours de la ponte varie selon les différentes phases de la reproduction. Elle est maximale (95 à 100 g/j) en période de forte ponte et minimale (60 à 80 g/j) en période de repos. L'indice de consommation cumulé sur l'ensemble de la ponte est très élevé ; il atteint 21 kg d'aliment par kg d'œufs pondus sans programme lumineux, contre 13 kg avec le système d'éclairage d'appoint, celui-ci assurant une ponte nettement plus régulière.

CONCLUSION

Au Sénégal, l'élevage local représente environ 70 p. 100 de l'effectif national de volaille et concerne essentiellement la couche sociale la plus défavorisée du pays. Les

enquêtes réalisées en milieu rural et les travaux expérimentaux conduits en station ont permis de mieux apprécier la productivité de l'aviculture villageoise, et de mesurer les effets d'une amélioration des conditions d'élevage sur les performances.

Les paramètres zootechniques enregistrés en milieu villageois font entrevoir de nombreuses difficultés qui peuvent être attribuées au faible intérêt accordé à cette spéculation, aux conditions d'élevage très rudimentaires et à la surexploitation des effectifs. Le poids moyen des sujets à l'âge de 6 mois ne dépasse pas 1 200 g. La ponte faible et irrégulière procure 40 à 50 œufs par reproductrice et par an (taux de ponte moyen de 12 p. 100). Les essais réalisés en station indiquent que l'intensification des conditions d'élevage n'assure pas des performances pondérales significativement supérieures. On obtient toutefois un supplément de 50 œufs par poule et par an, mais cette amélioration des paramètres de la reproduction est réalisée au détriment du développement pondéral des femelles.

Les résultats enregistrés témoignent d'un faible potentiel de la race locale qui se traduit en particulier par un très mauvais rendement d'utilisation des aliments. Les indices de consommation atteignent des valeurs de 7 pour la croissance et de 13 à 21 pour la ponte. L'amélioration des performances ne pourra être obtenue que par la réalisation de croisements améliorateurs à l'aide de races présentant un degré suffisant de rusticité. Il convient toutefois d'adapter simultanément la formule génétique des hybrides et les techniques d'élevage en prenant en considération les moyens très limités dont disposent les paysans.

BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), SALL (B.), COMPERE (R.). Study of demographical and zootechnical parameters of local hens in the Ground-Nut Basin of Senegal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 341-347

The demographical and zootechnical parameters were obtained by an inquiry conducted in 85 poultry farms in the Ground-Nut Basin of Senegal. In addition, the genetic potential of the local poultry breeds kept in an intensive rearing system was evaluated at the "École nationale supérieure d'agriculture". The flock size in the small village farms was about 10 chickens. The productivity was low because of the very poor farming conditions, i.e. a low growth rate, a low and irregular laying performance (adult liveweight 1,200 g at 26 weeks, 40-50 eggs per hen and per year). Improvement of the farming conditions did not result in higher liveweight gains, but the egg production increased by 50 eggs per hen and per year. Because of the low production potential of these local breeds, improved rearing conditions can only lead to increased performances through crossbreeding, preferably with very resistant European breeds. *Key words* : Poultry - Traditional farming - Reproduction - Growth - Laying performance - Phenotype - Senegal.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet d'assistance technique belge intitulé "Projet de Département des sciences et des techniques de productions animales à l'École nationale supérieure d'agriculture (ENSA) de Thiès au Sénégal".

Les auteurs remercient vivement le Directeur de l'ENSA et l'Administrateur général de la Coopération au développement en Belgique pour leur soutien et leurs encouragements.

BULDGEN (A.), DETIMMERMAN (F.), SALL (B.), COMPERE (R.). Estudio de los parámetros demográficos y zootécnicos de la gallina local de la cuenca productora de mani Senegalesa. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 341-347

Los parámetros demográficos y zootécnicos de las granjas tradicionales de gallinas son descritos a partir de una encuesta realizada en 85 unidades de producción aldeanas de la cuenca productora de mani senegalesa. La cría de sujetos locales en condiciones intensivas en la "École nationale supérieure d'agriculture" permite además evaluar el potencial genético de la raza local. Las explotaciones avícolas aldeanas de talla reducida poseen en promedio 10 sujetos. El sistema de crianza muy rudimentario asegura una baja productividad : crecimiento muy lento, postura reducida e irregular (el peso adulto de 1200 g es alcanzado en 26 semanas y la postura de 40 a 50 huevos por gallina en 52 semanas). La mejora de las condiciones de crianza no permite alcanzar los rendimientos ponderales. Sin embargo, ella asegura una producción suplementaria de 50 huevos por gallina y por año. En consideración al potencial de producción muy limitado de la gallina local, el aumento del rendimiento en condiciones de crianza mejoradas, depende de la realización de cruces mejorados a partir de razas europeas, rústicas de preferencia. *Palabras claves* : Aves de corral - Crianza tradicional - Reproducción - Crecimiento - Rendimiento en la postura - Fenotipo - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. COURTECUISSÉ (C.), JAPIOT (F.), BLOCH (N.), DIALLO (I.). Enquête sérologique sur les maladies de Newcastle et de Gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez des poules de race locale au Niger. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 27-29.
2. DIOP (A.). Le poulet de chair au Sénégal : production, commercialisation, perspectives de développement. Travail de fin d'études. Dakar, Sénégal, EISMV, 1982. 215 p.
3. IYAWA (D.). L'aviculture traditionnelle dans l'Adamaoua (Cameroun). Travail de fin d'études. Dakar, Sénégal, EISMV, 1988. 96 p.
4. NASER (A.Y.), HUSSEINI (M.D.), AWADI (A.R.), SALMAN (A.J.). The reproductive performance of Fayoumi hens and a Fayoumi Leghorn crossbreed when raised in a hot, arid environment. In : Tropical animal production for the benefit of man. International colloquium, Prince Leopold Institute of Tropical Medicine, Antwerpen, Belgium, December 17-18, 1982 : 250-257.
5. STEYAERT (P.), BULDGEN (A.), DIOUF (A.), COMPERE (R.). L'élevage moderne de poulets de chair au Cap-Vert et à Thiès (Sénégal). Situation et perspectives. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 1988, 23 (4) : 345-356.
6. STEYAERT (P.), BULDGEN (A.), COMPERE (R.). Influence de la teneur des provendes en farine basse de riz sur les performances de croissance des poulets de chair au Sénégal. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 1989, 24 (4) : 385-395.

N. Wang^{1*}W. Vandepitte¹J. Nouwen¹R. Carbonez²

Crossbreeding of Holstein Friesian, Brown Swiss and Sanga breeds in Zaire.

I. Milk production

WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Croisement de bovins de races Holstein Frisonne, Brown Swiss et Sanga au Zaïre. I. Production laitière. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 349-352

Une expérience de croisement de bovins de races Holstein Frisonne, Brown Swiss et Ankole a été réalisée durant les années 1978-1988 dans l'élevage de Lushebere dans la région de Masisi, Kivu-Nord, Zaïre. Des effets additifs de la race Holstein Frisonne supérieure et des effets d'hétérosis individuels du croisement Holstein Frisonne x Ankole ont été trouvés en ce qui concerne les rendements laitiers. Les effets d'hétérosis individuels du croisement Brown Swiss x Ankole ont contribué à l'augmentation de la production laitière. Le coefficient d'héritabilité s'est révélé faible (0,14) pour le rendement laitier, correspondant au caractère le plus important économiquement. Les raisons principales pourraient être liées à la sélection à long terme du phénotype, en particulier en ce qui concerne la race Ankole, mais également aux possibilités limitées, pour les races européennes, d'exprimer leur potentiel génétique en raison de l'absence d'alimentation à base de concentrés. En ayant pour objectif la réalisation d'un croisement à long terme, reposant sur la simulation de races synthétiques nouvelles, on a montré qu'il convenait de poursuivre les croisements avec des proportions de race Holstein Frisonne comprises entre 77,5 et 80 p.100 et de race Ankole comprises entre 20 et 22,5 p.100.

Mots clés : Bovin - Croisement - Hétérosis - Production laitière - Zaïre.

trait to make selection effective or whether to choose an alternative selection scheme. A reliable estimate of the heritability is needed to decide which breeding plan is likely to be the most effective (1).

The crossbreeding experiment between Holstein Friesian*, Brown Swiss** and Ankole*** was conducted during the years 1978-1988 on the Lushebere farm in the Masisi zone, North-Kivu in the Republic of Zaire. It was found that the crossbreds were better adapted to specific environmental conditions than the purebred Holstein Friesian and Brown Swiss breeds. As compared with local breeds, crossbreds gave higher milk yields.

In this study, more precise information about crossbreeding effects and heritability was estimated from available milk production data. This information can be helpful to establish crossbreeding programmes in the future.

INTRODUCTION

In a crossbreeding programme, a breeder normally has a long-term goal for genetic improvement, a short-term goal for maximizing the expected immediate return, or both. For the long term breeding goal, the breeding value or additive effects of sires and dams should be emphasized. To maximize the short term commercial return, a high predicted total genetic value (additive plus non additive genetic effects) should be chosen. For the design of a flexible crossbreeding mating plan, the sire's proof should be obtained. The sire's proof contains the additive breeding value and the non-additive sire group and dam group interaction or crossbreeding effects expressed in the offspring generation.

The genetic parameters are of interest as a quantitative summary of inheritance of traits. These parameters also indicate whether there is enough genetic variation in a

1. Katholieke Universiteit Leuven, Fakulteit Landbouwwetenschappen, Afdeling Veeteelt, Kardinaal Mercierlaan 92, B-3030 Leuven, Belgique.

2. Centre de Lushebere Masisi, BP 50 Goma, Kivu-Nord, Zaïre.

* Adresse actuelle : Animal and Poultry Science Department, Ontario Agricultural college, University of Guelph, Canada N1G 2W1.

Reçu le 20.02.1992, accepté le 11.08.1992.

MATERIALS AND METHODS

Data

The data were collected from a crossbreeding experiment between Holstein Friesian (H), Brown Swiss (B) and Ankole (local breed Z) that had been conducted over the years 1978 to 1988 on the Lushebere farm in the Masisi zone in North-Kivu, Zaire. First lactation records were used to estimate the milk yield which was recorded monthly. The total milk yields of cows with suckling calves were corrected. Approximately, 760 l were used by a single calf and 1,500 l by twins. The correction was based on an estimated requirement of 10 l of milk per kg growth prior to weaning. The crossbreeding groups could be separated by male and female parent breed proportions. The genetic proportions for the offspring generation of the crossbreeding groups were based on DICKERSON's work (2). If the number of daughters per sire was less than 5, the observations were deleted in order to estimate breeding values for sires. The observations grouped in sire and daughter groups are presented in table I.

* Holstein Friesian stands for the Black and White cattle from the Netherlands and Belgium.

** Brown Swiss from Switzerland.

*** Ankole is a local breed belonging to the Sanga group of breeds of Eastern Africa.

TABLE I Distribution of the original data.

Sire group 1 (100 % H)		Sire group 2 (100 % B)		Sire group 3 (75 % H 25 % B)	
DG	Number daughters	DG	Number daughters	DG	Number daughters
1	23	12	48	24	27
2	13	13	23	25	5
3	17	14	19	26	10
4	18	15	46	27	17
5	21	16	52	28	23
6	18	17	21	29	6
7	18	18	14	30	3
8	2	19	5	31	10
9	10	20	10	32	2
10	4	21	10	33	4
11	7	22	17	34	6
		23	19	35	4

DG = a daughter group, based on the breed proportions.
H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss.

Methods

To estimate the crossbreeding parameters the number of breeds involved was relatively small. Therefore, crossbreeding effects were considered as fixed effects. The crossbreeding parameters were obtained from the means of the least square groups. The mixed model has also been used to estimate crossbreeding parameters by several authors (3, 4, 7, 8). The sire breeding values were estimated with a mixed model.

Estimation of crossbreeding parameters

The general linear genetic model can be formulated as :

$$[1] \hat{d} = X\beta + e$$

where d = the vector of the least square means of each combination ; β = the vector of the crossbreeding parameters ; X = the matrix relating the crossbreeding parameters to the least square means of the groups ; e = random error (NID, 0, σ_e^2).

The least square means of the groups and their variance-covariance-matrix are used in the second step of the analysis.

$$[2] \begin{bmatrix} \hat{d} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ R \end{bmatrix} \beta$$

where matrix X is the design matrix of the particular model and matrix R the corresponding matrix of the restrictions. β is the parameter vector of the model and d the vector of group mean estimates with $\text{Var}(e) = V\sigma^2$. The least square solutions are :

$$[3] \hat{\beta} = (X'V^{-1}X)^{-1} X'V^{-1} \hat{d}$$

where V is the variance-covariance matrix of \hat{d} .

Because the least square means have been calculated from groups with different numbers of observations, a weighted least square procedure was used (12).

Crossbreeding parameter estimations were used in a simulation programme (5) to search for optimal synthetic breeds.

Least square means of the groups, genetic parameters

In a crossbreeding experiment, sires are normally nested within sire groups and offspring groups are often nested within the sire groups. Therefore, sire groups should be considered as fixed effects in the mixed model to estimate the least square means of groups and sire breeding values. The "genetic group" term (10) is introduced to construct this model. The mixed model is :

$$[4] Y_{ijklm} = X_i\alpha_i + Q_jf_j + Q_{jk}d_{jk} + Z_{jl}a_{jl} + e_{ijklm}$$

where Y_{ijklm} = the observation vector ; X_i = a known incidence matrix relating observations to environmental fixed effects ; Q_j = a known incidence matrix relating observations to sire groups ; Q_{jk} = a known incidence matrix relating observations to daughter groups nested within the sire groups ; Z_{jl} = a known incidence matrix relating observations to sire effects ; α_i = a vector of fixed environmental effects ; f_j = a vector of sire group effects ; d_{jk} = a vector of daughter group effects ; a_{jl} = a vector of sire additive genetic effects ; e_{ijklm} = a vector of residual effects ; $\sigma(Y) = \sigma(Za + e)$.

The genetic variances were estimated by REML (Restricted Maximum Likelihood Estimation) (11).

The heritability estimates of milk yield were calculated by parental half-sib analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

The estimated crossbreeding parameters are presented in table II and figure 1. Most estimates are not significant because of the limited number of observations per daughter group. The additive effect of the Holstein Friesian breed was superior to the additive effects of the Brown Swiss and the local breed. It was also found that, in this specific environment, the crosses of the European breeds with Ankole show higher heterosis effects. These results are similar to those observed by CUNNINGHAM (1). In this experiment, a negative heterosis was found for the cross between the two European breeds. It might be concluded that a higher immediate commercial return from milk production in the Masisi area is dependent of the high heterosis effects between the two European breeds and the Ankole breed, and also of the superior additive effect of the Holstein Friesian breed. Obviously,

TABLE II Least square estimates of crossbreeding effects for milk yield.

Effects	Constants (liter)	Percentage
overall mean	1 379.6	
add H	95.7	6.8
add B	- 19.0	- 1.4
add Z	- 76.7	- 5.5
het HB	- 26.2	- 1.9
het HZ	156.8	11.8
het BZ	265.3	18.3

add : additive effect ; het : heterosis effect.
H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss ; Z : Ankole.

the crossbred cows with higher additive proportions from the two European breeds and a lower proportion of the Ankole breed produced more milk than the local pure breeds. The crossbred between the European and the Ankole breeds can maximally exploit HZ and BZ individual heterosis.

A heritability estimate of 0.14 was obtained after 3 iterations (table III). The random effect of the interaction between sire and dam groups might be important (3). Certain causes for the sire x group-of-dam interaction variances may be found in heterogeneous genetic variances (9) or non-additive variances. Here, the non-additive genetic variance was included in the fixed effect of the daughter groups. This model can also be extended to an animal model and use the indirect iteration method to solve large data sets. The relatively low heritability of milk yield might be caused by environmental conditions specific to the Masisi area, and by the limited possibilities to express the genetic potential of the European breeds caused by suboptimal feeding for milk production.

Table IV shows the milk yield for the three best synthetic breeds, the breed proportion and breed heterozygosity. Theoretically, for long-term breeding, the proportion of heterosis in a synthetic breed is not large. Additive effects play a more important role. The best three synthetic breeds contain between 77.5 and 80 % Holstein Friesian, between 20 and 22.5 % Ankole and no Brown Swiss. The predicted milk yield of these synthetic breeds is around 1,491 l per year. The breed heterozygosity is 35 %.

CONCLUSION

A low heritability was found for milk yield (0.14), economically the most important trait. The main reasons might be the long-term phenotypic selection in the Ankole breed, the limited data per sire and the limited possibilities for the European breeds to express their genetic potential

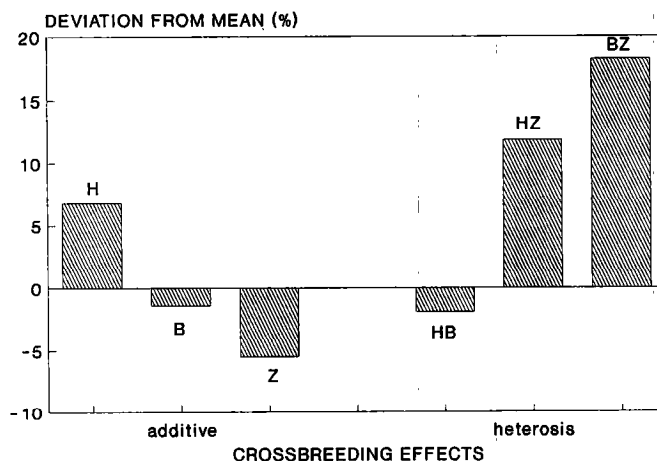


Fig. 1 : The crossbreeding parameters for milk yield. (H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss ; Z : Ankole)

TABLE III Variance and heritability estimates.

	σ_s^2	σ_a^2	h^2
Iteration 1	5 270.57	142 369	0.14279
Iteration 2	5 268.36	142 371	0.14273
Iteration 3	5 266.27	142 372	0.14268

TABLE IV Milk yield and breed proportions of the best 3 synthetic breeds.

