

SOMMAIRE

267 Actualité

EPIDEMIOLOGIE

271 GHORBEL (A.), CLERC (B.), DJAIEM (A.). Ehrlichiose canine en Tunisie. Enquête séroépidémiologique

Communication

277 BOUSSETTA (M.), CHABCHOUB (A.), GHARAM (A.), JOMAA (I.), GHORBEL (A.), AOUINA (T.), BEN AMOR (H.). Enquête séroépidémiologique sur la grippe et l'anémie infectieuse des équidés dans le nord-est tunisien

VIROLOGIE

Communication

283 TANYA (V.N.), SCOTT (G.R.). Hémagglutination virale des globules rouges de mouton stabilisés par la glutaraldéhyde (en anglais)

BACTERIOLOGIE

285 EI IDRISSE (A.H.), BENKIRANE (A.), ZARDOUNE (M.). Investigations sur les mammites subcliniques dans les élevages caprins laitiers au Maroc

Communication

289 MOUSTAFA (A.M.). Infection à *Pasteurella haemolytica* A2 dans deux troupeaux de moutons de la région de Tripoli (Libye) (en anglais)

PARASITOLOGIE

291 DIAW (O.T.), SEYE (M.M.), SEYE (M.), SARR (Y.), VASSILIADÈS (G.). L'immunodiagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* par la technique ELISA au Sénégal. Observations préliminaires chez deux agneaux

PROTOZOOLOGIE

Communications

295 DANIEL (A.D.), JOSHUA (R.A.), KALEJAIYE (J.O.), DADA (A.J.). Prévalence de la trypanosomose chez le mouton et la chèvre dans une région du Nord-Nigeria (en anglais)

297 MUSISI (F.L.), JACOBSEN (P.), QUIROGA (J.C.), NJUGUNA (L.M.). Isolement de *Theileria parva* (SAO Hill) et *Theileria parva* (West Kilimanjaro) et leur immunité croisée avec *Theileria parva* (Kasoba) (en anglais)

ENTOMOLOGIE

301 AMSLER (S.), FILLEDIER (J.), MILLOGO (R.). Attractifs olfactifs pour la capture de *Glossina tachinoides* et *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) au Burkina Faso. Effet de la position du sachet diffuseur dans le piège biconique Challier-Laveissière

PATHOLOGIE

Communication

313 MOUSTAFA (A.M.). Première observation d'un cas de lymphadénite sur un dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Libye (en anglais)

PHARMACOLOGIE et TOXICOLOGIE

315 MOHAMED (O.S.A.), AHMED (Khalda E.), ADAM (S.E.I.), IDRIS (O.F.). Intoxication expérimentale par le métolachlor de chèvres de race Nubienne au Soudan (en anglais)

NUTRITION et ALIMENTATION

319 YO (T.). Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud

ZOOTECNIE, GENETIQUE et REPRODUCTION

329 UKO (O.J.), ATAJA (A.M.), BABATUNDE (G.M.). Etude préliminaire de l'incidence de la mortalité jusqu'au sevrage, chez les porcs de races exotiques et naine de l'Afrique de L'Ouest au Nigeria-Sud (en anglais)

ECONOMIE DE L'ELEVAGE

333 ITTY (P.), ROWLANDS (G.J.), TRAUB (D.), HECKER (P.), COULIBALY (L.), D'IETEREN (G.). Etude économique de la production bovine villageoise dans une région du nord de la Côte d'Ivoire infestée par les glossines

344 Note de lecture, analyse de thèse, analyse bibliographique

CONTENTS

267 Current topics

EPIDEMIOLOGY

271 GHORBEL (A.), CLERC (B.), DJAIEM (A.). A seroepidemiological survey of canine ehrlichiosis in Tunisia

Communication

277 BOUSSETTA (M.), CHABCHOUB (A.), GHRAM (A.), JOMAA (I.), GHORBEL (A.), AOUINA (T.), BEN AMOR (H.). A seroepidemiological survey of equine influenza and equine infectious anaemia in northeastern Tunisia

VIROLOGY

Communication

283 TANYA (V.N.), SCOTT (G.R.). Viral haemagglutination of glutaraldehyde-fixed sheep erythrocytes

BACTERIOLOGY

285 EI IDRISSE (A.H.), BENKIRANE (A.), ZARDOUNE (M.). Investigations on subclinical mastitis in caprine dairy herds in Morocco

Communication

289 MOUSTAFA (A.M.). *Pasteurella haemolytica* A2 infection in two sheep flocks in Tripoli area (Libya)

PARASITOLOGY

291 DIAW (O.T.), SEYE (M.M.), SEYE (M.), SARR (Y.), VASSILIADÈS (G.). Immunodiagnosis of fasciolosis (*Fasciola gigantica*) with ELISA test in Senegal. Preliminary observations in two lambs

PROTOZOLOGY

Communications

295 DANIEL (A.D.), JOSHUA (R.A.), KALEJAIYE (J.O.), DADA (A.J.). Prevalence of trypanosomosis in sheep and goats in a region of Northern Nigeria

297 MUSISI (F.L.), JACOBSEN (P.), QUIROGA (J.C.), NJUGUNA (L.M.). Isolation of *Theileria parva* (SAO Hill) and *Theileria parva* (West Kilimanjaro) and their cross-immunity with *Theileria parva* (Kasoba)

ENTOMOLOGY

301 AMSLER (S.), FILLEDIER (J.), MILLOGO (R.). Different positions of dispenser bags with olfactory attractants in biconical traps (Challier-Laveissière). Effects on catches of *Glossina tachinoides* and *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) in Burkina Faso.

PATHOLOGY

Communication

313 MOUSTAFA (A.M.). First observation of camel (*Camelus dromedarius*) lymphadenitis in Libya. A case report

PHARMACOLOGY and TOXICOLOGY

315 MOHAMED (O.S.A.), AHMED (Khalda E.), ADAM (S.E.I.), IDRIS (O.F.). Experimental metolachlor toxicosis in Nubian goats in the Sudan

FEEDING

319 YO (T.). Free choice feeding (whole cereal grains + pelleted complementary feed) of broilers under hot climate

ZOOTECHNY, GENETICS and REPRODUCTION

329 UKO (O.J.), ATAJA (A.M.), BABATUNDE (G.M.). Preliminary study of the incidence of pre-weaning mortality in exotic and West African dwarf pigs in South Nigeria

LIVESTOCK ECONOMY

333 ITTY (P.), ROWLANDS (G.J.), TRAUB (D.), HECKER (P.), COULIBALY (L.), D'IETEREN (G.). Economic study of village cattle production in a *Glossina*-infested area in northern Côte d'Ivoire

344 Note, thesis review, book review

SUMARIO

267 Actualidad

EPIDEMIOLOGIA

271 GHORBEL (A.), CLERC (B.), DJAIEM (A.). Eriquiosis canina en Túnez. Encuesta sero-epidemiológica

Nota

277 BOUSSETTA (M.), CHABCHOUB (A.), GHRAM (A.), JOMAA (I.), GHORBEL (A.), AOUINA (T.), BEN AMOR (H.). Encuesta seroepidemiológica sobre la gripe equina y la anemia infecciosa equina en el noreste tunecino

VIROLOGIA

Nota

283 TANYA (V.N.), SCOTT (G.R.). Hemaglutinación viral de eritrocitos de la oveja estabilizados por el glutaraldehido

BACTERIOLOGIA

285 EI IDRISSE (A.H.), BENKIRANE (A.), ZARDOUNE (M.). Investigaciones sobre las mastitis subclínicas en los establecimientos caprinos lecheros en Marruecos

Nota

289 MOUSTAFA (A.M.). Infección a *Pasteurella haemolytica* A2 en dos rebaños de ovejas de la región de Tripoli (Libia)

PARASITOLOGIA

291 DIAW (O.T.), SEYE (M.M.), SEYE (M.), SARR (Y.), VASSILIADÈS (G.). Inmunodiagnóstico de la fasciolosis por *Fasciola gigantica* mediante la técnica de ELISA en Senegal. Observación preliminar en dos corderos

PROTOZOOLOGIA

Notas

295 DANIEL (A.D.), JOSHUA (R.A.), KALEJAIYE (J.O.), DADA (A.J.). Prevalencia de la tripanosomosis en la oveja y la cabra en una región norte de Nigeria

297 MUSISI (F.L.), JACOBSEN (P.), QUIROGA (J.C.), NJUGUNA (L.M.). Aislamiento de *Theileria parva* (SAO Hill) y *Theileria parva* (West Kilimanjaro). La inmunidad cruzada con *Theileria parva* (Kasoba)

ENTOMOLOGIA

301 AMSLER (S.), FILLEDIER (J.), MILLOGO (R.). Atractivos olfativos para la captura de *Glossina tachinoides* y *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) en Burkina Faso. Efecto de la posición del recipiente difusor en la trampa bicónica de Challier-Laveissière

PATOLOGIA

Nota

313 MOUSTAFA (A.M.). Primera observación de un caso de linfadenitis en un dromedario (*Camelus dromedarius*) en Libia

FARMACOLOGIA y TOXICOLOGIA

315 MOHAMED (O.S.A.), AHMED (Khalda E.), ADAM (S.E.I.), IDRIS (O.F.). Toxicosis experimental por metolaclor, en cabras de raza Nubiana en Sudán

NUTRICION y ALIMENTACION

319 YO (T.). Alimentación libre (granos enteros de cereales + pienso complementario en gránulos) para pollos de engorde en clima cálido

ZOOTECNIA, GENETICA y REPRODUCCION

329 UKO (O.J.), ATAJA (A.M.), BABATUNDE (G.M.). Estudio preliminar sobre la incidencia de la mortalidad pre-destete en cerdos exóticos y cerdos enanos de Africa del Oeste en el sur de Nigeria

ECONOMIA DE LA GANADERIA

333 ITTY (P.), ROWLANDS (G.J.), TRAUB (D.), HECKER (P.), COULIBALY (L.), D'IETEREN (G.). Estudio económico de la producción bovina aldeana en una región del norte de Côte d'Ivoire infestada por glosinas

344 Nota de lectura, análisis de tesis, comentario bibliográfico

ACTUALITE

QUELQUES REFLEXIONS SUR LES PRIORITES DE RECHERCHE EN SANTE ANIMALE EN AFRIQUE

Les recherches sur les maladies infectieuses et parasitaires du bétail en Afrique ont été dominées depuis longtemps par un nombre limité d'affections ayant un très grand impact économique et social, telles la peste bovine, la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB), la peste des petits ruminants, les trypanosomoses, les theilérioses,...., pour ne donner que les exemples les plus connus. Des succès éclatants ont rapidement été obtenus contre certaines, et des vaccins atténués contre la peste et la péripneumonie bovines ont permis, en combinaison avec des mesures sanitaires, de libérer nombre de pays de ces fléaux. La peste bovine reste l'exemple classique d'une maladie facile à éliminer par l'application des connaissances actuelles et des résultats de la recherche.

Les raisons pour lesquelles la peste bovine et d'autres maladies pouvant être combattues par des vaccins et des mesures de quarantaine, n'ont cependant pas encore été éradiquées partout, ne tiennent pas tellement à des problèmes techniques, mais beaucoup plus à des facteurs exogènes (insuffisance de moyens financiers, manque d'organisation, de mobilité et de motivation des services gouvernementaux, transhumance et méfiance des éleveurs, insécurité, conflits armés,...).

Néanmoins, les donateurs pour la recherche en production animale reçoivent toutes sortes de propositions pour de nouveaux projets dans ce domaine, tandis que les connaissances déjà disponibles sont souvent inutilisées. Si la recherche ne surmonte pas toujours les problèmes humains, elle peut, néanmoins, apporter une amélioration importante en matière de dépistage et de vaccins, par exemple dans le domaine de la thermostabilité (facilité de transport sur le terrain). Dans certains cas, de telles améliorations peuvent même être déterminantes pour le succès d'une campagne de lutte. En Europe, la vaccination par voie orale utilisant des appâts contenant un vaccin inactivé ou recombinant, thermostable, semble enfin avoir donné la possibilité technique d'enrayer l'épidémie européenne de rage vulpine à condition, toutefois, que ces mêmes facteurs le permettent : infrastructure, financement, continuité de la volonté politique et prise en compte de celle des éleveurs, basée sur leur intérêt économique.