% H	% B	% Z	milk yield (kg)
80.0	0.0	20.0	1 491.0
77.0	0.0	23.0	1 491.2
77.5	0.0	22.5	1 491.2

H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss ; Z : Ankole.

due to the absence of concentrate feeding for economic reasons. Under unconstrained conditions, crossbreds may have a considerable advantage. The combination with higher milk yield may tend to a higher Holstein Friesian proportion. For the long-term breeding goal, resulting from the new synthetic breed simulation, breed proportions between 77.5 and 80 % Holstein Friesian and between 20 and 22.5 % Ankole can be advised. Normally, a crossbreeding programme can be carried out to enhance the genetic improvement in the population by using the superior purebred and the heterosis effects. However, this practice must compete with the selection programme currently underway within the population, and an optimal

balance or complementarity between these two policies must be sought (6). The crossbreeding programme in Lushebere tends to achieve balance.

For the long-term breeding goal, a new synthetic breed adapted to the constrained conditions must be constructed, while the limited possibilities, such as the lack of concentrates, should be changed in order to express the European breeds' genetic potential for milk yield. For the short-term, the individual heterosis between European breeds and local breeds should be used for obtaining immediate returns.

WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Crossbreeding of Holstein Friesian, Brown Swiss and Sanga breeds in Zaire. I. Milk production. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 349-352

A crossbreeding experiment between Holstein Friesian, Brown Swiss and Ankole cattle was conducted during the years 1978 - 1988 on the Lushebere farm in the Masisi zone, North-Kivu in the Republic of Zaire. Superior Holstein Friesian breed additive effects and Holstein Friesian x Ankole individual heterosis effects were found for milk yield. Brown Swiss x Ankole individual heterosis contributed positively to milk production. A low heritability was found for milk yield (0.14), economically the most important trait. The main reasons might be the long-term phenotypic selection, particularly for the Ankole breed, and further the limited possibilities for European breeds to express their genetic potential due to the absence of concentrate feeding. Considering a long-term breeding goal, based on the simulation of new synthetic breeds, it was shown that the breed proportions between 77.5 and 80 % Holstein Friesian and between 20 and 22.5 % Ankole should be pursued. *Key words* : Cattle - Crossbreeding - Heterosis - Milk production - Zaire.

The Masisi area has a great natural milk production potential because of favourable climatological conditions. To release its potential, the milk-concentrate price ratio has to be increased. This is an essential condition to make use of the genetic potential of the European breeds.

The importance of the local Ankole breed in crossbreeding schemes should not be neglected. For milk yield, our analysis of field data and our simulation work indicate an optimal proportion of 20 to 22.5 %.

WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Cruzamiento de las razas Holstein Frisia, Pardo Suizo y Sanga en Zaire. I. Producción láctea. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 349-352

Entre 1978 y 1988, se llevaron a cabo cruzamientos experimentales entre las razas Holstein Frisia, Pardo Suizo y Ankole en la finca Lushebere en la zona Masisi, Kivu del Norte, República de Zaire. Los efectos aditivos de la raza Holstein Frisia y de la heterosis individual del cruce Holstein Frisia x Ankole, se reflejaron en la producción láctea. El cruce Pardo Suizo x Ankole contribuyó en forma positiva a la producción láctea. La heredabilidad de la producción láctea (0,14) fue baja, constituyendo característica de mayor importancia económica. Como principales razones, se pueden citar la larga duración de la selección fenotípica, principalmente para el ganado Ankole y la limitación de las razas europeas para desarrollar su potencial genético en ausencia de alimento concentrado. Como meta a largo plazo, basada en la simulación de nuevas razas sintéticas, se debe continuar con proporciones de 77,5 y 80 p. 100 Holstein Frisia y 20 a 22,5 p. 100 Ankole. *Palabras claves* : Bovino - Cruzamiento - Heterosis - Producción láctea - Zaire.

REFERENCES

1. CUNNINGHAM (E.P.). The genetic basis of heterosis. 2nd World Congress on Genetics Applied on Livestock production. Madrid, 1982. Proceedings VI. P. 190.
2. DICKERSON (G.E.). Experimental approaches in utilizing breed resources. *Anim. Breed. Abstr.*, 1969, 37 : 191.
3. ELZO (M.A.), FAMULA (T.R.). Multibreed sire evaluation procedures within a country. *J. Anim. Sci.*, 1985, 60 : 942.
4. FIMLAND (E.). Method of estimating the effect of heterosis. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.*, 1983, 100 : 3-8.
5. KINGHORN (B.). Genetic effects in crossbreeding. II. Multibreed selection index. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.*, 1982, 99 : 315
6. KINGHORN (B.). Genetic effects in crossbreeding. IV. A simulation study on global selection of sires for an open population. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.*, 1983, 100 : 223.
7. KOMENDER (P.), FEWSON (D.). Estimation of crossbreeding parameters in a full-diallel experiment with selected lines of swine. 38th Annual Meeting of the EAAP, Lisbon, 1987.
8. KOMENDER (P.), HOESCHELE (P.). Use of mixed model methodology to improve estimation of crossbreeding parameters. *Livestk Prod. Sci.*, 1989, 21 : 101.
9. MERKS (J.W.M.). The size and relevance of sire x herd interaction in on-farm test results. 38th Annual Meeting of the EAAP, Lisbon, 1987.
10. QUAAS (R.L.), ANDERSON (R.D.), GILMOUR (A.R.). BLUP School Handbook. Animal genetics and breeding unit. N.S.W. Australia, University of New England. 1982. P. 42.
11. SCHAEFFER (L.R.). Notes on linear model theory, Best Linear unbiased prediction and variances component estimation. Ontario, Canada, University of Guelph, 1983. P. 288-296.
12. WANG (N.), VANDEPITTE (W.), VAN HOFSTRAETEN (W.), VAN ISTERDAEL (J.). The crossbreeding between Suffolk, Flemish milksheep and Texel. II. Estimation of the crossbreeding effects. *Landbouwtijdschrift*, 1989, 42 (4) : 673-682.

N. Wang^{1*}W. Vandepitte¹J. Nouwen¹R. Carbonez²

Crossbreeding of Holstein Friesian, Brown Swiss and Sanga breeds in Zaire. II. Growth rate, calving interval and body size

WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Croisement de bovins de races Holstein Frisonne, Brown Swiss et Sanga au Zaïre. II. Vitesse de croissance, intervalle de vêlage et taille corporelle. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 353-356

La présente analyse a été réalisée à partir de 332 enregistrements de mesures corporelles (poids vif ; profondeur de la poitrine ; largeur de la croupe ; hauteur au garrot) et intervalles de vêlage, et de 147 mesures de vitesses de croissance, effectués lors d'une expérience de croisement entre des bovins de races Holstein Frisonne, Brown Swiss et Ankole dans l'élevage de Lushebere, dans la région de Masisi, Kivu-Nord, Zaïre. Un effet additif positif significatif de la Holstein Frisonne a été trouvé en ce qui concerne le poids vif. Pour ce paramètre, d'importants effets positifs d'hétérosis individuels ont été trouvés avec les croisements Holstein Frisonne x Ankole et Brown Swiss x Ankole. En ce qui concerne les intervalles de vêlage, les effets additifs des races Holstein Frisonne et Brown Swiss se sont révélés intéressants de façon significative ; en outre, il existait des effets significatifs d'hétérosis individuels des croisements Holstein Frisonne x Ankole et Brown Swiss x Ankole, diminuant les intervalles de vêlage. De faibles héritabilités ont été trouvées en ce qui concerne la vitesse de croissance (0,07). Le coefficient estimé pour l'intervalle de vêlage était de 0,26 alors que les estimations d'héritabilité étaient plus fortes en ce qui concerne la profondeur de la poitrine (0,31) et le poids vif (0,36). Des chiffres intermédiaires ont été obtenus pour la hauteur au garrot (0,19), et la largeur de la croupe (0,29). Les corrélations génétiques entre le rendement laitier et les mesures corporelles étaient les suivantes : 0,63 pour la hauteur au garrot ; 0,57 pour la profondeur de la poitrine ; 0,61 pour la largeur de la croupe ; 0,76 pour le poids vif. Les corrélations génétiques pour les mesures corporelles étaient les suivantes : 0,83 pour la hauteur au garrot et la largeur de la croupe ; 0,41 pour la hauteur au garrot et le poids vif ; 0,81 pour la profondeur de la poitrine et la largeur de la croupe ; 0,79 pour la profondeur de la poitrine et le poids vif ; 0,80 pour la largeur de la croupe et le poids vif. *Mots clés* : Bovin - Croisement - Croissance - Intervalle entre vêlages - Taille - Hétérosis - Zaïre.

INTRODUCTION

A crossbreeding experiment between Holstein Friesian, Brown Swiss and Ankole cattle was conducted during the years 1978-1988 on the Lushebere farm in the Masisi zone, North-Kivu in the Republic of Zaire. It was found that the crossbreds were better adapted to specific environmental conditions than the purebred Holstein Friesian and Brown Swiss breeds (4). Comparing with local breeds, crossbreds gave higher milk yields. However, the

beef traits are also of economic importance. Growth rate and body size measurements are indicators of beef production in the crossbreds and may also be related to the milk producing potential as indicated by LEGATES and WARWICK (2). The analysis confirmed the data summarised by LONG (3) that average heterosis is important for body size and growth measures.

In this report, more precise information about crossbreeding effects was given and genetic parameters were estimated for growth rate, calving interval and body size measurements. The relationship between milk production and body size measurements was also investigated.

MATERIALS AND METHODS

Data

The body measurements included wither height, depth of chest, width of rump and body weight. To estimate the genetic correlations between body measurements and milk yield, first lactation records were used. The calving interval used was the average calving interval per cow. Growth rate was calculated from birth to 12 months of age. In total, 332 observations concerning average calving intervals and body measurements were available and 147 observations on growth rates. The coefficients of the crossbreeding effects were derived from the additive proportion of the three breeds in daughters, dams and sires.

Crossbreeding effects

The model was defined as :

$$[1] y = Qf + X\beta + e$$

where y = a vector of observations ; f = a vector of fixed environmental effects ; Q = a matrix relating fixed environmental effects to observations ; β = a vector of crossbreeding parameters ; X = a matrix relating crossbreeding parameters to observations ; e = a random error vector (NID, 0, σ_e^2).

Growth rate, sex and month of birth effects were defined as fixed effects. Only body measurements of females were available. The effect of birth season was not included in the model.

1. Katholieke Universiteit Leuven, Fakulteit Landbouwwetenschappen, Afdeling Veeteelt, Kardinaal Mercierlaan 92, B-3030 Leuven, Belgique.

2. Centre de Lushebere Masisi, BP 50 Goma, Kivu-Nord, Zaïre.

* Adresse actuelle : Animal and Poultry Science Department, Ontario Agricultural college, University of Guelph, Canada N1G 2W1.

Reçu le 20.2.1992, accepté le 11.8.1992.

Genetic parameters

The results of the body measurements and milk yields were statistically analysed by the least squares of HARVEY's mixed model and maximum likelihood computer program (1). The year effects were fixed and the sire effects were random.

For the traits, calving interval and growth rate, heritabilities were estimated by the general least square procedure with the sire effects as random effects.

RESULTS AND DISCUSSION

Crossbreeding parameter estimates of wither height, depth of chest, width of rump, live weight, average calving interval and growth rate are given in table I. The relative importance of crossbreeding parameter estimates for these six traits is shown in figures 1, 2 and 3. A significant

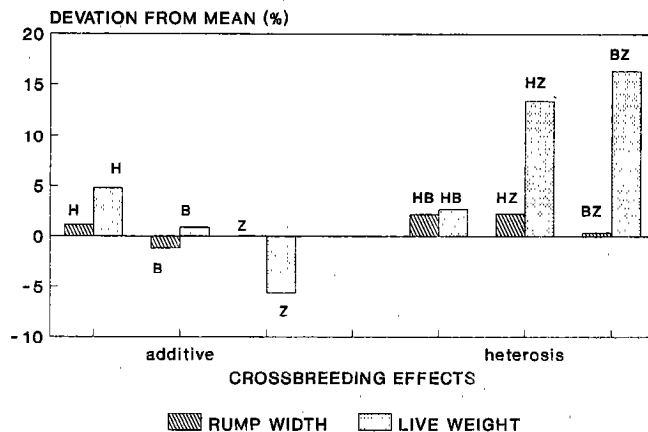


Fig. 2 : Crossbreeding parameters for rump width and live weight (H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss ; Z : Ankole).

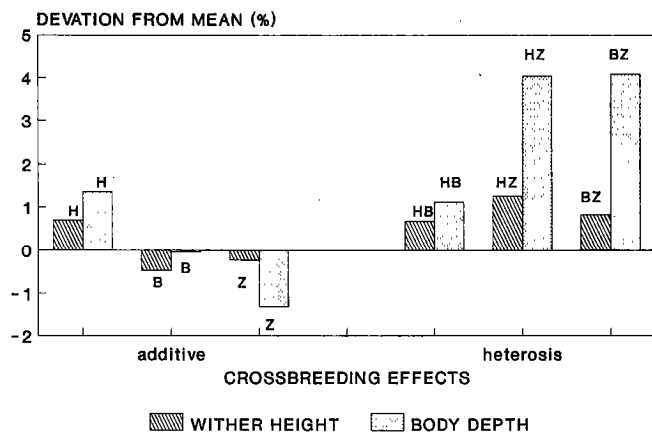


Fig. 1 : Crossbreeding parameters for wither height and body depth (H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss ; Z : Ankole).

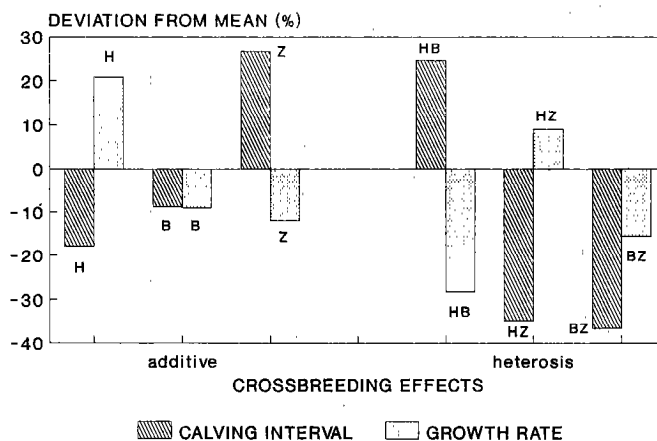


Fig. 3 : Crossbreeding parameters for calving interval and growth rate (H : Holstein Friesian ; B : Brown Swiss ; Z : Ankole).

TABLE I Least square estimates of crossbreeding effects for body measurements (at first lactation).

	WH		HG		HR		LW		CI		GR	
	constants	%	constants	%	constants	%	constants	%	constants	%	constants	%
Mean	128.1		73.9		51.3		478.1		526		1.5	
H	0.9	0.7	1.0	1.4	0.6	1.1	22.9	4.8*	-94	-17.9*	0.3	21
B	-0.6	-0.5	0.0	0.0	-0.6	-1.2	4.1	0.9	-46	-8.7*	-0.1	-9
Z	-0.3	-0.2	-1.0	-1.3	0.0	0.0	-27.0	-5.7	140	26.6*	-0.2	-12
HB	0.9	0.7	0.8	1.1	1.1	2.2	12.6	2.6	130	24.7	-0.4	-28
HZ	1.6	1.3	3.0	4.0	1.1	2.2	64.0	13.4*	-183	-34.8*	0.1	9
BZ	1.1	0.8	3.0	4.1	0.2	0.4	77.9	16.3*	-193	-36.6*	-0.2	-16

* : p < 0.05.

WH : wither height (cm) ; HG : depth of chest (cm) ; HR : width of rump (cm) ; LW : live weight (kg) ; CI : calving interval (days) ; GR : growth rate in kg/day from birth to 12 months.

H : Holstein Friesian additive effect ; B : Brown Swiss additive effect ; Z : Ankole breeds additive effect ; HB : Holstein Friesian x Brown Swiss heterosis effect, etc.

additive effect was found for live weight for the Holstein Friesian breed, which showed to be superior to the local breed. Holstein Friesian x Ankole and Brown Swiss x Ankole crosses expressed significant positive individual heterosis effects for live weight. As regards calving interval, Holstein Friesian and Brown Swiss additive effects were significantly different from the Ankole additive effect. A shorter calving interval was found in the two European breeds. The individual heterosis for calving interval of Holstein Friesian x Ankole and Brown Swiss x Ankole was significant and reduced the calving interval. However, for Ankole, a significant additive effect was found, which extended the calving interval. Concerning wither height, depth of chest, width of rump and growth rate, there were no significant effects. The Brown Swiss additive effects, the Holstein Friesian x Brown Swiss individual heterosis for live weight and the Holstein Friesian x Brown Swiss individual heterosis for calving interval were not significant either.

The heritability and phenotypic correlations between wither height, depth of chest, width of rump and live weight were estimated from the growth rate data (147 observations). The heritability estimate of growth rate was very low (0.07). Because of a small number of observations per sire, the within-sire variance was large. The rather low heritabilities of growth rate (0.07) and milk yield (0.14) might be caused by a long-term phenotypic selection, particularly in the Ankole breed and the limited possibilities for expressing the genetic potential of the European breeds, due for example to the lack of concentrate feeding.

Table II gives the heritabilities and the genetic and phenotypic correlation estimates of milk yield, wither height, depth of chest, width of rump and live weight. The large standard errors of the genetic parameter estimates might be caused by the small sample. The heritability estimate of milk yield (0.35) was rather high as compared with estimates obtained previously (0.14). The main reason might be that a part of the non-additive genetic variance was

included in the daughter group variance. Also, rather high heritability estimates for depth of chest (0.31) and live weight (0.36) were observed. Medium estimates were found for wither height (0.19) and width of rump (0.29). High genetic correlations were found between milk yield and body measurement traits (0.63 for milk yield and wither height, 0.57 for milk yield and depth of chest, 0.61 for milk yield and width of rump and 0.76 for milk yield and live weight). In conditions where milk is produced exclusively on roughages, milk production is strongly linked to feed intake and body capacity. The genetic correlations between body measurement were large and positive (0.83 for wither height and depth of chest, 0.41 for wither height and live weight, 0.81 for depth of chest and width of rump, 0.79 for depth of chest and live weight and 0.80 width of rump and live weight). These high correlations were all related to the high correlations between body measurements and milk yield. The heritability estimate of calving interval was 0.26.