Les campagnes d'éradication, qui s'appuient sur le dépistage et l'abattage systématiques des animaux infectés, généralement appliquées avec succès en Europe contre des maladies telles que la brucellose, la tuberculose, les pestes porcines classique et africaine, la fièvre aphteuse, etc., ne peuvent pas être transposées en Afrique avec la même efficacité, et quelle que soit la volonté des exécutants. Il ne serait en effet pas réaliste de les envisager dans la plupart des pays concernés, ne serait-ce qu'en raison de la compensation financière que les services nationaux, déjà très pauvres, devraient payer aux propriétaires. Néanmoins, certaines maladies peuvent être maîtrisées par les vaccins disponibles. S'il est actuellement impensable de vacciner en Europe contre la PPCB, la peste bovine, la peste porcine africaine, et même interdit de le faire contre la fièvre aphteuse et la peste porci-

ne classique, les vaccins existants gardent néanmoins toute leur importance en Afrique. Cependant, toutes les maladies ne peuvent faire l'objet de mesures de prévention vaccinales. La priorité en matière de recherche sur la tuberculose et la peste porcine africaine pourrait fort bien aboutir au développement de vaccins efficaces et, s'agissant de la brucellose, de vaccins moins dangereux pour l'homme.

Les nouveaux problèmes posés par la tuberculose humaine et la chimiorésistance du bacille, associés au SIDA, devraient inciter l'industrie privée à faire des recherches sur un vaccin humain amélioré, dont les retombées scientifiques pourraient indirectement bénéficier à l'élevage dans les pays en développement. Mais en dehors de quelques cas bien particuliers, comme celui de la tuberculose, il ne faut malheureusement pas compter sur la recherche dans le monde développé pour résoudre les problèmes propres (ou qui sont devenus propres) à ces pays. Ce marché est en effet trop pauvre pour que l'industrie privée accepte d'y consacrer les ressources nécessaires. Il faudra compter surtout sur ses propres efforts et sur le financement des donateurs bi et multilatéraux, même si le financement de la recherche à long terme en agriculture, et particulièrement en élevage, a connu une baisse graduelle injustifiée au cours des dernières années.

Il existe par ailleurs de nombreuses maladies spécifiquement tropicales contre lesquelles les moyens de lutte actuellement connus sont insuffisants ou problématiques. Il s'agit surtout de certaines affections parasitaires, en particulier celles transmises par des vecteurs (trypanosomoses, theilérioses, cowdriose,...). Cependant, l'application des connaissances existantes pourrait résoudre une partie des problèmes mais les moyens de lutte sont souvent trop chers, surtout s'il s'agit de bétail local d'une valeur limitée ou lorsque des campagnes d'éradication à grande échelle doivent être envisagées. D'ailleurs, le bétail local vit souvent en équilibre avec ces affections qui ne deviennent importantes qu'après l'introduction d'animaux plus sensibles. L'augmentation de la résistance des parasites aux acaricides, aux insecticides ou aux anthelminthiques, ainsi que le manque de nouvelles molécules (ou leur coût très élevé) nécessitent plus que jamais de rechercher d'autres types de lutte que ceux exclusivement basés sur l'action chimique. La tendance actuelle va vers une lutte intégrée, utilisant tous les moyens durables et économiques disponibles tels que la sélection et le transfert de la résistance ou de la tolérance innée de certaines populations de bétail (suite à une longue sélection naturelle), la lutte immunologique, génétique (utilisation de mâles stériles chez les glossines), biologique (lâchers de prédateurs, parasites ou germes pathogènes pour les vecteurs), écologique (modification du biotope du vecteur) et mécanique (utilisation de pièges contre les glossines et d'autres vecteurs). L'utilisation de produits antiparasitaires n'est pas abandonnée pour autant, mais ce n'est qu'un des aspects de cette approche intégrée. Les financements actuellement disponibles seront prioritairement utilisés dans ces domaines, sans oublier toutefois que ce sont, en général, des recherches à risque et qui devront être menées à moyen ou long termes pour que leur juste valeur et leurs potentialités réelles puissent être correctement appréciées.

L'analyse de l'avenir des recherches sur la santé animale en Afrique ne doit pas occulter celui de l'élevage sur ce continent. On sait que, selon les experts, la popu-

lation de l'Afrique subsaharienne devrait passer de 500 millions à 1,3 milliard en 2025... Face à cette démographie galopante, une augmentation sans précédent de la production sera nécessaire si l'on veut seulement maintenir la faible quantité actuelle de protéines animales disponibles par habitant, et l'apport fourni aux cultures par l'élevage en fumure et en traction animale. L'histoire récente ne rend guère optimiste, car non seulement on ne constate pas une augmentation de cette production en Afrique, mais on assiste au contraire à une baisse par habitant et même en valeur absolue. Il serait vraiment peu réaliste de penser que l'on puisse inverser cette tendance alors que la population ne cesse d'augmenter. Il convient à nous, pathologistes, d'être modestes. Nous pouvons, certes, aider à une augmentation de la production, bien sûr en collaboration étroite avec les zootechniciens, car où irions-nous avec des animaux, certes sans maladies infectieuses et parasitaires, mais peu productifs et mal nourris. Sans l'aide des gouvernements et des sociologues, la bataille est perdue à l'avance.

Enfin, les priorités de la recherche seront très différentes d'une région à l'autre. Lorsque la famine menace, la quantité de nourriture est plus importante que sa qualité et dans les zones de peuplement dense, dont le climat et le sol se prêtent à une agriculture intensive, les pâturages doivent céder la place à la culture de végétaux à haut rendement, ce qui n'est pas toujours sans créer des problèmes. Il est probable que la production animale sera concentrée dans des élevages intensifs autour des grandes villes, dont la population dispose d'un certain pouvoir d'achat, mais que les villageois garderont toujours quelques animaux pour leur propre consommation. Encore faut-il pouvoir nourrir tous les autres !

Quant à l'élevage extensif, il devra être limité aux régions moins peuplées et ayant un sol pauvre ou un climat marginal, trop incertain pour la culture intensive de plantes alimentaires. L'avenir du dromadaire n'est pas encore compromis ! Il est évident que les problèmes pathologiques de l'élevage intensif seront bien différents de ceux de l'élevage extensif.

D'autres circonstances affecteront également les priorités de la recherche dans certaines zones. Ainsi, la fasciolose à *Fasciola gigantica* est devenue une pathologie dominante dans les bas-fonds de Madagascar. Elle cause également des ravages dans des zones marécageuses d'Afrique. Pour le bétail autochtone, qui en souffre autant que les races importées, il faudra trouver des solutions plus économiques que la seule utilisation de vermifuges coûteux.

Dans le passé, ce sont surtout les maladies des ruminants qui ont retenu l'attention des vétérinaires "tropicalistes". Or, dans certaines régions où des maladies parasitaires, principalement vectorielles, empêchent une augmentation importante de la production basée sur l'élevage de bétail amélioré, ainsi que dans certaines zones déjà très peuplées où les pâturages se font rares du fait d'une compétition avec l'agriculture, d'autres espèces gagnent en importance telles que volailles, porcs, lapins, aulacodes,... Aussi, la recherche sur leur pathologie devient-elle prioritaire. Par exemple, la maladie de Newcastle, en empêchant les volailles de jouer le rôle important qu'elles pourraient et devraient avoir dans l'alimentation des villageois, provoque des pertes importantes qui pourraient être limitées à un niveau tolérable si les vaccins disponibles étaient utilisés. Mais leur application est

problématique pour ces volailles en liberté. Des méthodes nouvelles de vaccination, d'application plus facile, sont actuellement à l'étude et constitueront une avancée réelle. Dans un autre domaine, la pisciculture offre aussi des possibilités intéressantes qui doivent être exploitées et demanderont de nouvelles recherches.

En définitive, les priorités de la recherche doivent être orientées vers une amélioration efficace et durable de la santé animale en Afrique prenant en compte tous les aspects conjoncturels, qu'ils soient d'ordre socio-économique, politique, démographique ou financier, mais aussi l'aptitude des races locales à résister à la pression pathologique.

Ces quelques lignes n'ont pas la prétention de décrire en détail les axes de travail, ni de donner des réponses et des solutions toutes faites. Nous espérons cependant qu'elles inciteront tous les intervenants à une réflexion fructueuse sur les priorités de la recherche en matière de santé animale en Afrique.

Professeur G. UILENBERG (Utrecht, Pays-Bas)

Ex-directeur scientifique de la Santé animale au CIRAD-EMVT

Ehrlichiose canine en Tunisie. Enquête séroépidémiologique

A. Ghorbel¹ B. Clerc² A. Djaïem³

GHORBEL (A.), CLERC (B.), DJAIEM (A.). Ehrlichiose canine en Tunisie. Enquête séroépidémiologique. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 271-275

La séroprévalence de l'ehrlichiose a été recherchée sur 1 216 chiens de 8 zones administratives situées dans 5 régions à climat différent. Dans la zone de Tunis au sens large, où l'entretien des animaux est satisfaisant, elle est de 49 p. 100 en moyenne alors qu'elle varie entre 75 et 85 p. 100 dans les autres régions de l'intérieur. Les auteurs soulignent l'importance de cette maladie et décrivent les conditions favorables à sa transmission tout en ajoutant que le pourcentage élevé de porteurs asymptomatiques prouve, s'il en est besoin, que *Ehrlichia canis* n'est qu'un germe de sortie en zone d'endémicité.

Mots clés : Chien - *Ehrlichia canis* - Prévalence - Epidémiologie - Enquête - Sérologie - Transmission des maladies - Endémie - Tunisie.

INTRODUCTION

L'ehrlichiose canine est une rickettsiose due à *Ehrlichia canis*, découverte en 1935 par DONATIEN et LESTO-QUARD en Algérie (12). *E. canis* est transmise principalement par *Rhipicephalus sanguineus*, la tique brune du chien, mais d'autres tiques ont été incriminées dans la transmission de la maladie comme *Otobius megnini* (33). Cette rickettsie affecte les Canidés domestiques et sauvages (23, 25). L'infection humaine a été suspectée depuis 1987 aux États-Unis (3, 13, 17, 24, 28, 31) et en Tunisie (19). Cependant, en 1991, il a été démontré que l'ehrlichiose humaine n'est pas causée par *E. canis* mais par une nouvelle espèce, *E. chaffeensis*, tout au moins aux États-Unis (2, 11).

La maladie est de répartition mondiale ; elle a été diagnostiquée surtout dans les régions tropicales et semi-tropicales (20, 21) et dans l'hémisphère Nord dans les régions situées au-dessous du 45^e parallèle (20). En 1982, KEEFE *et al.* (26) ont mené une enquête sérologique sur les chiens militaires américains à travers le monde et ont constaté une superposition des aires d'expansion de *R. sanguineus* et de l'ehrlichiose. Ils ont relevé notamment que le taux d'infection diminue en même temps que la température, passant de 13 p. 100 dans les zones tropicales et tempérées à 8 p. 100 au-delà de 45° de latitude nord.

1. Pathologie médicale des Équidés et des Carnivores, École nationale vétérinaire, 2020 Sidi Thabet, Tunisie.

2. Pathologie médicale des Équidés et des carnivores, École nationale vétérinaire, Lyon, France.

3. Docteur vétérinaire, Enfidha, Tunisie.

Reçu le 26.11.1992, accepté le 9.11.1994.

En Tunisie, *R. sanguineus* est présente sur tout le territoire occupant ainsi divers domaines bioclimatiques du sub-humide au semi-aride et saharien (8). Généralement, la maladie survient pendant la saison chaude de l'année (21) en se superposant aux fluctuations de *R. sanguineus* (26) ce qui correspond, en Tunisie, à la période allant des mois de mars à novembre (5). Mais la maladie peut être observée pendant la saison froide car la période qui sépare l'inoculation et l'apparition des premiers symptômes, lors d'une forme chronique, est relativement longue et ce, malgré l'absence de tiques au moment de l'examen (21). L'ehrlichiose peut sévir sous différentes formes :

- épzootique, surtout chez les chiens porteurs chroniques à la suite d'un stress collectif tel que la chaleur (32, 39) ;

- enzootique, survenant dans des chenils bien particuliers sur des chiens porteurs chroniques ou neufs (7, 8, 9) ;

- sporadique, dans des zones infectées sur des animaux neufs ou affaiblis (8, 39) ou dans des régions indemnes, après un séjour du chien dans une zone infectée.