CONCLUSION

A significant positive Holstein Friesian additive effect was found on live weight. The Holstein Friesian x Ankole and Brown Swiss x Ankole crosses showed rather large heterosis effects for live weight.

Crossing Ankole with Holstein Friesian and Brown Swiss led to a significant reduction of the calving interval of 183 and 193 days, respectively. This was due to breed differences, but also to important heterosis effects.

Crossbreeding had no significant effects on growth rate.

The genetic correlations between wither height, depth of chest, width of rump and milk yield were relatively high. In particular the level of milk production obtained with roughages was strongly linked to the level of feed intake and body capacity.

TABLE II Genetic parameters and phenotypic correlations for milk yield and body measurements.

Traits	MY	WH	HG	HR	LW
MY	0.35 ± 0.22	0.10	0.35	0.31	0.20
WH	0.63 ± 0.43	0.19 ± 0.18	0.34	0.42	0.36
HG	0.57 ± 0.27	0.83 ± 0.43	0.31 ± 0.19	0.59	0.59
HR	0.61 ± 0.29	(^a)	0.81 ± 0.24	0.29 ± 0.19	0.48
LW	0.76 ± 0.28	0.41 ± 0.45	0.79 ± 0.23	0.80 ± 0.27	0.36 ± 0.19

^a value is larger than 1.

Heritabilities : diagonal elements ; phenotypic correlations : above diagonal elements ; genetic correlations : under diagonal elements.
MY : milk yield ; WH : wither height ; HG : depth of chest ; HR : width of rump ; LW : live weight.

N. Wang W. Vandepitte J. Nouwen R. Carbonez

WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Crossbreeding of Holstein Friesian, Brown Swiss and Sanga breeds in Zaire. II. Growth rate, calving interval and body size. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 353-356

The analysis involved 332 records of body measurements (live weight : LW, depth of chest : HG, width of rump : HR and wither height : WH) and calving intervals and 147 records of growth data from a crossbreeding experiment between Holstein Friesian, Brown Swiss and Ankole cattle at the Lushebere farm in the Masisi zone, North-Kivu in the Republic of Zaire. A significant positive Holstein Friesian additive effect was found for LW. For LW, large positive individual heterosis effects were found for Holstein Friesian x Ankole and Brown Swiss x Ankole crosses. For calving interval, the Holstein Friesian and Brown Swiss additive effects were significantly favourable. Individual heterosis for calving interval of Holstein Friesian x Ankole and Brown Swiss x Ankole was significant and reduces the calving interval. Low heritabilities were found for growth rate (0.07). The heritability estimate for calving interval was 0.26. Higher heritability estimates for depth of chest (0.31) and live weight (0.36) were observed. Medium estimates were found for wither height (0.19) and width of rump (0.29). The genetic correlations between milk yield and body measurements were : 0.63 for wither height, 0.57 for depth of chest, 0.61 for width of rump and 0.76 for live weight. The genetic correlations between body measurements were : 0.83 for WH and HR, 0.41 for WH and LW, 0.81 for HG and HR, 0.79 for HG and LW and 0.80 for HR and LW. *Key words* : Cattle - Crossbreeding - Growth rate - Calving interval - Body size - Heterosis - Zaire.

WANG (N.), VANDEPITTE (W.), NOUWEN (J.), CARBONEZ (R.). Cruzamiento de las razas Holstein Frisia, Pardo Suizo y Sanga en Zaire. II. Tasa de crecimiento, intervalo entre partos y talla corporal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 353-356

El análisis incluyó 332 registros de medidas corporales (peso vivo : LW, profundidad del pecho : HG, amplitud de la grupa : HR, altura observada : WH) e intervalos entre partos y 147 registros de datos de crecimiento, provenientes de un experimento de cruces de Holstein Frisia, Pardo Suizo y Ankole, en el rancho Lushebere en la zona Masisi de Kivu del Norte de la República de Zaire. Se encontró un efecto aditivo positivo de la raza Holstein Frisia para el LW. Un efecto positivo de heterosis individual se encontró para el LW para los cruzamientos Holstein Frisia x Ankole y Pardo Suizo x Ankole. En cuanto al período entre partos, los efectos de las razas Holstein Frisia y Pardo Suizo fueron altamente favorables. La heterosis individual para el intervalo entre parto del cruce Holstein Frisia x Ankole y Pardo Suizo x Ankole fue significativa, reduciendo dicho intervalo. Se encontró una baja tasa de heredabilidad (0,07) para la tasa de crecimiento. La heredabilidad estimada para el intervalo entre partos fue de 0,26. Una heredabilidad más elevada se observó para la profundidad del pecho (0,31) y el peso vivo (0,36). La altura observada (0,19) y la amplitud de la grupa (0,29) obtuvieron estimaciones promedio. Las correlaciones genéticas entre la producción lactea y las medidas corporales fueron : 0,63 para WH, 0,57 para HG, 0,61 para HR y 0,76 para el peso vivo. Las correlaciones genéticas entre las medidas corporales fueron : 0,83 para WH y HR, 0,41 para WH y LW, 0,81 para HG y HR, 0,79 para HG y LW y 0,80 para HR y LW. *Palabras claves* : Bovino - Cruzamiento - Crecimiento - Intervalo entre partos - Talla corporal - Heterosis - Zaire.

REFERENCES

1. HARVEY (W.R.). Mixed model least square and maximum likelihood computer program. Columbus, Ohio State University, 1976.
2. LEGATES (J.E.), WARWICK (E.J.). Breeding and improvement of farm animals. New York, McGraw-Hill publishing company, 1990.
3. LONG (C.R.). Crossbreeding for beef production : experimental results. *J. Anim. Sci.*, 1980, 51 (5) : 1197.
4. NOUWEN (J.). Analyse van een ontwikkelingsproject : Lushebere. Thesis. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, Faculteit der landbouwwetenschappen, 1989. 208 p.
5. REEVE (E.C.R.). The variance of the genetic correlation coefficient. *Biometric.*, 1955, 11 : 357.
6. ROBERTSON (A.). The sampling variance of the correlation coefficient. *Biometric.*, 1959, 15 : 146.

Caractérisation des principales variables d'état de couverts de *Digitaria swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt pâturés en continu par des zébus en Guyane française*

M. Béreau¹S. Ingrand²P. Martin¹G. Lemaire³

BEREAU (M.), INGRAND (S.), MARTIN (P.), LEMAIRE (G.). Caractérisation des principales variables d'état de couverts de *Digitaria swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt pâturés en continu par des zébus en Guyane française. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (3-4) : 357-366

Deux espèces fourragères tropicales, *Digitaria swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, ont fait l'objet d'une expérimentation en pâturage continu avec des zébus en Guyane française, au cours des années 1989 et 1990. Des variations de biomasse aérienne, en relation avec le niveau de pluviométrie, ont été observées, de même que des rapports feuilles/tiges plus élevés en saison sèche en liaison avec une augmentation de la masse surfacique. En ce qui concerne les variables d'état des couverts, *D. swazilandensis* présente durant la saison sèche une relation linéaire analogue à celle observée chez les graminées tempérées, avec une forte corrélation entre indice foliaire et hauteur de végétation. Cette corrélation existe en saison sèche et pluvieuse chez *B. humidicola*. Cette espèce est plus productive et moins sensible à la sécheresse que *D. swazilandensis*, mais est moins riche en matières azotées. Des performances zootechniques comparables sont obtenues pour les deux espèces. L'étude de ce mode de gestion doit être poursuivie dans le cadre de la saison sèche par ajustement de la charge et utilisation de réserves fourragères. *Mots clés* : Zébu - *Digitaria swazilandensis* - *Brachiaria humidicola* - Pâturage continu - Couvert - Taux de charge - Biomasse - Guyane française.

INTRODUCTION

L'élevage bovin viande en Guyane est basé sur le pâturage tournant toute l'année, et la production d'herbe, source alimentaire prédominante, doit être de bonne qualité pour répondre aux besoins des animaux. Le mode de gestion des prairies devient alors un facteur important (20). Les nombreuses pertes par sénescence observées lors de l'utilisation tardive de *Digitaria swazilandensis* Stent (42-45 jours) et les informations obtenues sur la vitesse de croissance de l'espèce, ont conduit à choisir un rythme

de rotation inférieur à celui initialement préconisé. Par ailleurs, les résultats expérimentaux d'engraissement de taurillons (17) ont également montré qu'une repousse de *D. swazilandensis* de 21 jours est significativement plus performante que celle de 30 jours, sous la condition d'un contrôle sanitaire du parasitisme interne des animaux.

Des résultats satisfaisants ont donc été obtenus avec le pâturage en rotation, mais ce système demeure contraignant en main-d'oeuvre (manipulation des troupeaux), en suivi (planning de pâturage) et en aménagement des parcelles (clôtures, points d'eau). Il est donc apparu intéressant de mettre au point un nouveau mode de conduite de la prairie à graminées, à la fois plus simple, et permettant une valorisation optimale de l'herbe produite.

Le pâturage intensif continu, ou libre, bien établi dans les pays à climat tempéré (7, 13) a donc été envisagé en Guyane française en expérimentation sur prairies à *D. swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, espèce d'avenir pour la Guyane (1). Ce nouveau mode de conduite de la prairie à graminées a été mis au point suite aux premières informations apportées sur la vitesse de croissance de *D. swazilandensis*. Les animaux concernés par l'expérimentation sont de type bovin zébu Brahman.

HODGSON (8), dans ses recherches sur les relations herbe-animal au pâturage, a décrit des variables de flux représentant les transferts d'énergie et d'éléments minéraux à travers un système de variables d'état caractéristiques du milieu, du couvert végétal, du troupeau et conditionnant l'intensité des divers flux. Cette étude s'est limitée à la description des variables d'état du couvert végétal : hauteur de végétation, densité de talles, biomasse aérienne, indice foliaire au cours d'une période d'engraissement (400 jours).

L'étude de l'indice foliaire est privilégiée, car ce paramètre est déterminant dans l'efficacité d'interception de l'énergie solaire incidente. Des relations linéaires stables avec la hauteur de l'herbe ont été mises en évidence (9, 10), ce qui permet de faire des estimations rapides de l'indice foliaire à partir de ce critère. Ces relations peuvent être modifiées par les autres paramètres définissant la structure du couvert végétal : densité de talles, rapport feuilles/tiges.

Le but des essais décrits ci-après est aussi d'établir ce type de relations dans le cas de deux espèces tropicales stolonifères à morphologie très différente de celle des espèces prairiales tempérées.

1. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Groupe régional de Guyane, Campus agronomique de Kourou, BP 709, 97387 Kourou cedex, Guyane française.

2. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Laboratoire Adaptation des herbivores aux milieux, Equipe Systèmes de production, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle.

3. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Station d'écophysiologie des plantes fourragères, Centre de recherches de Lusignan, 86600 Lusignan, France.

* Avec la collaboration technique de A. PATIENT.

Reçu le 10.12.1991, accepté le 5.3.1993.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Couvert végétal et animaux

Des parcelles initialement incluses dans le système de pâturage en rotation de la ferme expérimentale de Combi (INRA) ont été affectées au pâturage intensif libre : trois hectares plantés en *D. swazilandensis* depuis plus de 12 ans et deux hectares en *B. humidicola* depuis 3 ans.

Les troupeaux ont été constitués aussi homogènes que possible (poids moyen de 220 kg par animal en début d'essai). Un chargement constant de 5 têtes/hectare a été choisi au départ et s'est révélé convenable au vu de l'état du couvert tout au long de l'essai, excepté pendant la saison sèche où les animaux ont été sortis des parcelles en expérimentation jusqu'à ce que l'herbe soit de nouveau en quantité suffisante.

La fertilisation est en moyenne de 30 unités d'azote par hectare et par mois sous forme d'urée ou d'ammonitrate sauf en saison sèche (au total 290 unités/ha/an). Des scories phospho-potassiques sont épandues trois fois dans l'année, à raison de 120 unités/ha au total. L'entretien de la parcelle est assuré par traitement localisé au SPICA 100 (sel d'amine), ou élimination manuelle des sensibles (légumineuses de la sous-famille des Caesalpinioïdées) suivant leur degré de développement.

Protocole de mesures

L'expérimentation s'est déroulée sur deux années pour *D. swazilandensis*, du 17.1.1989 au 7.3.1990 et du 26.3.1990 au 11.3.1991 ; pour *B. humidicola*, du 6.1.1990 au 18.3.1991.

Tous les 7 puis tous les 14 jours, ont été effectuées des mesures sur le couvert :

- au niveau parcellaire : mesures de hauteur de végétation à l'aide d'un "bâton" gradué muni d'un curseur mobile (modèle HFRO), la valeur affichée correspondant au premier contact avec une feuille. Trois cents mesures sont effectuées par parcelle ;

- au niveau de 9 placettes de 0,25 m² : la biomasse est prélevée au ras du sol et traitée au laboratoire en sous-échantillons pour déterminer :

- . la teneur en matière sèche, et évaluer la biomasse aérienne ;
- . la densité de talles ;
- . la composition morphologique par séparation entre feuilles, tiges, débris ;
- . l'indice foliaire, par passage au planimètre électronique (15) de feuilles qui seront ensuite séchées à l'étuve et pesées.

Des échantillons de matière sèche (plante entière, tiges, feuilles) ont été réalisés pour la détermination de la teneur en matière azotée.

Conditions climatiques

Les pluviométries moyennes journalières sont calculées pour chaque cycle entre deux prélèvements (fig. 1). La période déficitaire en eau (moins de 4 mm/j) coïncide avec le mois de mars (petite saison sèche). Les mois d'avril à juin sont en général les plus arrosés, avec les températures les plus basses (28 °C), mais les écarts observés entre les périodes pour ce critère restent cependant très faibles tout au long de l'année. Une différence importante (48 p. 100) a été observée entre les grandes saisons sèches de 1989 et 1990 ; cette différence a conditionné la gestion des prairies en 1990. Le petit été de mars a été peu marqué en 1990 et 1991.

Mouvements des animaux

Au cours de l'expérimentation, il y a eu des interruptions de pâturage liées soit aux effets de la saison sèche (insuffisance de la disponibilité en herbe), soit à des problèmes de contention des animaux. Sur *Digitaria*, ces interruptions correspondent à la dernière semaine de septembre en 1989 et à la période du 10 au 23 juillet en 1990 ; sur *Brachiaria* elles ont eu lieu du 3 au 27 août et du 13 septembre au 27 décembre 1990.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Couvert végétal

Les résultats ont été traités séparément sur deux périodes, saison sèche (moins de 4 mm de pluie par jour entre deux mesures) et saison pluvieuse (plus de 4 mm par jour entre deux mesures).

Hauteur du couvert

Un mois après le démarrage du pâturage continu, la parcelle apparaît comme homogène avec cependant quelques variations. Trois types de zones ont été définis dans la pâture :

- zone basse constituée d'herbe récemment pâturée (1 à 9 cm) ;
- zone moyenne (10 à 14 cm) ;
- zone haute, en majorité constituée de refus liés à la présence de bouses ou de fourmillières (> 14 cm).

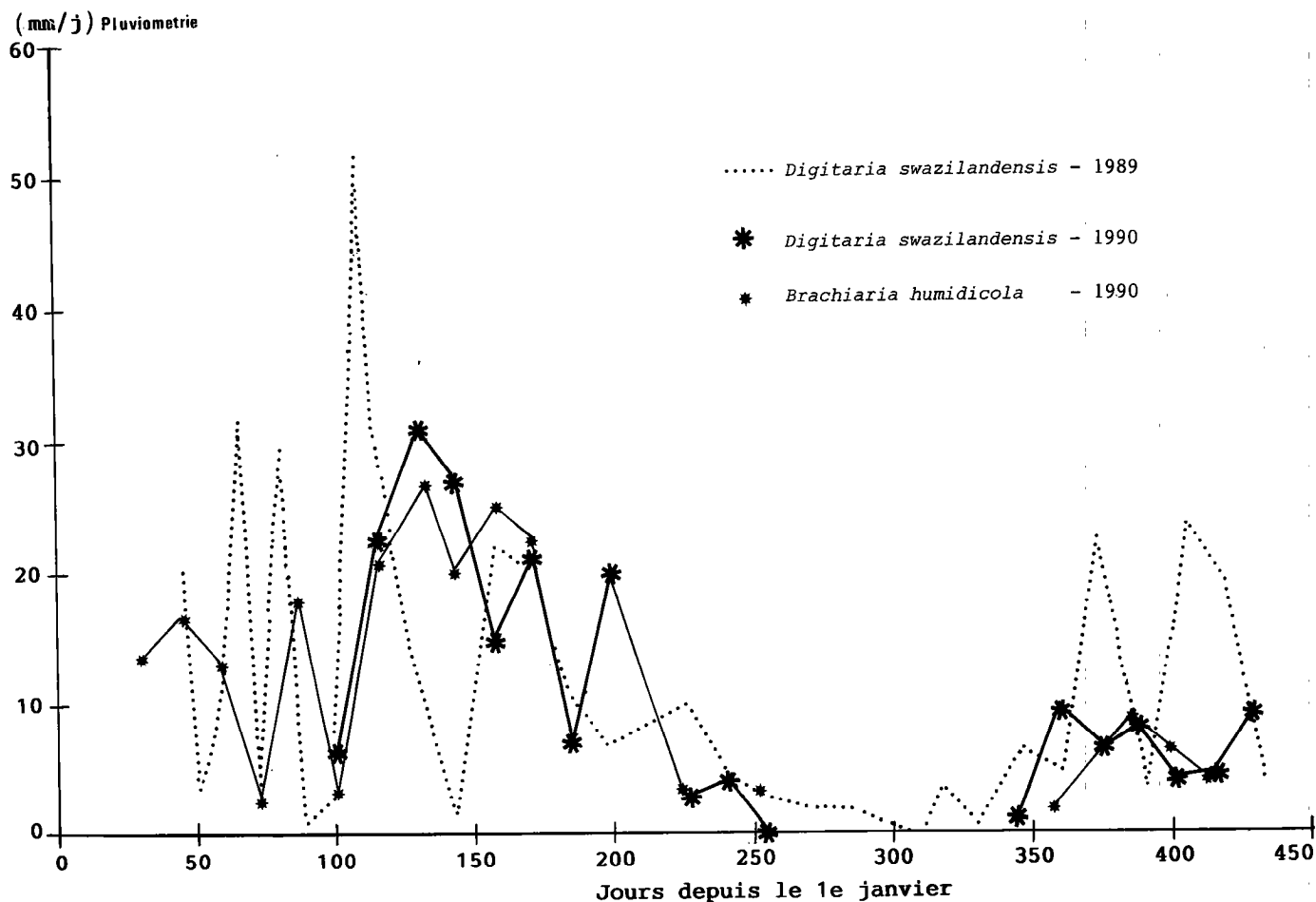


Fig. 1 : Pluviométrie durant les essais (chaque point représente la pluviométrie journalière moyenne enregistrée depuis le point précédent).

La fréquence de ces zones varie avec la saison. La zone haute est faiblement représentée en saison sèche ; elle est importante dans la prairie à *B. humidicola* en saison pluvieuse (65 p. 100), la zone basse ne représentant que 5 p. 100 (tabl. I). Les hauteurs moyennes de végétation (en cm) suivent les courbes des précipitations (tabl. II).

Si, en 1989, *Digitaria* mesurait entre 7 et 10 cm en grande saison sèche, en 1990, pour les deux espèces, il n'y avait aucune végétation mesurable. Les coefficients de variation sont inférieurs à 8 p. 100 pour *Digitaria* et à 15 p. 100 pour *Brachiaria*.

Densité de talles

La densité de talles a été estimée à partir du nombre de jeunes feuilles encore enroulées, observées en position terminale ou à l'aisselle de la ligule de feuilles axillantes du stolon. Le nombre de talles au mètre carré est en moyenne de $3\,170 \pm 436$ en saison pluvieuse pour *Digitaria* au premier essai, $3\,875 \pm 950$ au deuxième

TABLEAU I Répartition des zones haute, moyenne et basse.

		Zone haute	Zone moyenne	Zone basse
<i>Digitaria swazilandensis</i> 1989	SP	41	42,3	16,7
	SS	12,2	39,4	48,5
<i>Digitaria swazilandensis</i> 1990	SP	42,7	42,8	14,5
	SS	27,9	44,4	27,7
<i>Brachiaria humidicola</i> 1990	SP	65,2	29,3	5,1
	SS	47,3	40,6	12,0
<i>Brachiaria humidicola</i> 1990	toutes données	60,1	32,6	7,0

SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche (p. 100).

M. Béreau S. Ingrand P. Martin G. Lemaire

essai, contre $2\,267 \pm 589$ pour la même période chez *Brachiaria*. Cette densité de talles diminue en saison sèche chez *D. swazilandensis* (50 p. 100) ce qui n'a pas été le cas pour la deuxième espèce en 1990.

Biomasse totale

La biomasse aérienne suit les fluctuations saisonnières (tabl. III), elle est plus élevée chez *B. humidicola* quelle que soit la saison. L'effet de la sécheresse se traduit par une faible croissance ($0,06$ t/ha en septembre 1989) et une production quasiment nulle en 1990 pour les deux espèces. *Digitaria* est la plus sensible à toute diminution de pluviométrie. Les valeurs élevées observées en début de saison sèche (*Digitaria* et *Brachiaria*) et début de saison pluvieuse (*Brachiaria*) font suite aux interruptions de pâturage signalées précédemment. Les biomasses des tiges constituent l'essentiel de la biomasse en saison pluvieuse chez *D. swazilandensis*.

Composition morphologique

Il y a une cinétique différente de l'évolution du rapport feuilles/tiges en saison sèche par rapport à la saison pluvieuse chez *Digitaria*. La valeur moyenne de ce rapport est de 0,5 en saison pluvieuse : la masse de feuilles croît moins vite que la masse de tiges. Il est de 0,8 à 0,9 en saison sèche avec des variations de 0,9 à 1,2 en fin de période, ce qui correspond à un ralentissement de la croissance des tiges.

Ce phénomène n'est pas observé chez *Brachiaria*, les données en saison sèche étant probablement insuffisantes (tabl. IV). Les matières mortes se situent aux environs de 10 p. 100 pour les deux espèces et elles sont généralement plus abondantes en saison pluvieuse ; c'est le critère mesuré le moins précisément (débris situés sur la plante ou sur le sol).

Relations entre les variables d'état

SALETTE (18), CRESPO (4) et CRUZ (5) ont déjà souligné que la production des espèces stolonifères est le résultat de la croissance des feuilles et des stolons dans des proportions qui varient fortement en fonction des saisons. Cette différence de fonctionnement a été signalée pour d'autres plantes soumises à un déficit hydrique : graminées (11) et légumineuses (2, 3).

Si on fait abstraction des possibilités de variations de composition morphologique résultant du comportement alimentaire des animaux, on constate que la diminution de production de *Digitaria* en saison sèche est due principalement à celles des tiges dont la biomasse diminue de $67,5$ p. 100 en 1989 et 18 p. 100 en 1990 (tabl. V). Pour *Brachiaria*, une diminution de 2 p. 100 est observée sur les pourcentages de tiges et de feuilles mais leur biomasse augmente par rapport à la saison des pluies : 10 et $6,4$ p. 100 (insuffisance des données en saison sèche, dont certaines doivent correspondre à une production de

TABLEAU II Hauteurs moyennes de végétations (en cm).

	Saison pluvieuse	Saison sèche
<i>D. swazilandensis</i> 1989	$13,6 \pm 1,8$	$9,9 \pm 1,6$
<i>D. swazilandensis</i> 1990	$13,1 \pm 1,02$	$11,6 \pm 1,04$
<i>B. humidicola</i> 1990	$15,6 \pm 2,4$	$13,6 \pm 1,2$

TABLEAU III Rendement en matière sèche (t/ha).

	Saison pluvieuse	Saison sèche
<i>Digitaria swazilandensis</i> 1989	$2,64 \pm 0,8$	$1,04 \pm 0,4$
<i>Digitaria swazilandensis</i> 1990	$2,17 \pm 0,5$	$2,04 \pm 0,5$
<i>Brachiaria humidicola</i> 1990	$3,66 \pm 0,7$	$3,90 \pm 0,9$
<i>Brachiaria humidicola</i> toutes données	$3,73 \pm 0,8$	

TABLEAU IV Composition morphologique : valeurs moyennes du rapport feuilles/tiges (F/T) des débris (pourcentage de la matière sèche) en fonction des saisons.

		<i>D. swazilandensis</i>		<i>B. humidicola</i>	
		1989	1990	1990	Toutes données
Rapport F/T	SP	0,5	0,5	0,76	0,75
	SS	0,9	0,8	0,72	
p. 100 débris	SP	$11,4 \pm 7,9$	$10,2 \pm 3,6$	$8,3 \pm 3,7$	$8,2 \pm 3,1$
	SS	$10,1 \pm 7,5$	$7,2 \pm 2,3$	$7,8 \pm 1,4$	

SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche.

TABLEAU V Evolution du couvert à *D. swazilandensis* en saison sèche, en pourcentage des valeurs moyennes en saison pluvieuse.

Année	Feuilles		Tiges	
	1989	1990	1989	1990
Composition morphologique	+ 28,5	+ 36,4	- 12	- 14
Biomasse	- 41	+ 28	- 67,5	- 18
	1989		1990	
Hauteur de végétation	- 27,5		- 11,5	
Rapport feuilles/tiges	80		75	

saison pluvieuse). Le même phénomène est observé sur feuilles de *Digitaria* (+ 28 p. 100 en 1990). Les hauteurs de végétation diminuent de 12 p. 100. Face à une diminution de la proportion de tiges, de leur biomasse et de la hauteur de végétation exprimée par le stolon ou tige (27,5 p. 100 en 1989, 11,5 p. 100 en 1990), probablement liée à un raccourcissement des entre-noeuds, le "comportement des feuilles" a été étudié (tabl. VI).

Les masses surfaciques moyennes (poids en mg par unité de surface foliaire en cm²) des deux espèces augmentent en saison sèche (fig. 2), les valeurs les plus élevées correspondant à *B. humidicola* : 6,9 mg/cm², alors que parallèlement, les surfaces foliaires diminuent, permettant ainsi l'équilibre biomasse feuilles/biomasse tiges. L'étude de ce phénomène mériterait d'être approfondie car les mêmes observations ont été faites en conditions hydriques et azotées non limitantes en saison sèche, sur *D. swazilandensis* et sur la fétuque élevée en zone tempérée (6).

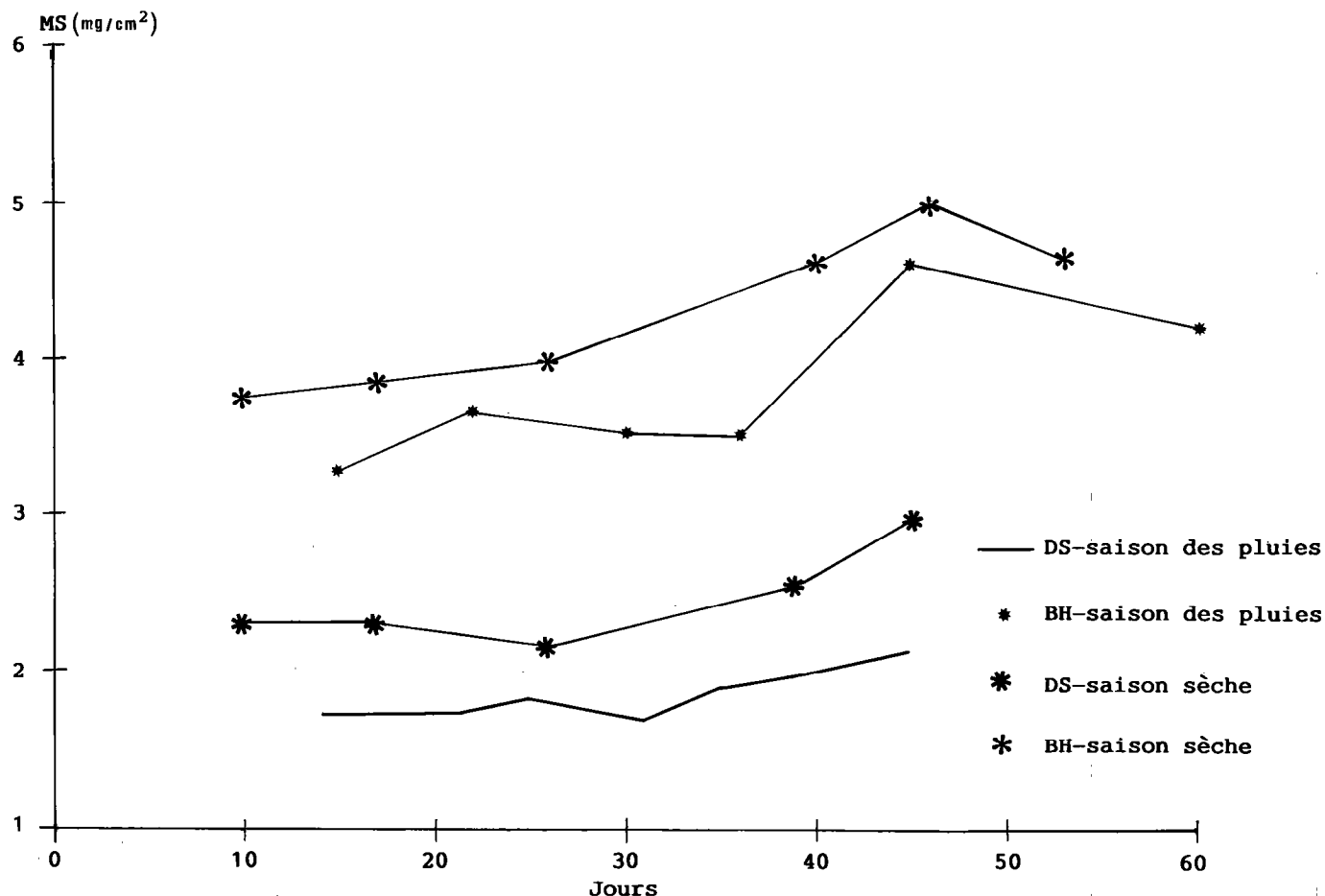
Pour les deux espèces, les masses surfaciques augmentent quand le nombre de feuilles diminue. Les courbes de la figure 3 montrent les variations de l'indice foliaire du couvert, maintenu en moyenne au dessus de 2, sauf en saison sèche où il y a une baisse notable :

TABLEAU VI Surface foliaire moyenne et masse surfacique.

Saisons	Surface moyenne d'une feuille (cm ²)		Masse surfacique (mg/cm ²)	
	SP	SS	SP	SS
<i>D. swazilandensis</i> 1989	2,05 ± 0,2	1,80 ± 0,4	2,5 ± 0,2	2,7 ± 0,4
<i>D. swazilandensis</i> 1990	1,58 ± 0,16	1,56 ± 0,5	2,9 ± 0,6	3,2 ± 0,6
<i>B. humidicola</i> 1990	4,48 ± 1,4	4,15 ± 1,4	6,1 ± 1,0	6,9 ± 1,5
<i>B. humidicola</i> toutes données	4,38 ± 1,4		6,3 ± 1,2	

SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche.

Fig. 2 : Masse surfacique (MS) de *Digitaria swazilandensis* (DS) et *Brachiaria humidicola* (BH) en conditions non limitantes (essais en bacs).



M. Béreau S. Ingrand P. Martin G. Lemaire

5,15 à 0,56 en 1989 et 4,2 à 1,1 en 1990 pour *Digitaria* ; 4,1 à 1,4 pour *Brachiaria*. Les valeurs évoluent dans le même sens que la taille des feuilles. Dans les conditions climatiques de l'année 1990, *B. humidicola* et *D. swazilandensis* présentent des valeurs d'indice foliaire très voisines.

Afin de vérifier les possibilités d'estimation de la biomasse aérienne par l'indice foliaire (IF), compte tenu de ses relations linéaires avec la hauteur d'herbe en zone tempérée, les coefficients de corrélation entre variables d'état ont été calculés en saison sèche et pluvieuse (tabl. VII). En pâturage continu, durant la saison sèche, *D. swazilandensis* présente une relation linéaire analogue à celle observée sur les graminées tempérées, avec un coefficient de corrélation entre IF et hauteur de 0,80 en 1989 et 0,75 en 1990. En saison pluvieuse, aucune corrélation significative n'a été détectée (coefficient inférieur à 0,5), excepté avec la biomasse totale, ce qui limite l'intérêt de la variable "hauteur du couvert" comme outil de gestion du pâturage et moyen de diagnostic rapide de la qualité de l'herbe offerte aux animaux à cette période, sachant

qu'ils ont une préférence pour les limbes foliaires verts (12). En saison pluvieuse, la croissance des feuilles et des tiges se fait selon un plan structurel indépendant : coefficient de corrélation de 0,5 entre l'évolution de leurs biomasses respectives. L'utilisation du rapport feuilles/tiges (F/T) ne peut être envisagée car il n'y a pas de corrélation avec la biomasse totale.

Des études sur graminées tempérées (21, 22) ont montré que le nombre de talles est une composante très importante de la croissance. Dans le cas de *Digitaria* en saison pluvieuse, aucune corrélation n'a été trouvée avec l'indice foliaire. En effet, les unités considérées comme talles sont à des stades variables de développement foliaire, et les plus fortes densités ne correspondent pas toujours aux biomasses et indices foliaires les plus élevés.