En Tunisie, la maladie a été mise en évidence (5, 7, 15, 18). Le but de ce travail est de connaître la séroprévalence de cette affection dans ce pays.

MATÉRIEL

Animaux

L'effectif total des animaux testés durant la période février-juin 1989 est de 1 216 chiens répartis dans 8 zones administratives :

- 1^{ère} zone : Le Grand Tunis comporte les gouvernorats de Tunis, Ariana et Ben Arous. Deux cent seize chiens y ont été testés après avoir été amenés à l'École nationale vétérinaire de Sidi Thabet, Service Maladies contagieuses, Zoonoses et Législation sanitaire, pour être vaccinés.

2^e zone : (gouvernorat du Kef), 118 chiens.

3^e zone : (gouvernorat de Béja), 138 chiens.

4^e zone : (gouvernorat de Sousse), 249 chiens.

5^e zone : (gouvernorat de Sfax), 123 chiens.

A. Ghorbel B. Clerc A. Djaiem

6e zone : (gouvernorat de Sidi Bouzid), 137 chiens.

7e zone : (gouvernorat de Kasserine), 128 chiens.

8e zone : (gouvernorat de Gabès), 107 chiens.

Pour ces 7 zones (carte 1), les prélèvements ont été faits chez les propriétaires à l'occasion d'une campagne de vaccination antirabique menée par le ministère de l'Agriculture. Il n'a pas été tenu compte de la race, de l'âge et du sexe car il a déjà été démontré que ces facteurs ne jouent aucun rôle (36). En revanche, n'ont été pris en considération que les chiens cliniquement sains et âgés de plus de 3 mois (conditions de vaccination contre la rage).

Il faut signaler que la population canine dans ces zones est estimée à 60 000 chiens pour le Grand Tunis, 21 000 pour le Kef, 40 000 pour Béja, 30 000 pour Sousse, 28 000 pour Sfax, 60 000 pour Sidi Bouzid, 60 000 pour Kasserine et 48 000 pour Gabès, soit 347 000 sur un total général de 720 000 chiens dans tout le pays (4).

Sérums

Les prises de sang ont été effectuées à la veine radiale, dans des tubes secs, par l'intermédiaire de seringues ou d'aiguilles "Veinoject". Le sang récupéré a été centrifugé et les sérums ont été stockés à -20°C jusqu'à leur étude sérologique.

Sérologie

La sérologie a été effectuée à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon (France), au Service de Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores pour les sérums de chiens de la zone de Sousse et à l'Ecole nationale vétérinaire de Sidi Thabet (Tunisie) pour les sérums de chiens des autres zones.

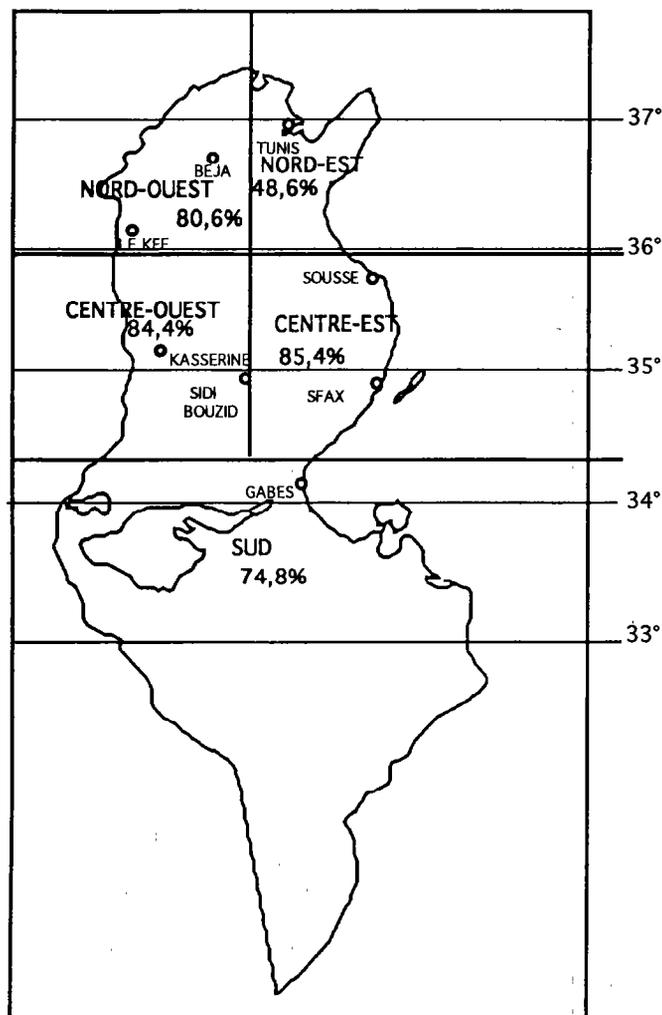
Cette sérologie a été faite selon la méthode de RISTIC *et al* (34). L'antigène est une suspension cellulaire (monocytes) préparée par culture cellulaire infectée par *E. canis* récoltée quand la moitié des cellules présentent des inclusions intracytoplasmiques au stade *morula* (fourni par E. VIDOR^a). Cette suspension compte $2 \cdot 10^6$ cellules/mm³ et 10 μl sont déposés dans chaque puits d'une lame porte-objets Poly Labo^b comportant 36 puits répartis en trois rangées. Les lames sont séchées à la température ambiante, fixées à l'acétone à -20°C pendant 20 min, puis emballées dans du papier aluminium et stockées à $+4^{\circ}\text{C}$ jusqu'à utilisation.

a. Laboratoire de parasitologie, Rhone-Mérieux, 254 rue Marcel Mérieux, 69007 Lyon, France.

b. Poly Labo Paul Block et Cie, 305 route de Colmar, 67160 Strasbourg, France.

c. PBS : Phosphate Buffered Saline-pH 7,2. Réf 7551-1 Bio-Mérieux, 69292 Crapone, France.

d. Réf 7549-1 Bio-Mérieux, 69292 Crapone, France.