Cette remarque souligne l'intérêt d'une étude morphogénétique dynamique sur le pâturage continu afin de vérifier la variation du nombre de feuilles par talle et la variation de la taille des feuilles avec les saisons. Ceci conduirait à

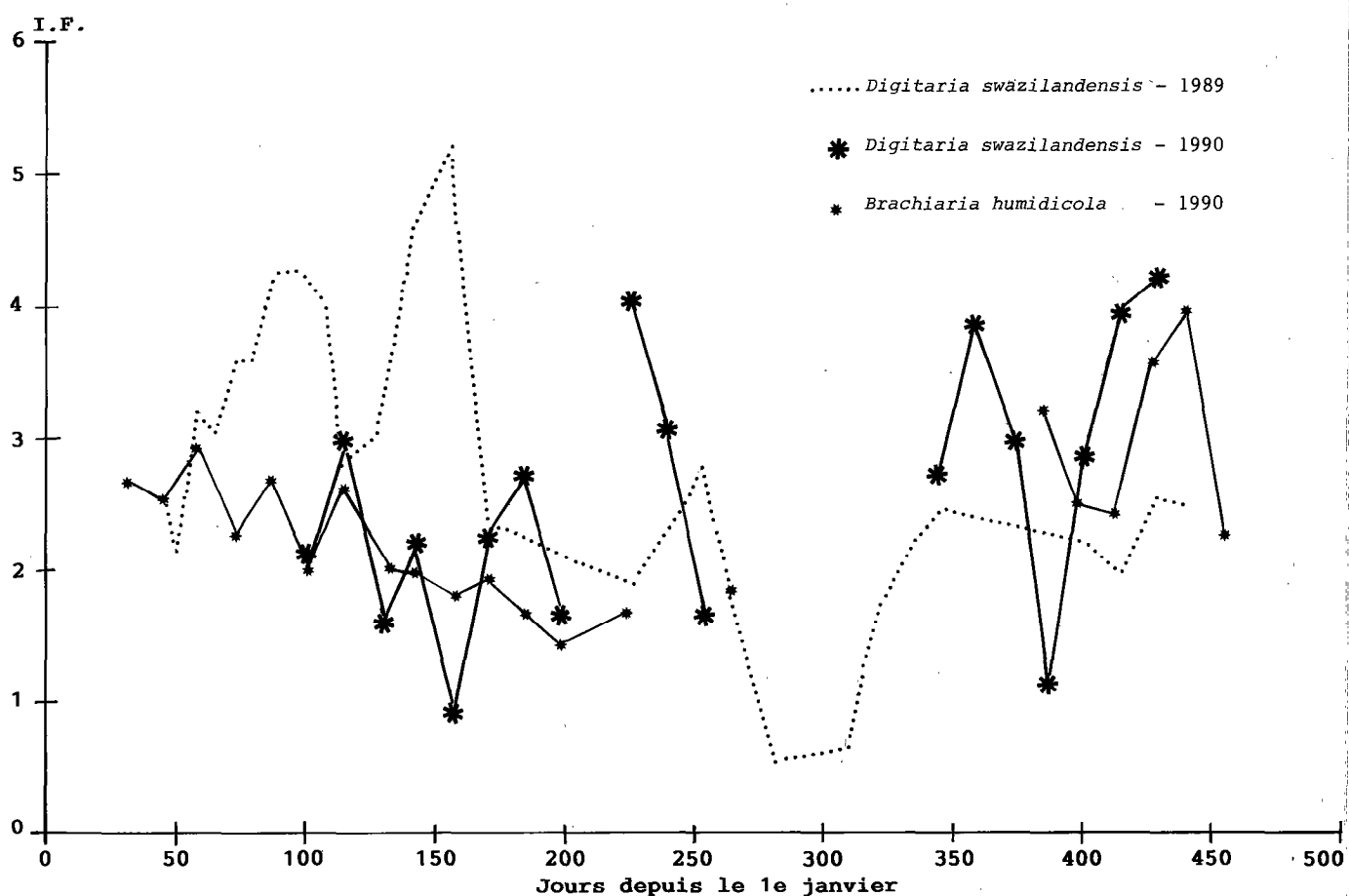


Fig. 3 : Évolution de l'indice foliaire (IF) au cours de l'année.

une meilleure relation avec l'indice foliaire, mais nécessiterait une méthodologie beaucoup plus lourde. En saison sèche bien marquée (1989), indice foliaire et hauteur sont corrélés avec la biomasse totale, celle des feuilles et la densité de talles. En 1990, face à l'insuffisance des données de saison sèche, seul l'indice foliaire est corrélé aux facteurs précités.

Pour *Brachiaria humidicola* en saison sèche et pluvieuse, une relation existe entre l'indice foliaire et la hauteur de végétation (coefficient de 0,77 et 0,67), contrairement à *D. swazilandensis* ; il en est de même avec la biomasse totale et la densité de talles (tabl. VII), mais on doit tenir compte de l'insuffisance des données de saison sèche.

Il apparaît donc qu'en saison pluvieuse, dans le cas du pâturage continu, la hauteur d'herbe permettrait une évaluation de l'IF de *B. humidicola*, ainsi que de sa biomasse ; pour *D. swazilandensis*, elle permettrait seulement une évaluation de la biomasse totale du couvert, mais ni de l'IF ni du rapport F/T, variables importantes pour le flux de croissance et d'ingestion de l'herbe qui interviendraient dans le pilotage du pâturage par le biais du chargement.

Teneur en azote des parties aériennes

Pour *B. humidicola* et *D. swazilandensis*, les teneurs en azote (g d'azote dans 100 g de matière sèche) évoluent comme chez les graminées tempérées. Il existe une différence entre les tiges et les feuilles, ces dernières étant les plus riches (tabl. VIII). *B. humidicola* présente des teneurs en azote qui évoluent entre 0,7 et 2,8 g pour 100 g de matière sèche ; ces valeurs atteignent 4,65 p. 100 chez *D. swazilandensis* particulièrement en saison sèche (modifications physiologiques ?). *Brachiaria*, bien que plus productif, est moins riche en azote.

En zone tempérée, sur une repousse, des courbes de dilution (expression de la teneur en éléments de la plante en fonction du rendement en matière sèche) sont déterminées conformément au modèle $N = \alpha (MS)^{\beta}$ (en p.100) mis au point sur des graminées tempérées (19). Dans le cas du pâturage intensif libre, les variations de matière sèche sont liées à des différences saisonnières qui se traduisent par des différences au niveau du rapport F/T. L'évolution de la teneur en azote des plantes entières (fig. 4) en fonction de ce rapport permet d'obtenir les relations suivantes :

$$D. swazilandensis \text{ 1989 : } N\% = 1,617 (F/T) + 0,497 \quad (r^2 = 0,82)$$

$$D. swazilandensis \text{ 1990 : } N\% = 1,090 (F/T) + 1,032 \quad (r^2 = 0,45)$$

$$D. humidicola \text{ 1990 : } N\% = 1,355 (F/T) + 0,750 \quad (r^2 = 0,13)$$

TABLEAU VII Coefficient de corrélation entre variables d'état de *D. swazilandensis* et *B. humidicola*.

	<i>D. swazilandensis</i>				<i>B. humidicola</i>		
	1989 (27)		1990 (18)		1990 (21)		Toutes données
	SS (13)	SP (14)	SS (5)	SP (13)	SS (6)	SP (15)	
IF/H	0,80	0,34	0,75	0,07	0,77	0,67	0,67
IF/BT	0,94	0,66	0,78	0,58	0,90	0,69	0,73
IF/DT	0,96	0,12	0,67	0,40	0,24	-0,57	-0,49
H/BT	0,77	0,72	0,19	0,28	0,77	0,74	0,61
H/BF	0,73	0,39	0,15	0,36	0,51	0,64	0,67
H/DT	0,74	0,12	-0,06	0,20	0,72	-0,64	-0,64

IF : indice foliaire ; H : hauteur ; BT : biomasse totale ; DT : densité de talles ;
BF : biomasse de feuilles.
() : nombre de données.
SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche.

TABLEAU VIII Teneur en azote de *B. humidicola* et *D. swazilandensis* (g/100 g de matière sèche).

	<i>D. swazilandensis</i>				<i>B. humidicola</i>	
	1989 (26)		1990 (18)		1990 (22)	
	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi
Feuilles	2,06	3,41	1,67	4,65	1,58	2,81
Tiges	0,74	2,93	1,19	4,19	0,75	1,77
Plante entière	0,98	2,78	0,97	2,58	0,77	1,49

() : nombre de données.

Les meilleures corrélations sont obtenues pour l'essai de 1989 avec *D. swazilandensis* ($r^2 = 0,82$) où davantage de données sont disponibles en saison sèche ($n=13$), permettant ainsi une plus grande dispersion du rapport F/T.

RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

Les valeurs moyennes caractérisant la croissance des animaux pour les différents essais sont reportées dans le tableau IX. On constate que dans tous les cas, le gain moyen quotidien (GMQ) sur la période des essais est supérieur à 500 g. On obtient ainsi avec ce mode de pâturage, des vitesses de croissance similaires, voire supérieures, à celles obtenues en rotation (16). Les fluctuations saisonnières restent importantes et la grande saison sèche (septembre-octobre) a entraîné, en 1990, 100 à 200 g/j de perte de poids des animaux. D'autre part, on constate pour cette même saison sèche, que les animaux pâturant *Digitaria* accusent des pertes de poids

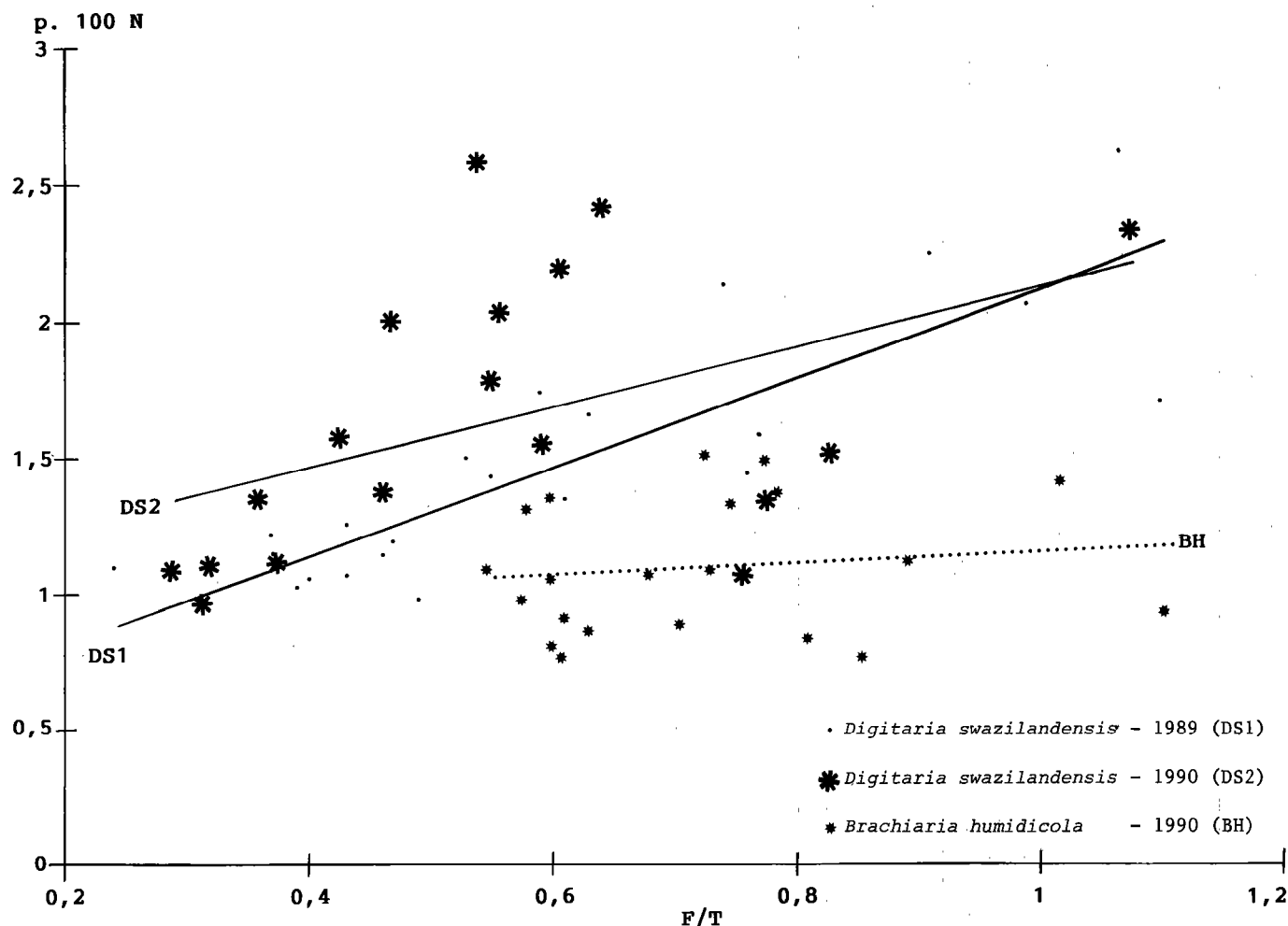


Fig. 4 : Évolution de la teneur en azote de la plante entière en fonction du rapport feuilles/tiges (F/T).

TABLEAU IX Caractéristiques zootechniques des différents essais (poids, âge et croissance des animaux).

	<i>D. swazilandensis</i>		<i>B. humidicola</i>
	1989	1990	1990
Poids début (kg)	218	207	230
Age début (mois)	15	13	12
Poids fin (kg)	433	404	442
Age fin (mois)	28	25	26
Durée essai (jours)	414	350	421
GMQ (g)	519	563	503

plus importantes (jusqu'à 300 g/j) que les animaux pâturant *Brachiaria*, ce qui témoigne de la meilleure résistance de ce dernier aux périodes de déficit hydrique. L'utilisation de *B. humidicola* en pâturage intensif libre donne des résultats similaires à la rotation (fig. 5, essais réalisés simultanément).

CONCLUSION

L'expérimentation du pâturage continu sur *D. swazilandensis* et *B. humidicola* s'est avérée donner des résultats très intéressants. Aucun problème de pérennité n'est apparu malgré une fumure forte, fréquente, et une charge animale élevée constante (5 têtes/ha), fixée à priori et traduisant ainsi une démarche classique éloignée de la dynamique générale des travaux récents conduits en agronomie fourragère tempérée (14).

L'effet des facteurs du milieu s'est manifesté sur l'élaboration des tissus végétaux par une production plus importante en saison pluvieuse qu'en saison sèche, quelle que soit l'espèce.

La caractérisation des variables d'état des couverts, la recherche d'une relation entre l'indice foliaire et la hauteur de végétation, ont montré que *D. swazilandensis* pré-

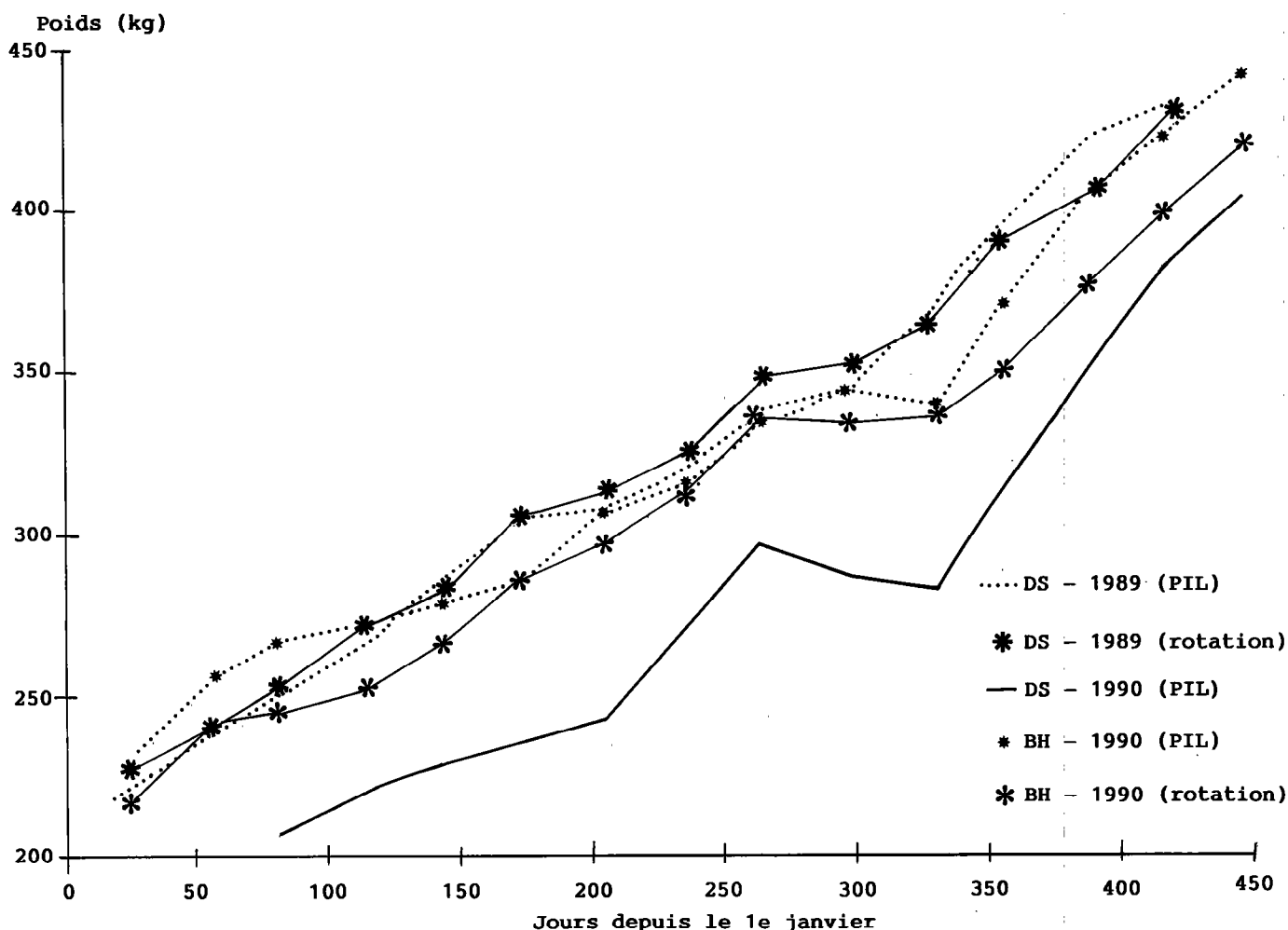


Fig. 5 : Croissance des animaux durant les essais sur *Digitaria swazilandensis* (DS) et sur *Brachiaria humidicola* (BH) ; évolution du poids vif.

sentait en saison sèche un comportement analogue à celui observé avec les graminées tempérées, les deux variables étant fortement corrélées. Il en est de même pour *B. humidicola*. En saison pluvieuse, cette corrélation persiste chez *B. humidicola* mais n'existe plus chez *D. swazilandensis*. La hauteur constitue alors un indicateur quantitatif de production de biomasse aérienne, les paramètres morphologiques liés aux feuilles (taille) et à la structure du couvert (angle, densité) étant indépendants.

Il apparaît ainsi qu'une étude morphogénétique en pâturage continu est indispensable pour déterminer un critère en relation avec la valeur qualitative des fourrages (par exemple : indice foliaire, nombre de feuilles par stolons), puisqu'il n'y a aucune possibilité de pilotage avec la hauteur d'herbe. Concernant les teneurs en azote, *D. swazilandensis* est plus riche que *B. humidicola* mais ce dernier est plus productif. Comme PARKER (13) l'avait déjà souligné en milieu tempéré, des performances zootecniques comparables ont été obtenues en pâturages tournant et continu tropicaux, quelles que soient les graminées étudiées.

L'observation de la hauteur d'herbe constitue un moyen simplifié d'appréciation de la biomasse végétale disponible, mais le problème du passage de la saison sèche reste néanmoins posé. Pour y apporter une solution, il semble utile de poursuivre les recherches en étudiant l'ajustement de la charge animale et les modalités d'utilisation des réserves pour affronter la saison sèche (parcelles en défens pour fauche ou pâture, foin, arbres fourragers). D'autre part, le pâturage continu semble être une formule facilement applicable dans le cadre d'exploitations agricoles où l'élevage ne constitue pas l'activité principale.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement Mme O. SOBESKY, MM. B. GAUCHER, P. CRUZ et R. TOURNEBIZE pour leur contribution à cette étude.

BEREAU (M.), INGRAND (S.), MARTIN (P.), LEMAIRE (G.). Characterization of *Digitaria swazilandensis* Stent and *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt swards during continuous grazing by zebu cattle in French Guiana. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 357-366

A trial with two tropical forage grasses, *Digitaria swazilandensis* Stent and *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, took place during 1989 and 1990, in order to test the continuous grazing system in French Guiana with zebu Brahman bulls. Herbage production (aerial dry matter) varied with rainfall ; the leaf/stem ratio was higher during dry season, such as the leaf weight per surface unit. Concerning the descriptive parameters of the sward, *D. swazilandensis* had the same behaviour in dry season than a temperate grass, with a high correlation between leaf area index (LAI) and the sward height. This correlation was observed in dry and wet seasons with *B. humidicola*. This species was more productive and less sensitive to water deficiency than *D. swazilandensis*, but its nitrogen content was lower. However, the same animal performances were obtained with the two species. Investigations about continuous grazing during the dry season should be completed with stocking rate adjustments and the utilisation of forages reserves. *Key words* : Zebu cattle - *Digitaria swazilandensis* - *Brachiaria humidicola* - Continuous grazing - Plant population structure - Stocking rate - Biomass - French Guiana.

BEREAU (M.), INGRAND (S.), MARTIN (P.), LEMAIRE (G.). Caracterización de las principales variables del estado de las praderas de *Digitaria swazilandensis* Stent y *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, pastoreadas en continuo, en Guyana Francesa. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 357-366

Dos gramíneas forrajeras tropicales, *Digitaria swazilandensis* Stent y *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, fueron objeto de una experimentación en pastoreo continuo con ganado novillo cebú, en Guyana Francesa, durante los años 1989 y 1990. Variaciones de biomasa aérea en relación con el nivel de pluviometría fueron observadas, así como relaciones hojas/tallos más elevadas durante la estación seca, en enlace con una aumentación de la masa del área de las hojas. En lo que concierne a los variables de estado de la cubierta vegetal, *D. swazilandensis* presenta durante la estación seca una relación linear análoga a la observada en las gramíneas de regiones templadas, con una fuerte correlación entre el índice del área foliar y la altura de vegetación. Esta correlación existe durante las estaciones seca y lluviosa para *B. humidicola*. Esta especie es más productiva y menos sensible a la sequía que *D. swazilandensis*, pero su contenido de nitrógeno es más bajo. Sin embargo, se han obtenido resultados similares en ganancia de peso animal con las dos especies. *Palabras claves* : Cebú - *Digitaria swazilandensis* - *Brachiaria humidicola* - Pastoreo continuo - Estructura de pradera - Carga ganadera - Biomasa - Guyana Francesa.

BIBLIOGRAPHIE

- BEREAU (M.). Une nouvelle graminée pour la Guyane française : *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt. *Bull. agron. Antilles et Guyane*, 1990, **10** : 35-41.
- BROWN (P.W.), TANNER (C.B.). Alfalfa leaf and stem growth during water stress. *Agron. J.*, 1983, **75** : 799-805.
- CHRISTIAN (K.R.), JONES (D.B.), FREER (M.). Digestibility and chemical composition of fractions of lucerne during spring and summer. *J. agric. Sci., Camb.*, 1970, **75** : 213-222.
- CRESPO (G.). Variation in response of tropical pastures to nitrogen fertilizers throughout the year. II. Pangola grass (*Digitaria decumbens* Stent) with irrigation. *Cuban J. agric. Sci.*, 1985, **19** : 307-314.
- CRUZ (P.), ALEXANDRE (G.), BAUDOT (H.). Cinétique de la croissance foliaire et stolonifère d'un peuplement de *Digitaria decumbens* Stent au cours de la repousse. In : XVIe Congrès international des herbages, Nice, France, 1989. Montrouge, Dauer ed. Pp. 499-500.
- GASTAL (F.). Échanges de CO₂ et croissance de la fétuque élevée en interaction avec l'alimentation azotée. Thèse de 3e cycle. Université de Paris Sud, 1984. 126 p.
- HODEN (A.), MULLER (A.). Simplification des systèmes de pâturage pour vaches laitières. In : XVIe Congrès international des herbages, Nice, France, 1989. Pp. 1149-1150.
- HODGSON (J.). The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In : Proceeding of the 15th International Grassland Congress, Kyoto, Japan, August 24-31, 1985. Pp. 31-34.
- HODGSON (J.), BAKER (R.D.), ALISON DAVIES, LAIDLAW (A.S.), LEAVER (J.D.). Sward measurement handbook. Hurley : A British Grassland Society Publication. 1981. 277 p.
- LEMAIRE (G.). Physiologie de la croissance de l'herbe : application au pâturage. *Fourrages*, 1987, **112** : 325-342.
- LEMAIRE (G.), DENOIX (A.). Croissance estivale en matière sèche de peuplements de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) et de dactyle (*Dactylis glomerata* L.) dans l'ouest de la France. II. Interactions entre les niveaux d'alimentation hydrique et la nutrition azotée. *Agronomie*, 1978a, **7** : 381-389.
- MINSON (D.J.). Forage quality : assessing the plant animal complex. In : Proceeding XIV International Grassland Congress. Lexington, Kentucky, USA. June 15-24. SMITH JA ; Hays, West-View Press Boulder Colorado USA, 1981. Pp. 23-29.
- PARKER (J.). Systèmes de pâturage et d'utilisation des prairies en Grande-Bretagne. *Fourrages*, 1987, **111** : 299-314.
- PARSONS (A.J.), LEAFE (E.L.), COLLETT (B.), STILES (W.). The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis, in continuously grazed swards. *J. Appl. Ecol.*, 1983, **20** : 127-139.
- ROBSON (M.J.), SHEEHY (J.E.). Leaf area and light interception. In : HODGSON (J.), BAKER (R.D.), ALISON DAVIES, LAIDLAW (A.S.), LEAVER (J.D.). Sward measurement handbook. The British Grassland Society Publication. 1981. Pp. 115-140.
- ROUVILLE (S. De), MATHERON (G.). Premiers résultats des essais d'engraissement de taurillons à l'herbe en Guyane. In : Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 2-6 juin 1987. Paris, INRA Ed., 1989.
- ROUVILLE (S. De), MOLENAT (G.). Gestion et valorisation des prairies cultivées en Guyane française. In : XVIe Congrès international des herbages, Nice, France, 1989. Montrouge, Dauer Ed. Pp. 1181-1182.
- SALETTE (J.). Seasonal pattern of forage growth and related characters in humid tropical conditions. In : Conference of the intensive management of forage production in the humid tropics, utilisation by ruminants, CRAAG Guadeloupe (FWI), 1971. Paris, INRA Ed., 1974. Pp. 93-99.
- SALETTE (J.), LEMAIRE (G.). Sur la variation de la teneur en azote des graminées fourragères pendant la croissance : formulation d'une loi de dilution. *Compte rendu séances Acad. Sci. Paris*, 1981, 292, série III. P. 875.
- VIVIER (M.), COPPRY (O.). Les productions fourragères en Guyane française : premiers résultats. In : Prairies guyanaises et élevage bovin, Cayenne-Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA Ed., 1984. Pp. 167-185. (Les colloques de l'INRA N° 24)
- ZARROUGH (K.M.), NELSON (C.J.), COUTTS (J.H.). Relationships between tillering and forage yield of tall fescue. I. Yield. *Crop Sci.*, 1983a, **23** : 333-337.
- ZARROUGH (K.M.), NELSON (C.J.), COUTTS (J.H.). Relationships between tillering and forage yield of tall fescue. II. Pattern of tillering. *Crop Sci.*, 1983b, **23** : 338-342.

■ Note de lecture

CLAUDE (J.), GROUZIS (M.), MILLEVILLE (P.). Un espace sahélien : la Mare d'Oursi (Burkina Faso). Bondy, Editions de l'ORSTOM, 1991. 242 p. + cartes, 8 pl. couleur. 220 FF. ISBN 2-7099-1067-5.

L'Afrique sahélienne a connu entre 1970 et 1974 une sécheresse exceptionnelle qui a entraîné de graves conséquences sociales et économiques et mis en évidence des déséquilibres écologiques inquiétants. Cette crise a conduit les bailleurs de fonds à s'interroger sur les conditions d'un développement rural et agricole stable, susceptible d'amortir les effets de tels épisodes dont la réapparition est toujours possible en de semblables milieux. Comment produire les connaissances nécessaires à la définition par les États concernés de politiques compatibles avec la sauvegarde de l'environnement ? Telle était la question qui se posait aux chercheurs du projet "Mare d'Oursi" initié en 1975 par le Comité de lutte contre l'aridité en milieu tropical (LAT), sous l'égide de la Délégation générale de la recherche scientifique et technique (DGRST) à Paris.

Parmi les projets financés dans le cadre de cet effort exceptionnel, celui de la "Mare d'Oursi" peut être considéré comme exemplaire, par l'ampleur des moyens mis en oeuvre, par le nombre et la diversité des équipes de recherches associées (ORSTOM, GERDAT, INRA, CEPE, CNRS, Université Paris VII), par l'étendue de la gamme des disciplines et, chacun le sait, par la qualité des résultats.

Chacun le sait, car la plupart des résultats issus de ces recherches, qui se sont déroulées sur le terrain entre 1976 et 1981, ont donné lieu à de multiples publications qui ne sont pas passées inaperçues de la communauté scientifique. Pour tardive qu'elle soit, cette magistrale synthèse n'en constitue pas moins un événement : rassembler les textes présentés et les replacer dans leur perspective propre c'est aussi mettre en lumière leur profonde complémentarité née d'une conception pluridisciplinaire active sur le terrain commun et d'une évidente communauté de pensée. Il s'agit ici de tout autre chose que des patchworks sans âme auxquels nous ont accoutumés les compte-rendus de travaux prétendument pluridisciplinaires qui envahissent bibliothèques et revues.

A l'heure où la notion de développement durable est au coeur de bien des débats, cette démarche collective apporte des éléments de réflexion extrêmement stimulants. Les auteurs sont partis de l'idée que la sécheresse au sens physique n'est pas au Sahel et aberration passagère et inexplicable, mais un aléa toujours menaçant, lié à la nature même du climat. Un autre de leurs postulats consiste à affirmer qu'il existe des liens étroits et de multiples interactions entre les facteurs climatiques, géody-

namiques, biologiques et anthropiques qui concourent à la dégradation des milieux naturels (p.10). Ainsi, se profile l'idée que l'évolution de l'ensemble du système dépend des rapports qui s'établissent entre d'une part la production et la reproduction des ressources par l'écosystème et d'autre part entre le mode et l'intensité des prélèvements exercés, directement ou non par l'homme et par l'animal : sont donc étudiés, en regard, la dynamique des systèmes écologiques (deuxième partie), l'exploitation des ressources et les systèmes de production (troisième partie).

L'excellence de l'exercice, la richesse des réflexions portant en particulier sur le concept d'adaptation et sur celui d'équilibres successifs, s'instaurant à des niveaux productifs décroissants, sur la compréhension des pratiques qui sont mises en oeuvre pour la culture, l'élevage, la cueillette et sur le fonctionnement des groupes sociaux en présence, font de cette synthèse un ouvrage de référence que l'on aurait grand tort de ne pas lire et méditer avant de lancer des études reposant sur des prémisses comparables, mais qui n'auront pas toute la même qualité de réalisation !

Publier 15 ans après son terme une recherche qui, au plan des conceptions, avait bien une décennie d'avance, c'est en définitive rejoindre l'actualité sans pour autant effacer le temps passé, ni gommer l'évolution des idées. D'où un décalage aussi intéressant qu'inhabituel vis-à-vis des questions traitées, et notamment celle, fondamentale, de la nature des connaissances "efficaces". Cette question se pose à différents niveaux. On lit par exemple (p.110) : "Pour exploiter un pâturage, il est utile d'avoir non seulement des informations sur sa productivité, mais encore sur sa valeur alimentaire". C'est le bon sens même... c'est pourtant historiquement, socialement, économiquement faux, et techniquement non démontré. Ce qui, "en pratique" est utile pour exploiter un pâturage, c'est d'avoir un certain savoir-faire, une connaissance empirique de l'exploitation de ce pâturage ou de pâturages comparables. Tel est du moins le type d'énoncé sur lequel s'appuient les recherches qui affichent le plus clairement, à l'heure actuelle, un objectif de gestion et privilégient dans leur approche de l'innovation les processus d'apprentissage.

A quoi peuvent bien servir les études sophistiquées de la diversité spatiale et temporelle de la qualité et de la quantité de la phytomasse, si elles débouchent sur des évaluations de la charge moyenne annuelle finalement très grossières, et surtout beaucoup moins opératoires que ce qu'en connaissent les éleveurs ? Ne peut-on s'interroger sur l'usage qui pourrait être fait de ce type d'information très normative, quasi-exclusivement réservée aux décideurs extérieurs ? Comment se fait-il qu'un tel fossé sépare, y compris dans cet ouvrage, les études portant

sur les ressources fourragères et celles qui s'intéressent à la manière dont elles sont exploitées par les pasteurs, à travers les déplacements des troupeaux ? Peut-on penser la "ressource" indépendamment de tout mode d'exploitation ? Aussi troublant que cela puisse paraître, la réponse est très probablement négative. Le concept de "chargement moyen annuel", pour ne parler que de lui, véhicule en lui-même un modèle d'exploitation non pertinent de l'action dans le milieu considéré.

En d'autres termes, la recherche peut-elle utilement élaborer des connaissances pour le développement sans s'intéresser à la manière dont elles pourraient être mises en oeuvre ?

Ainsi conçu, "le rôle de la recherche ne peut être efficace que s'il est relayé dans l'action par une volonté politique nationale et régionale de promouvoir un véritable écodéveloppement" (p.19). Certes, mais on sait aujourd'hui qu'il est illusoire d'élaborer des connaissances pour aider la décision et l'action en dehors d'une collaboration étroite avec les acteurs, ou encore que l'action met en jeu des connaissances spécifiques, qui relie des concepts, des objets ou des points de vue que l'analyse scientifique disciplinaire sépare irrémédiablement, l'herbe et la vache par exemple. Dans quoi doivent s'inscrire les connaissances produites par les écologues, les vétérinaires, les agronomes ou les zootechniciens pour devenir,

ensemble, "efficaces" pour l'action ? Autrement dit, la nature des connaissances à produire n'est-elle pas modifiée par la prise en compte des "systèmes d'information" dans lesquels elles sont destinées à être intégrées ? En quoi la problématique globale du développement est-elle transformée par le souci de mieux gérer les ressources naturelles ? Et pour conclure, qu'est-ce qu'un écodéveloppement et quelle est sa finalité théorique et surtout pratique ?

Voilà des questions qu'il est aujourd'hui plus intéressant de se poser après avoir lu "Un espace sahélien", en raison du décalage signalé plus haut et de l'évolution des idées depuis une quinzaine d'années.

Saluons pour terminer, la rédaction et la présentation exemplaire de ce livre, iconographie comprise. La couverture et les planches en couleur, splendides, viennent rappeler qu'un document scientifique n'est pas nécessairement rébarbatif et que le confort visuel enrichit singulièrement l'envie et le plaisir de lire, surtout lorsque l'ouvrage vient ainsi, à son heure, stimuler tant d'utiles réflexions.

E. LANDAIS

■ Analyses bibliographiques

NICKEL (R.), SCHUMMER (A.), SEIFERLE (E.). Lehrbuch der Veterinär-anatomie. Band I : Bewegungsapparat. Traité d'anatomie vétérinaire. I. Appareil locomoteur. 6e éd. Paul Parey Ed., Seelbuschring 9-17, D-1000 Berlin 42, 1992.

La première édition de cet ouvrage date de 1954 et son succès ne s'est jamais démenti puisqu'il a été réédité en 1962, 1968, 1977, 1984 et 1992, date à laquelle il a été également traduit en anglais sous le titre "The anatomy of the domestic animals". L'édition de 1992 est une remise à jour par J. FREWEIN de Zürich, K.H. WILLE de Giessen et H. WILKENS de Hannover. E. SEIFERLE (Zürich), dernier survivant des trois fondateurs de ce "monument" étant décédé en 1983 avant le 5e édition, ce sont des anatomistes des mêmes écoles qui ont pris le relais dans le même esprit de continuité européenne.

J'ai comparé l'ouvrage avec mon vieux MARTIN (éd. 1915) où mon père avait, avant moi, "planché" sur l'anatomie du cheval de 1915 à 1916, comme je l'ai fait, dans cette même faculté de Giessen (Allemagne) et dans le même livre, une génération plus tard, de 1941 à 1944 durant l'annexion de l'Alsace. Les bovins venaient avec le MARTIN-SCHAUDER (éd. 1938) de faire leur entrée dans l'anatomie vétérinaire où la place des carnivores domestiques restait encore mesurée. Dans ma bibliothèque figurent aussi trois volumes de l'anatomie de T. KOCH (1970) dans lesquels les animaux dits de compagnie commencent à s'imposer et dont une 5e édition vient de paraître avec la collaboration de BERG chez Gustav Fischer, en 1992.

On s'aperçoit que l'anatomie, science statique par définition et fondement de la médecine, celle par laquelle tout commence et tout finit, a subi en réalité, tout comme notre profession, un processus évolutif quant au choix des espèces et à leur importance relative. Grâce à des maîtres tels que les auteurs du présent ouvrage, elle a su s'adapter et continuer de le faire.