Carte 1 : Pourcentage des chiens séropositifs vis-à-vis d'*E. canis* dans les cinq régions d'étude.

Le test est spécifique pour une dilution du sérum au 1/10 (34). Cependant, WOODY et HOSKINS (40) soulèvent l'hypothèse de l'existence d'une réaction antigénique croisée avec d'autres bactéries pour les sérums dont le titre est inférieur à 1/80. De même, DU PLESSIS *et al.* (14) montrent que *E. canis* croise très fortement avec *Cowdria ruminantium* mais cette rickettsie n'a pas été trouvée en Afrique du Nord et elle n'infecte pas le chien. DAWSON et EWING (11), pour leur part, prouvent que *E. canis* croise avec *E. chaffeensis* et cette dernière entraîne une maladie asymptomatique chez le chien. Dans un but de dépistage, on a donc considéré comme positifs tous les sérums présentant une fluorescence nette à une dilution supérieure ou égale à 1/80.

Les sérums sont dilués au 1/10 dans des tubes à hémolyse avec du PBS^c (50 μl de sérum dans 450 μl de PBS), puis au 1/80 dans des plaques à microtitration à fond plat^d. 10 μl de chaque sérum dilué au 1/80 sont déposés dans chaque puits d'une lame porte-objets contenant

préalablement de l'antigène fixé et sont incubés pendant 30 min à 37°C. Deux lavages successifs de 5 min chacun, dans des bains de PBS et un rinçage pendant 1 min avec de l'eau distillée, sont ensuite effectués.

Après séchage à l'étuve à 37°C ou même au sèche-cheveux, 20 µl d'un immunosérum de lapin anti-immunoglobuline G de chien, conjugué à la fluorescéine (Cappel[®]) dilué au 1/20 additionné de bleu d'Evans à 1 p. 100^l (une goutte dans 1 ml), sont déposés dans chaque puits et les lames sont mises de nouveau en incubation à 37°C pendant 30 min.

Elles sont ensuite lavées 2 fois pendant 5 min dans du PBS et rincées pendant 1 min à l'eau distillée puis séchées. Les lames sont recouvertes d'une goutte de liquide glyciné Fluoprep[®] (milieu de montage pour immunofluorescence) et d'une lamelle couvre-objets. Enfin, elles sont lues au microscope à fluorescence en lumière ultraviolette et au grossissement 400 (10 x 40). Un sérum contenant des anticorps dirigés contre *E. canis* donne une fluorescence nette des *morulae*. Un sérum négatif ne présente aucune fluorescence ou une fluorescence faible et diffuse affectant l'ensemble des structures cellulaires.

RÉSULTATS

La répartition des zones étudiées selon la région bioclimatique d'appartenance montre que le Grand Tunis se situe au nord-est, Béja et le Kef au nord-ouest, Sousse et Sfax au centre-est, Sidi Bouzid et Kasserine au centre-ouest et Gabès au sud (carte 1).

Si l'on compare le pourcentage des chiens séropositifs de ces 5 régions (tabl. I) avec un test χ^2 avec 4 ddl, des différences significatives sont constatées. On remarque que le Centre-Est présente le taux maximum de chiens séropositifs (85,4 p. 100 suivi de près par le Centre-Ouest (avec 84,4 p. 100), puis le Nord-Ouest (avec 80,6 p. 100), le Sud (avec 74,8 p. 100), et enfin le Nord-Est (avec 48,6 p. 100). La comparaison de ces différentes régions deux à deux par le test de χ^2 figure dans le tableau II.

DISCUSSION

Le recrutement des chiens n'a pas été fait de la même façon dans toutes les zones. En effet, les chiens qui ont été testés dans la région du Nord-Est proviennent de zones urbaine et rurale alors que dans les autres zones, les chiens vivent en milieu rural. Il est à noter que les chiens vivant en milieu urbain sont mieux entretenus que ceux vivant en milieu rural. En outre, les chiens de la région du Nord-Est se sont déplacés jusqu'à l'École vétéri-

TABLEAU I Pourcentage des chiens séropositifs dans les 5 régions.

Région	Total chiens	Positifs	Négatifs	p. 100 positivité
Nord-Est Grand Tunis	216	105	111	48,6
Nord-Ouest Le kef, Béja	256	206	50	80,6
Centre-Est Sousse, Sfax	372	320	52	85,4
Centre-Ouest Sidi Bouzid, Kasserine	265	224	41	84,4
Sud Gabès	107	80	27	74,8

TABLEAU II Comparaison des pourcentages des 5 régions 2 à 2 par le test de χ^2 .

	Nord-Est 48,60 %	Nord-Ouest 80,60 %	Centre-Est 85,40 %	Centre-Ouest 84,40 %	Sud 74,80 %
Nord-Est 48,60 %		52,8 p < 0,001	95 p < 0,001	70,9 p < 0,001	20 p < 0,001
Nord-Ouest 80,60 %			3,45 NS	1,33 NS	1,47 NS
Centre-Est 85,40 %				0,27 NS	7,73 p < 0,01
Centre-Ouest 84,40 %					4,8 p < 0,05
Sud 74,80 %					

NS = non significatif.

rinaire, ce qui prouve que, même s'ils proviennent d'une zone rurale, ils sont mieux suivis (du point de vue médical et hygiénique) par leurs propriétaires. Ainsi, le taux d'infection dans cette région est le plus faible, même s'il est de 48,6 p100, par rapport aux autres régions où la séroprévalence est très élevée, variant de 74,8 p. 100 dans le Sud à 85,4 p. 100 dans le Centre-Est.

L'influence de l'état d'entretien des chiens sur l'incidence de l'ehrlichiose peut s'exercer de deux manières :

- meilleure compétence immunitaire,
- plus faible risque d'infestation par les tiques.

L'existence de la maladie a été prouvée, en Tunisie, dans des chenils bien déterminés où le taux d'infection pouvait atteindre 100 p. 100 (18).