Elle est aussi une science descriptive et l'iconographie en devient la partie la plus importante. Ici, elle est non seulement abondante avec 517 illustrations incluant 607 sujets détaillés et 32 illustrations en couleurs mais encore parfaite, tant sur le plan simplement de l'anatomie dans son aspect figuratif que sur le plan artistique, avec un excellent rendu des reliefs, une mise en oeuvre intelligente des couleurs (par exemple, figures 219 à 225), indispensable en anatomie comparée. Les croquis explicatifs sont clairs et démonstratifs, surtout dans le très intéressant chapitre de la statique et de la dynamique de l'appareil locomoteur où les auteurs se hissent au-dessus de la simple description pour nous faire comprendre comment fonctionnent les rouages de la mécanique animale.

"Homme de cheval", j'ai analysé avec l'attention d'un vieux cavalier intéressé par le dressage, les figures présentées, qui m'ont donné des vues nouvelles sur la solidité et la souplesse latérale ou verticale de la colonne vertébrale du cheval.

Les planches 290 à 292 avec transparents qui permettent de faire coller l'ostéologie sous l'enveloppe, avec des indications des points de repère osseux visibles ou palpables, sont d'une exécution remarquable et d'un grand luxe.

En fait, les auteurs présentent à toute la profession (enseignants, chirurgiens, radiologues, internes et praticiens...) et aussi aux étudiants (j'allais les oublier), un outil remarquable de travail et de référence dont la portée scientifique et linguistique dépasse le cadre vétérinaire. A l'heure de l'Europe et des projets de développement internationaux, une version française serait sans aucun doute la bienvenue. Ce sera mon seul regret.

Dr P. GUTKNECHT

Giessen (Allemagne) 1941-1944

Alfort (France) 1945-1946.

PEIFFER (R.L.) Jr. et al. Ophthalmologie du chien et du chat. Paris, Masson, 1992. ISBN 2-225-83899-2.

Cet ouvrage traite des affections oculaires rencontrées par le clinicien chez les carnivores domestiques. L'auteur commence par des rappels anatomiques et physiologiques indispensables avant d'aborder les différentes méthodes utilisées pour l'examen, le diagnostic et les traitements de cette pathologie.

Chaque affection est bien décrite, avec photographies à l'appui, pour conduire à un diagnostic précis. Les traitements, surtout chirurgicaux, sont clairement exposés et illustrés par des croquis. Ce manuel sera fort utile aux étudiants comme aux praticiens.

S. NITCHEMAN

HACKER (J.B.). A guide to herbaceous and shrub legumes of Queensland. St-Lucia, Queensland, University of Queensland Press, 1990, 351 P.

Bien que traitant des légumineuses d'une région tropicale bien lointaine, cet ouvrage est intéressant à plus d'un titre pour ceux qui sont concernés par les

plantes fourragères et la botanique pastorale. En effet, sa conception et sa présentation très soignée répondent au double souci de rigueur scientifique et d'expression pédagogique, de sorte qu'il intéresse tout particulièrement l'utilisateur non spécialiste. C'est en effet un guide précieux pour les professionnels de la nutrition végétale, les étudiants et les naturalistes.

La totalité des espèces de légumineuses herbacées et arbustives présentes dans l'État du Queensland (Australie) est passée en revue. Des clefs, élaborées en collaboration avec le Queensland Herbarium, conduisent aux genres et aux espèces. Puis, chaque espèce est décrite de façon détaillée, avec les indications sur la distribution et l'écologie. Des notes précisent l'utilisation des plantes et en particulier l'intérêt fourrager ou la toxicité pour le bétail. L'illustration est abondante, constituée de très bonnes photographies en couleurs accompagnant la plupart des plantes, et de quelques dessins au trait.

L'auteur, spécialiste de génétique des graminées tropicales au CSIRO, avait déjà participé à la rédaction avec le Dr J.C. TOTHILL et à la réalisation d'un ouvrage s'adressant au même public sur les graminées et intitulé "The Grasses of Southern Queensland", publié au même endroit en 1983.

B. TOUTAIN

HARDOUIN (J.), STIEVENART (C.). Le mini-élevage dans les pays tropicaux. Wageningen, Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA), 1991. 34 p. (ISBN 92 9081 0815).

Ce petit fascicule donne les principaux renseignements et les adresses des centres spécialisés dans l'élevage des vers, des escargots, des aulacodes, des cricétomes, des cobayes et des grenouilles.

La présentation est claire et bien documentée. Les auteurs rappellent opportunément, malgré l'absence totale de statistiques, le rôle exceptionnel et permanent de ces petits fournisseurs de protéines, particulièrement indispensables autour des villes surpeuplées, en ces périodes de disette due au climat ou aux conflits. On ne peut que les en féliciter ainsi que le CTA en sa qualité d'éditeur.

A. ROBINET, G. THIERRY

MOUNIER (A.). Les théories économiques de la croissance agricole. Coéd. INRA, Economica, 1992. 436 p. (Ouvrage disponible à l'INRA Editions, Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles Cédex. Prix : 225 FF) ISBN 2-7380-0441-5

L'auteur, Docteur d'État en sciences économiques, est directeur de recherche à l'Institut national de la recherche agronomique, où il mène actuellement des travaux sur l'évolution à long terme des secteurs productifs dans différents pays. En tant qu'expert du Programme des Nations unies pour le développement, il a participé à l'élaboration de stratégies de développement et à la définition de politiques sectorielles en Amérique du Sud, en Amérique centrale et en Afrique.

Cet ouvrage dresse un panorama critique des théories de l'évolution à long terme de l'agriculture, théories qui ont, explicitement ou implicitement, inspiré les stratégies et les politiques de développement agricole et alimentaire depuis la deuxième guerre mondiale.

Il examine, compare et évalue ces théories, en expose les fondements, les apports et les limites et conclut sur la fécondité des approches récentes des rythmes économiques.

Il éclaire la perspective théorique des débats contemporains sur les crises agricoles, les réformes des politiques agricoles, les affrontements internationaux et les politiques dites d'ajustement structurel. Il fournit les clés pour aborder concrètement le vaste champ qui se situe à l'intersection de l'économie du développement et de l'économie agricole. Il permet enfin de mieux comprendre les enjeux et la signification des grandes confrontations internationales contemporaines, qu'il s'agisse du GAAT, de la politique agricole commune de la CEE, ou des relations Nord-Sud.

Conçu comme un manuel, rédigé dans une langue accessible, cet ouvrage s'adresse à un public averti, aux cadres de l'administration, aux décideurs, aux politiques, aux enseignants, aux chercheurs et aux étudiants. A tous ceux, enfin, qui sont concernés par les formidables enjeux du développement agricole et alimentaire mondial, il fournit un guide pour cheminer dans le labyrinthe de la littérature économique spécialisée et propose des outils et une démarche pour enrichir le dialogue indispensable entre la réflexion et l'action.

Ce travail mérite de figurer dans toute bibliothèque, qu'elle soit universitaire ou de recherche, et dans tout institut ou organisme spécialisé dans le développement agricole et rural, de statut national ou international, public ou non gouvernemental.

E. LANDAIS

■ Informations

Le réseau BIOTECHNOLOGIES ANIMALES de l'Université des réseaux d'expression française (UREF) organise du 13 au 15 octobre 1993 ses 2e Journées Scientifiques à Liège (Belgique).

Le thème général est : « Biotechnologies des moyens de prévention et de diagnostic des maladies animales ».

Les textes complets des communications doivent parvenir au Comité d'organisation au plus tard le 30 juillet 1993.

Pour tout renseignement, s'adresser au :

Professeur Albert KAECKENBECK

Faculté de Médecine vétérinaire

Université de Liège

Bd de Colonster 20 Bat 43

4000 Liège 1 - BELGIQUE

Tél. 32-41 56 40 50

Fax. 32-41 56 40 55

■ Index des auteurs

- Abassa, K.P.
n°1 p.49-54
- Abusowa, M.
n°2 p.115-118
- Adah, M.I.
n°3-4 p.284-286
- Adeshola-Ishola, A.
n°1 p.49-54
- Adesiyun, A.A.
n°3-4 p.260-262
- Adeyefa, C.A.O.
n°1 p.21-22
- Agab, H.A.M.
n°2 p.137-138
- Ahmed, A.B.
n°2 p.163-166
- Ahmed, F.A.
n°3-4 p.329-333
- Ahmed, H. el J.
n°2 p.137-138
- Akpavie, S.O.
n°3-4 p.263-264
- Al-Eknah, M.A.
n°3-4 p.243-253
- Ali, A.M.A.
n°3-4 p.243-253
- Ali, M.
n°3-4 p.255-259
- Ali, T.E.
n°3-4 p.329-333
- Alonso, M.
n°1 p.30-31, n°1 p.9-14
- Anosa, V.O.
n°3-4 p.279-283
- Aquino, P. d'
n°2 p.179-190
- Aruna, M.B.
n°2 p.135-137
- Ayoade, G.O.
n°2 p.135-137
- Babiker, B.A.
n°3-4 p.329-333
- Bakhiet, M.R.
n°2 p.137-138
- Baldet, T.
n°3-4 p.295-302
- Barré, N.
n°1 p.33-36
- Bassinga, A.
n°1 p.63-68
- Bengaly, Z.
n°3-4 p.265-271
- Bereau, M.
n°3-4 p.357-366
- Bertaudière, L.
n°1 p.9-14
- Blandino, T.
n°1 p.30-31
- Boly, H.
n°3-4 p.335-340
- Borne, P.M.
n°1 p.69-80
- Bossy, J.P.
n°3-4 p.295-302
- Brönnemann, A.
n°2 p.175-178
- Buldgen, A.
n°3-4 p.321-328, n°3-4 p.341-347
- Burger, H.J.
n°3-4 p.291-293
- Camus, E.
n°1 p.9-14, n°2 p.133-135

Carbonez, R.
n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356

Compere, R.
n°3-4 p.321-328, n°3-4 p.341-347

Congo, I.
n°1 p.63-68

Couacy-Hymann, E.
n°2 p.129-133

Couteron, P.
n°2 p.179-190

Cuisance, D.
n°3-4 p.295-302

Cunningham, E.P.
n°2 p.115-118

Cuveillier, J.F.
n°1 p.63-68

D'Amico, F.
n°3-4 p.295-302

Dafalla, E.A.
n°3-4 p.243-253

Detimmerman, F.
n°3-4 p.321-328, n°3-4 p.341-347

Diall, O.
n°2 p.149-153, n°2 p.155-161

Diarra, B.
n°2 p.149-153, n°2 p.155-161

Diawara, S.
n°2 p.129-133

Diop, A.T.
n°1 p.81-90

Djibo Garba
n°2 p.139-147

Domenech, J.
n°2 p.118-120, n°2 p.129-133, n°3-4 p.221-226

Durojaiye, O.A.
n°1 p.21-22

Duvallet, G.
n°3-4 p.265-271

Dwinger, R.H.
n°1 p.55-62

El-Sanousi, S.M.
n°3-4 p.243-253

Fadl, M.
n°3-4 p.291-293

Faye, J.
n°1 p.55-62

Formenty, P.
n°2 p.118-120, n°3-4 p.221-226

Gaffar, A.A.
n°3-4 p.318-320

Gaffar, A.A.A.
n°3-4 p.318-320

Galaini, M.
n°3-4 p.318-320

Gall, C.F.
n°1 p.37-39, n°2 p.175-178

Gamble, P.
n°3-4 p.229-230

Gameel, A.A.
n°3-4 p.243-253, n°3-4 p.318-320

Garg, B.D.
n°3-4 p.315-317

Garg, Satish K.
n°3-4 p.315-317

Geoffroy, B.
n°3-4 p.295-302

Ghosal, A.K.
n°1 p.43-48

Gianguaspero, M.
n°3-4 p.241

Hasebe, F.
n°1 p.23-25

Hassanain, M.M.
n°3-4 p.231-234

Hendrickx, G.
n°3-4 p.227-228

Homeida, A.M.
n°3-4 p.243-253

Ibrahim, A.B.M.
n°3-4 p.318-320

Igbokwe, I.O.
n°3-4 p.287-290

Ikeme, M.M.
n°3-4 p.273-277

Ikheloa, J.O.
n°2 p.135-137, n°3-4 p.263-264

Ingrand, S.
n°3-4 p.357-366

Janneh, L.
n°1 p.55-62

Joshua, R.A.
n°3-4 p.284-286

Kaminjolo, J.S.
n°3-4 p.260-262

Kanga, K.
n°2 p.129-133

Kanwe, A.B.
n°3-4 p.265-271

Khalafalla, A.I.
n°2 p.137-138

Kodjo, A.
n°2 p.129-133

Konate, T.
n°3-4 p.335-340

Kouyate, B.
n°2 p.149-153

Lauvergne, J.J.
n°2 p.167-174

Lemaire, G.
n°3-4 p.357-366

Leperre, P.
n°1 p.55-62

Leroy, P.
n°3-4 p.227-228

Liabeuf, J.M.
n°1 p.9-14

Lindquist, D.A.
n°2 p.115-118

Luckins, A.G.
n°2 p.149-153

Magali, L.
n°3-4 p.335-340

Magzoub, M.
n°3-4 p.291-293

Maiga, S.
n°1 p.15-17

Maillard, J.C.
n°1 p.63-68

Mamoun, I.E.
n°2 p.137-138

Marchot, P.
n°3-4 p.227-228

Maron, P.
n°1 p.69-80

Martin, P.
n°3-4 p.357-366

Maxwell, J.
n°1 p.55-62

Mensah, G.A.
n°1 p.37-39, n°2 p.175-178

Minyoi, D.
n°1 p.23-25

Mohamed, T.M.
n°3-4 p.329-333

Mohammed, A.
n°3-4 p.287-290

Monicat, F.
n°1 p.69-80

Morvan, J.
n°2 p.121-127

Mwase, E.T.
n°1 p.23-25

Nantulya, V.M.
n°2 p.149-153

Nayel, N.M.
n°3-4 p.318-320

Nfi, A.N.
n°1 p.39-41

Nguyen-Ba-Vy
n°3-4 p.235-240

Nishikawa, H.
n°3-4 p.241

Nouwen, J.
n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356

Nwanta, J.N.
n°1 p.17-20

Nwosu, C.O.
n°3-4 p.273-277

Omeke, B.C.O.
n°1 p.27-30

Omotainse, S.O.
n°3-4 p.279-283

Onana, J.
n°2 p.191-196

Onuora, G.I.
n°1 p.27-30

Onyiah, J.A.
n°2 p.163-166

Otesile, E.B.
n°3-4 p.284-286

Ottou, J.F.B.
n°1 p.91-96

Ouattara, M.
n°2 p.129-133

Ouedraogo, I.M.O.
n°2 p.179-190

Pandey, G.S.
n°1 p.23-25

Paton, D.
n°3-4 p.229-230

Pavis, C.
n°1 p.33-36

- Pessinaba, J.
n°1 p.49-54
- Piraux, M.
n°3-4 p.321-328
- Radwan, Y.M.
n°3-4 p.243-253
- Rawlings, P.
n°1 p.55-62
- Rippstein, G.
n°1 p.91-96
- Rodriguez-Diego, J.
n°1 p.30-31, n°1 p.9-14
- Rollin, P.E.
n°2 p.121-127
- Roux, J.
n°2 p.121-127
- Sabiel, Y.A.
n°2 p.137-138
- Sall, B.
n°3-4 p.341-347
- Sanogo, Y.
n°2 p.155-161
- Sarr, J.
n°1 p.15-17
- Saulnier, D.
n°3-4 p.265-271
- Savon, L.C.
n°1 p.30-31
- Seifert, H.S.H.
n°3-4 p.255-259
- Shekhawat, V.S.
n°1 p.43-48
- Sidahmed, A.E.
n°2 p.115-118
- Souvenir Zafindrajaona, P.
n°2 p.167-174
- Stafford, K.
n°3-4 p.229-230
- Stafford, Y.
n°3-4 p.229-230
- Stier, C.H.
n°1 p.37-39, n°2 p.175-178
- Tager-Kagan, P.
n°2 p.139-147
- Tatareau, J.C.
n°1 p.9-14
- Tawah, C.L.
n°3-4 p.310-313
- Tibayrenc, R.
n°2 p.139-147
- Touré, O.B.
n°2 p.155-161
- Umoh, J.U.
n°1 p.17-20
- Van der Vloedt, A.M.V.
n°3-4 p.303-309
- Vandepitte, W.
n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356
- Vanopdenbosch, E.
n°3-4 p.241
- Vargas-Teran, M.
n°2 p.115-118
- Vermeylen, A.
n°3-4 p.227-228
- Viguiier-Martinez, M.C.
n°3-4 p.335-340
- Vreysen, M.J.B.
n°3-4 p.303-309
- Wang, N.
n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356
- Wernery, R.
n°3-4 p.255-259
- Wernery, U.
n°3-4 p.255-259
- Yenikoye, A.
n°3-4 p.335-340
- Yonkeu, S.
n°1 p.91-96
- Zeller, H.G.
n°3-4 p.221-226
- Zurcher, G.
n°1 p.55-62

■ Index des mots clés

ACARICIDE
n°1 p.33-36, n°1 p.39-41

ADENOVIRUS
n°1 p.21-22

AEROMONAS HYDROPHILA
n°3-4 p.243-253

AGNEAU
n°1 p.49-54

- AILE**
n°3-4 p.295-302
- ALIMENT POUR ANIMAUX**
n°2 p.191-196
- AMBLYOMMA SPP.**
n°1 p.23-25
- AMBLYOMMA VARIEGATUM**
n°1 p.33-36, n°2 p.133-135, n°3-4 p.310-313
- AMELIORATION DES PATURAGES**
n°1 p.91-96
- ANALYSE MICROBIOLOGIQUE**
n°3-4 p.255-259
- ANAPLASMA MARGINALE**
n°1 p.9-14
- ANEMIE**
n°3-4 p.279-283
- ANTIBIOGRAMME**
n°3-4 p.260-262
- ANTIBIOTIQUE**
n°2 p.118-120, n°2 p.135-137, n°3-4 p.260-262
- ANTICORPS**
n°1 p.21-22, n°2 p.121-127, n°3-4 p.229-230, n°3-4 p.241
- ANTICORPS MONOCLONAL**
n°3-4 p.265-271
- ANTIGENE**
n°2 p.149-153
- ANTILOPE**
n°1 p.23-25
- ARBRE FOURRAGER**
n°2 p.179-190
- ARGAS**
n°2 p.139-147
- ARTHRITE**
n°3-4 p.241
- ATTENUATION**
n°1 p.30-31
- AULACODE**
n°1 p.37-39, n°2 p.175-178
- AUREOMYCINE**
n°2 p.118-120
- AVICULTURE**
n°2 p.139-147
- AVORTEMENT**
n°3-4 p.221-226, n°3-4 p.263-264
- BABESIA BIGEMINA**
n°1 p.9-14
- BABESIA BOVIS**
n°1 p.30-31, n°1 p.9-14
- BATIMENT D'ELEVAGE**
n°1 p.69-80
- BESOIN TRADITIONNEL**
n°1 p.43-48
- BIOMASSE**
n°1 p.81-90, n°1 p.91-96, n°3-4 p.357-366
- BIOMETRIE**
n°2 p.167-174
- BIOTYPE**
n°2 p.135-137
- BORRELIA**
n°2 p.139-147
- BOVIN**
n°1 p.17-20, n°1 p.33-36, n°2 p.121-127, n°2 p.129-133, n°3-4 p.260-262, n°3-4 p.263-264, n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356
- BOVIN BAOULE**
n°1 p.63-68
- BOVIN CREOLE**
n°2 p.133-135
- BOVIN FRISON X KENANA**
n°3-4 p.329-333
- BOVIN NDAMA**
n°1 p.55-62, n°2 p.155-161
- BOVIN WAKWA**
n°3-4 p.310-313
- BRACHIARIA HUMIDICOLA**
n°3-4 p.357-366
- BREBIS**
n°3-4 p.335-340
- BRUCELLOSE**
n°3-4 p.229-230
- BUBALUS BUBALIS**
n°3-4 p.315-317
- BUFFLE**
n°3-4 p.315-317
- CAMELUS DROMEDARIUS**
n°2 p.149-153, n°3-4 p.243-253, n°3-4 p.291-293, n°3-4 p.318-320
- CAPRIN**
n°1 p.15-17, n°1 p.69-80, n°3-4 p.241, n°3-4 p.260-262
- CARD TEST**
n°1 p.9-14
- CARENCE**
n°1 p.43-48
- CESTODA**
n°2 p.139-147
- CHAMELLE**
n°3-4 p.243-253

CHEVAL POLO
n°1 p.21-22

CHEVRE
n°3-4 p.284-286

CHEVRE CREOLE
n°2 p.133-135

CHEVRE RED SOKOTO
n°3-4 p.287-290

CHIEN
n°3-4 p.273-277, n°3-4 p.279-283

CHIMIORECEPTEUR
n°3-4 p.295-302

CHLAMYDIA
n°2 p.118-120

CLOSTRIDIUM PERFRINGENS
n°3-4 p.255-259

COBAYE
n°1 p.27-30

COCHLIOMYIA HOMINIVORAX
n°2 p.115-118

COEUR
n°3-4 p.255-259

COMPORTEMENT
n°1 p.37-39

**CONTRE-
IMMUNOELECTROPHORESE**
n°1 p.21-22

COUVERT
n°3-4 p.357-366

COWDRIA
n°1 p.23-25

COWDRIA RUMINANTIIUM
n°2 p.133-135

COWDRIOSE
n°1 p.23-25, n°2 p.133-135

CROISEMENT
n°3-4 p.329-333, n°3-4 p.349-352, n°3-4
p.353-356

CROISSANCE
n°2 p.191-196, n°3-4 p.329-333, n°3-4
p.341-347, n°3-4 p.353-356

CROISSANCE FOLLICULAIRE
n°3-4 p.335-340

CUIVRE
n°1 p.43-48

CYCLE OESTRAL
n°3-4 p.335-340

DENT
n°2 p.175-178

**DETECTION D'ANTIGENE
CIRCULANT**
n°3-4 p.265-271

DIAGNOSTIC
n°2 p.149-153, n°3-4 p.265-271

DIARRHEE
n°3-4 p.260-262

DIGITARIA SWAZILANDENSIS
n°3-4 p.357-366

DOSAGE BIOLOGIQUE
n°3-4 p.315-317

DROMADAIRE
n°1 p.43-48, n°2 p.149-153, n°3-4 p.255-
259, n°3-4 p.318-320

ECONOMIE DE L'ELEVAGE
n°3-4 p.321-328

ELEVAGE
n°1 p.37-39, n°2 p.175-178

ELEVAGE D'INSECTES
n°2 p.163-166

ELEVAGE DE VOLAILLES
n°2 p.137-138

ELEVAGE TRADITIONNEL
n°1 p.55-62, n°3-4 p.341-347

ELEVAGE VILLAGEOIS
n°2 p.139-147

EMBOUCHE
n°3-4 p.321-328

ENCEPHALITE CAPRINE
n°3-4 p.241

ENQUETE PATHOLOGIQUE
n°1 p.17-20

**ENQUETE SERO-
EPIDEMIOLOGIQUE**
n°2 p.121-127

EPIDEMIOLOGIE
n°1 p.15-17, n°1 p.17-20, n°2 p.139-147,
n°3-4 p.221-226

ERADICATION
n°2 p.115-118

ESCHERICHIA COLI
n°3-4 p.260-262

ETHYLENEIMINE BINAIRE
n°3-4 p.231-234

FAUCHAGE
n°1 p.91-96

FECES
n°2 p.135-137

FEMELLE
n°3-4 p.303-309

- FER**
n°1 p.43-48
- FICUS GNAPHALOCARPA**
n°2 p.191-196
- FIEVRE DE LA VALLEE DU RIFT**
n°2 p.121-127, n°3-4 p.221-226
- FLUMETHRINE**
n°1 p.33-36
- GAIN DE POIDS**
n°1 p.49-54, n°3-4 p.321-328
- GALE**
n°2 p.139-147
- GALE SARCOPTIQUE**
n°1 p.39-41
- GASTROENTERITE DU PORC**
n°3-4 p.229-230
- GENTAMICINE**
n°3-4 p.315-317
- GLOSSINA**
n°3-4 p.295-302
- GLOSSINA AUSTENI**
n°3-4 p.303-309
- GLOSSINA TACHINOIDES**
n°2 p.163-166
- HAEMONCHUS**
n°3-4 p.291-293
- HELMINTHOSE GASTRO-
INTESTINALE**
n°3-4 p.318-320
- HEMOGRAMME**
n°3-4 p.318-320
- HETEROSIS**
n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356
- HISTOPATHOLOGIE**
n°1 p.27-30
- HOMME**
n°2 p.135-137
- HOTE**
n°2 p.133-135
- HYALOMMA**
n°3-4 p.310-313
- IMMUNITE**
n°3-4 p.229-230, n°3-4 p.231-234
- IMMUNODIAGNOSTIC**
n°1 p.9-14
- IMMUNODIFFUSION EN GELOSE**
n°1 p.21-22
- IMMUNOGENETIQUE**
n°1 p.63-68
- IMPALAIA**
n°3-4 p.291-293
- INFECTION EXPERIMENTALE**
n°3-4 p.279-283, n°3-4 p.287-290
- INFLUENCE DU SEXE**
n°1 p.49-54
- INFLUENZAVIRUS PORCIN**
n°3-4 p.229-230
- INTENSITE DE CHARGE**
n°1 p.81-90
- INTERVALLE ENTRE VELAGES**
n°3-4 p.353-356
- IRRADIATION GAMMA**
n°3-4 p.303-309
- IVOMEC(R)**
n°1 p.39-41
- IgM, IgG**
n°2 p.121-127
- JEUNE ANIMAL**
n°3-4 p.255-259
- KERATOCONJONCTIVITE**
n°2 p.118-120
- KOBUS LECHE KAFUENSIS**
n°1 p.23-25
- KYSTE**
n°3-4 p.243-253
- LACHER D'INSECTES STERILES**
n°2 p.115-118
- LAIT**
n°3-4 p.329-333
- LAPIN**
n°1 p.39-41
- LEPTOSPIRA CELLEDONI**
n°3-4 p.229-230
- LESION**
n°1 p.27-30
- LISTERIA MONOCYTOGENES**
n°3-4 p.263-264
- LISTERIOSE**
n°3-4 p.263-264
- LUCILIE BOUCHERE**
n°2 p.115-118
- LUTTE ANTI-INSECTE**
n°3-4 p.303-309
- MALADIE D'AUJESZKY**
n°3-4 p.229-230
- MALADIE DE NEWCASTLE**
n°3-4 p.235-240

MALADIE RESPIRATOIRE
n°1 p.15-17

MATERIAU DE CONSTRUCTION
n°1 p.69-80

MENINGITE
n°3-4 p.263-264

MENSURATION CORPORELLE
n°2 p.167-174

METHODE D'ELEVAGE
n°1 p.63-68

MICROPHTALMIE
n°3-4 p.227-228

MICROSCOPIE ELECTRONIQUE
n°3-4 p.295-302

MISE EN DEFENS
n°1 p.91-96

MODIFICATION HEMATOLOGIQUE
n°3-4 p.273-277, n°3-4 p.279-283, n°3-4 p.287-290

MORTALITE
n°1 p.55-62

MOULTON
n°3-4 p.321-328

MOULTON DJALLONKE
n°1 p.49-54

MULTIPLICATION DES PLANTES
n°2 p.191-196

NECROSE
n°3-4 p.255-259

**NEMATODOSE GASTRO-
INTESTINALE**
n°3-4 p.291-293

OLIGO-ELEMENT
n°1 p.43-48

ORGANE SENSORIEL
n°3-4 p.295-302

OVIN
n°1 p.15-17, n°2 p.118-120, n°3-4 p.221-226, n°3-4 p.260-262

OVIN DJALLONKE
n°3-4 p.335-340

PARASITISME
n°2 p.139-147

PARCOURS
n°1 p.81-90, n°2 p.179-190

PARVOVIRUS PORCIN
n°3-4 p.229-230

PATHOLOGIE
n°3-4 p.243-253

PATURAGE AERIEN
n°2 p.179-190

PATURAGE CONTINU
n°3-4 p.357-366

PATURAGES
n°1 p.91-96

PERFORMANCE DE PONTE
n°3-4 p.341-347

**PERIPNEUMONIE CONTAGIEUSE
BOVINE**
n°1 p.17-20, n°2 p.129-133

PERTE DE POIDS
n°1 p.55-62

PESTE BOVINE
n°2 p.129-133

PESTE EQUINE
n°3-4 p.231-234

PESTE PORCINE CLASSIQUE
n°3-4 p.229-230

PESTIVIRUS
n°3-4 p.227-228

PHARMACOCINETIQUE
n°3-4 p.315-317

PHENOTYPE
n°3-4 p.341-347

**PHEROMONE D'AGREGATION-
FIXATION**
n°1 p.33-36

PINTADE
n°2 p.139-147

PLANTE LIGNEUSE
n°1 p.91-96, n°2 p.191-196

PLASMA SANGUIN
n°3-4 p.287-290

POIDS A LA NAISSANCE
n°1 p.49-54

POPULATION VEGETALE
n°2 p.179-190

PORCIN
n°2 p.135-137, n°3-4 p.227-228, n°3-4 p.229-230, n°3-4 p.260-262

POULE
n°2 p.139-147, n°3-4 p.235-240

PREVALENCE
n°3-4 p.291-293

PRODUCTION LAITIERE
n°3-4 p.329-333, n°3-4 p.349-352

PROGESTERONE
n°3-4 p.335-340

PROTEASE
n°1 p.30-31

PROTOZOOSE
n°3-4 p.318-320

PTEROCARPUS LUCENS
n°2 p.179-190

REPRODUCTION
n°1 p.27-30, n°1 p.55-62, n°3-4 p.341-347

RESISTANCE
n°3-4 p.310-313

**RESISTANCE AUX PRODUITS
CHIMIQUES**
n°3-4 p.260-262

RHIPICEPHALUS
n°3-4 p.310-313

SAISON SECHE
n°1 p.81-90

SALMONELLA ENTERITIDIS
n°2 p.137-138

SANG
n°3-4 p.318-320

SAVANE
n°1 p.91-96

SCLERECTASIE
n°3-4 p.227-228

SEROLOGIE
n°1 p.9-14, n°2 p.149-153

SEVRAGE
n°3-4 p.329-333

SOUCHE CUBAINE
n°1 p.30-31

STERILISATION
n°3-4 p.303-309

STOCKAGE AU FROID
n°2 p.129-133

STRONGYLUS
n°1 p.55-62

STRUCTURE DE LA POPULATION
n°2 p.179-190

SYMPTOME
n°1 p.23-25, n°3-4 p.273-277

SYSTEME GENITAL
n°1 p.27-30

SYSTEME GENITAL FEMELLE
n°3-4 p.243-253

TAILLE
n°3-4 p.353-356

TAUX DE CHARGE
n°3-4 p.357-366

TECHNIQUE D'IMMUNODIFFUSION
n°3-4 p.241

TECHNIQUE IMMUNOLOGIQUE
n°1 p.21-22

TENEUR EN LIPIDES
n°3-4 p.329-333

TENEUR EN PROTEINES
n°3-4 p.329-333

TEST ELISA
n°2 p.149-153, n°3-4 p.221-226, n°3-4
p.265-271

THEILERIA MUTANS
n°1 p.9-14

THERMOTOLERANCE
n°3-4 p.235-240

THRYONOMYS SWINDERIANUS
n°1 p.37-39, n°2 p.175-178

TIQUE
n°3-4 p.310-313

TRAITEMENT
n°2 p.139-147

TRANQUILLISANT
n°1 p.37-39

TRANSAMINASE
n°3-4 p.284-286

TRANSHUMANCE
n°1 p.81-90

TRANSPORT FRIGORIFIQUE
n°2 p.129-133

TRICHOSTRONGYLUS
n°3-4 p.291-293

TRYPANOCIDE
n°2 p.155-161

TRYPANOSOMA BRUCEI
n°3-4 p.265-271, n°3-4 p.273-277, n°3-4
p.279-283, n°3-4 p.287-290

TRYPANOSOMA BRUCEI BRUCEI
n°1 p.27-30

TRYPANOSOMA CONGOLENSIS
n°1 p.27-30, n°3-4 p.265-271, n°3-4
p.284-286

TRYPANOSOMA EVANSI
n°2 p.149-153

TRYPANOSOMA VIVAX
n°1 p.9-14, n°3-4 p.265-271

TRYPANOSOMOSE
n°1 p.27-30, n°1 p.55-62, n°1 p.63-68, n°2
p.149-153, n°2 p.155-161, n°3-4 p.265-
271, n°3-4 p.273-277, n°3-4 p.279-283,
n°3-4 p.284-286, n°3-4 p.287-290

TRYPANOTOLERANCE
n°1 p.55-62, n°1 p.63-68, n°2 p.155-161

USURE
n°2 p.175-178

VACCIN
n°1 p.30-31, n°2 p.129-133

VACCIN INACTIVE
n°3-4 p.231-234

VACCIN LYOPHILISE
n°3-4 p.235-240

VACCINATION
n°1 p.17-20

VARIATION SAISONNIERE
n°1 p.49-54, n°3-4 p.291-293

VEAU
n°2 p.155-161, n°3-4 p.329-333

VIRUS
n°1 p.15-17, n°3-4 p.241

VOLAILLES
n°2 p.137-138, n°3-4 p.341-347

YERSINIA ENTEROCOLITICA
n°2 p.135-137

ZEBU
n°3-4 p.357-366

ZEBU GOUDALI
n°3-4 p.310-313

ZEBU MALGACHE
n°2 p.167-174

ZINC
n°1 p.43-48

ZONE ARIDE
n°1 p.43-48

ZONE SOUDANO-SAHELIENNE
n°2 p.179-190

ZONE TROPICALE
n°3-4 p.310-313.

■ Index géographique

AFRIQUE DU NORD
n°2 p.115-118

ANTILLES
n°3-4 p.260-262

ANTILLES FRANCAISES
n°1 p.33-36

ARABIE SAOUDITE
n°3-4 p.243-253

BAHRAIN
n°3-4 p.318-320

BENIN
n°2 p.175-178

BURKINA FASO
n°1 p.63-68, n°2 p.179-190, n°3-4 p.235
240, n°3-4 p.265-271

CAMEROUN
n°1 p.91-96, n°2 p.191-196, n°3-4 p.310
313

COTE-D'IVOIRE
n°2 p.118-120, n°2 p.129-133, n°3-4
p.221-226

CUBA
n°1 p.30-31

DESERT DE THAR
n°1 p.43-48

EGYPTE
n°3-4 p.231-234

EMIRATS ARABES UNIS
n°3-4 p.255-259

FRANCE
n°3-4 p.295-302

GAMBIE
n°1 p.55-62

GUADELOUPE
n°1 p.33-36, n°2 p.133-135

GUYANE FRANCAISE
n°3-4 p.357-366

ILE DE LA TRINITE
n°3-4 p.260-262

INDE
n°1 p.43-48, n°3-4 p.315-317

KENYA
n°2 p.149-153

LIBYE
n°2 p.115-118

MADAGASCAR
n°2 p.121-127, n°2 p.167-174

MALI
n°1 p.15-17, n°2 p.149-153, n°2 p.155-161

MARTINIQUE
n°1 p.9-14

NIGER
n°2 p.139-147

NIGERIA

n°1 p.17-20, n°1 p.21-22, n°1 p.27-30, n°2
p.135-137, n°2 p.163-166, n°3-4 p.263-
264, n°3-4 p.273-277, n°3-4 p.279-283,
n°3-4 p.284-286, n°3-4 p.287-290

SENEGAL

n°1 p.81-90, n°3-4 p.321-328, n°3-4
p.341-347

SOUDAN

n°2 p.137-138, n°3-4 p.291-293, n°3-4
p.329-333

SYRIE

n°3-4 p.241

TOGO

n°1 p.49-54, n°3-4 p.227-228

ZAIRE

n°3-4 p.349-352, n°3-4 p.353-356

ZAMBIE

n°1 p.23-25, n°3-4 p.229-230

ZIMBABWE

n°1 p.69-80