E. canis est transmise principalement par *R. sanguineus* qui existe sur tout le territoire tunisien et dont l'activité est

e. Réf. 1205 0082 Flobio Cappel, 15 rue Armand Silvestre, 92400 Courbevoie, France.

f. Réf. 7580-1 Bio-Mérieux, 69292, Crapone, France.

g. Réf. 7552-1 Bio-Mérieux, 69292, Crapone, France.

continue durant toute l'année, avec un maximum de mars à novembre (6). Si la transmission du germe chez la tique ne se fait que de stade à stade, sans transmission transovarienne (22, 28, 35), ce qui doit normalement diminuer l'ampleur épidémiologique de la maladie, la tique peut survivre jusqu'à 569 jours et transmettre la maladie pendant au moins 155 j après un repas sanguin infectant (28).

D'après PYLE (32), le repas infectant ne serait possible que sur des chiens faisant une forme aiguë de la maladie et les porteurs sains ne constitueraient pas, semble-t-il, un réservoir du germe. C'est donc la longue période pendant laquelle la tique peut être infectante qui serait la seule explication épidémiologique des taux très élevés des chiens séropositifs dans les différentes zones étudiées. Par ailleurs, des études ont montré que *E. canis* persiste chez le chien plus de 29 mois après l'infection et probablement tout le long de la vie du chien (8), en l'absence de traitement (1, 8).

D'après cette étude, le Centre-Est et le Centre-Ouest paraissent les plus touchés (85,4 p. 100 et 84,4 p100 respectivement) par rapport au Nord-Ouest (80,6 p. 100) et au Sud (74,8 p. 100), même si les conditions de l'enquête étaient identiques pour ces quatre régions. Ceci pourrait être attribué aux conditions climatiques. En effet, le Nord-Ouest est une région montagneuse, le Sud bénéficie d'un climat saharien ; l'hiver est donc froid dans ces deux régions et la température peut descendre jusqu'à 0°C (condition non favorable à l'activité des tiques), alors que le Centre-Est et le Centre-Ouest sont des régions à climat doux pendant l'hiver et où les tiques restent actives (6). Or, l'enquête a été réalisée en partie pendant l'hiver dans les quatre régions.

Toutes les enquêtes épidémiologiques faites jusqu'à présent concernaient des chenils bien déterminés : des chenils militaires américains répartis dans différents pays du globe (26), ainsi que des chenils militaires en France (9, 10) et en Tunisie (18). La seule enquête effectuée sur toute une région a été menée par STEPHENSON et RISTIC (36) à Phoenix en Arizona. De plus, cette enquête concernait des chiens suspects de la maladie et des chiens apparemment sains, les résultats étaient respectivement de 14 et 6 p. 100. A notre connaissance, aucune enquête séroépidémiologique de cette importance n'a été faite sur des chiens considérés comme porteurs sains et aucun résultat similaire n'a été publié.

Avec un tel taux d'infection, on peut se poser la question suivante : est-il possible d'attribuer l'ehrlichiose maladie à tout chien présentant un syndrome fièvre et une sérologie positive vis-à-vis de *E. canis* ?

Après une phase aiguë qui peut passer inaperçue (20, 21), l'infection peut rester à l'état latent, mais à la suite d'une dépression immunitaire quelconque telle qu'un stress (30, 36), une maladie intercurrente (16, 27, 38) ou la vieillesse, la maladie réapparaît sous sa forme chronique et sa gravité dépend alors du statut immunitaire du chien essentiellement. S'agissant donc surtout

d'une maladie de sortie, l'ehrlichiose doit être suspectée chez tout chien présentant un syndrome fièvre associé ou non à des troubles de l'hémostase, tout en recherchant également une maladie intercurrente éventuelle.

CONCLUSION

A partir de ce travail, on peut souligner l'importance probable de la séroprévalence de l'ehrlichiose en Tunisie puisque parmi les chiens testés, environ 3 sur 4 ont présenté un titre en anticorps supérieur ou égal à 1/80, soit séropositifs. L'ehrlichiose canine est donc une maladie très répandue en Tunisie. Le pourcentage important des porteurs asymptomatiques permet de prouver une fois encore que *E. canis* n'est qu'un germe de sortie dans les zones endémiques. Cependant, sur des animaux de race introduite, la maladie peut s'exprimer cliniquement et elle est parfois mortelle.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Docteur E. VIDOR du Laboratoire de Parasitologie de l'Institut Mérieux qui nous a délivré la quantité d'antigène nécessaire à la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACKAH (P.A.), MUSCAT (G.). Amélioration de l'efficacité de l'oxytétracycline dans le traitement des maladies infectieuses. *Bull. mens. Soc. vét. prat. Fr.*, 1987, **71** : 49-58.
2. ANDERSON (B.E.), DAWSON (J.E.), JONES (D.C.), WILSON (K.H.). *E. chaffeensis* a new species associated with human ehrlichiosis. *J. Clin. Microbiol.*, 1991, **29**: 2338-2342.
3. BARTON (L.L.), FOY (T.M.). *Ehrlichia canis* infection in a child. *Pediatrics*, 1989, **4**: 580-582.
4. Bilan des trois premières années d'exécution du Programme National de Lutte Contre la Rage en Tunisie. Tunis, Ministère de l'Agriculture, Direction de la production animale, 1982. p. 83-84.
5. BOBIN (A.), CHABASSOL (C.), DE BRUX (J.). Syndrome hémorragique thrombotique et thrombopénique du chien en Tunisie. *Revue Path. gén.*, 1962, **62**: 317-334.
6. BOUATTOUR (A.). Contribution à la connaissance des facteurs de distribution des tiques en Tunisie (*Acaris*, *Ixodoidea*). Thèse Doct. vét., Sidi Thabet, Tunisie, 1982.
7. BROUQUI (P.), DAVOUST (B.), HADDAD (S.), VIDOR (E.), RAOULT (D.). Serological evaluation of *E. canis* infections in military dogs in Africa and Reunion Island. *Vet. Microbiol.*, 1991, **26**: 103-105.
8. BUHLES (W.C.), HUXSOLL (D.L.), RISTIC (M.). Tropical canine pancytopenia: Clinical, hematologic and serologic response of dogs to *Ehrlichia canis* infection, tetracycline therapy and challenge inoculation. *J. infect. Dis.*, 1974, **130**: 357-367.
9. DAVOUST (B.), MACKOWIAK (M.), MOREAU (Y.). Ehrlichiose canine : enquête épidémiologique. *Recl Méd. vét.*, 1986, **162**: 471-475.
10. DAVOUST (B.), PRAZY (D.). Ehrlichiose canine : surveillance épidémiologique dans les chenils militaires du Sud-Est. *Recl Méd. vét.*, 1989, **165**: 373 - 377.

11. DAWSON (J.E.), EWING (S.A.). Susceptibility of dogs to infection with *E. chaffeensis*, causative agent of human ehrlichiosis. *Am. J. vet. Res.*, 1992, **53**: 1322-1327.
12. DONATIEN (A.), LESTOQUARD (F.). Existence en Algérie d'une rickettsiose du chien. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1935, **6**: 418-419.
13. DORAN (T.I.), PARMLEY (R.T.), LOGAS (P.C.), CHAMBLIN (S.). Infection with *Ehrlichia canis* in a child. *J. Pediat.*, 1989, **114**: 809-812.
14. DU PLESSIS (J.L.), FOURNIE (N.), NEL (P.W.), EVEZARD (D.N.). Concurrent babesiosis and ehrlichiosis in the dog: blood smear examination supplemented by the indirect fluorescent antibody test, using *Cowdria ruminantium* as antigen. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1990, **57**: 151-155.
15. DURAN (M.). Notes sur l'hépatonephrite hémorragique du chien en Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur, Tunis*, 1961, **38**: 33-50.
16. EWING (S.A.), BUCKNER (R.G.). Manifestations of babesiosis, ehrlichiosis and combined infection in the dog. *Am. J. vet. Res.*, 1965, **26**: 815-828.
17. FISCHBEIN (D.B.), SAWER (L.A.), HOLLAND (C.J.) et al. Unexplained febrile illnesses after exposure to ticks. *J. Am. Med. Ass.*, 1987, **257**: 3100-3104.
18. GHORBEL (A.). L'Ehrlichiose canine. Enquête sérologique. *Maghreb Vet.*, 1989, **4**: 5 - 8.
19. GHORBEL (A.), KENNOU (M.F.), BEN HAMED (S.), BEN JEMAA (M.), VIDOR (E.). L'ehrlichiose humaine en Tunisie : Etude préliminaire. *Méd. Mal. Infect.*, 1991, **21**: 725-731.
20. GREENE (C.E.). Rocky mountain spotted fever and ehrlichiosis. In: Current veterinary therapy small animal practice. 9e edn. London, W.B. Saunders Company, 1986. p. 1080-1084.
21. GREENE (C.E.), HARVEY (J.W.). Canine ehrlichiosis. In: GREENE (C.E.). Clinical microbiology and infectious diseases of the dog and cat. London, W.B. Saunders Company, 1984. p. 545-557.
22. GROVES (M.G.), DENNIS (G.L.), AMYX (H.L.), HUXSOLL (D.L.). Transmission of *Ehrlichia canis* to dogs by ticks (*Rhipicephalus sanguineus*). *Am. J. vet. Res.*, 1975, **36**: 937-940.
23. HARVEY (J.W.), SIMPSON (C.F.), GASKIN (M.J.), SAMWEK (J.H.). Ehrlichiosis in wolves, dogs and wolf-dog crosses. *J. Am. vet. Med. Ass.*, 1979, **175**: 901-905.
24. Human ehrlichiosis in the United States. M.M.W.R., 1988, **37**: 270, 275-277.
25. HUXSOLL (D.). Canine ehrlichiosis (tropical canine pancytopenia). A review. *Vet. Parasitol.*, 1976, **2**: 49-60.
26. KEEFE (T.J.), HOLLAND (C.J.), SALYER (P.E.), RISTIC (M.). Distribution of *Ehrlichia canis* among military working dogs in the world and selected civilian dogs in the United States. *J. Am. vet. Med. Ass.*, 1982, **181**: 236-238.
- GHORBEL (A.), CLERC (B.), DJAIEM (A.). A seroepidemiological survey of canine ehrlichiosis in Tunisia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 271-275
27. KROOSHOF (Y.), HELLEBREKERS (L.J.), FILDMAN (B.F.). Two cases of combined babesiosis and ehrlichiosis in dogs. *Canine Practice*, 1984, **11**: 12-16.
28. LEWIS (G.E.), RISTIC (M.), SMITH (R.D.), LINCOLN (T.), STEPHENSON (E.H.). The brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* and the dog as experimental hosts of *Ehrlichia canis*. *Am. J. vet. Res.*, 1977, **38**: 1953-1955.
29. MAEDA (K.), MARKOWITZ (N.), HAWLEY (R.C.), RISTIC (M.), COX (D.), Mc DADE (J.E.). Human infection with *Ehrlichia canis*, a leucocytic rickettsia. *N. Engl. J. Med.*, 1987, **316**: 853-856.
30. MOREL (P.C.), VASSILIADES (G.). Les *Rhipicephalus* du groupe *sanguineus*: espèces africaines (Acariens : Ixodoidea). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1962, **15**: 343-374.
31. PEARCE (C.J.), CONRAD (M.E.), FISCHBEIN (D.B.), DAWSON (J.E.). Ehrlichiosis: A cause of bone marrow hypoplasia in humans. *Am. J. Hematol.*, 1988, **28**: 53-55.
32. PYLE (R.L.). Canine ehrlichiosis. *J. Am. vet. Med. Ass.* 1980, **177**: 1197-1199.
33. RIKIHISA (Y.). The tribe Ehrlichieae and ehrlichial diseases. *Clin. Microbiol. Rev.*, 1991, **4**: 286-308.
34. RISTIC (M.), HUXSOLL (D.L.), WEISIGER (R.M.). Serological diagnosis of tropical canine Pancytopenia by indirect immunofluorescence. *Infect. Immun.*, 1972, **6**: 226-231.
35. SELLS (D.M.), HILDEBRANDT (P.K.), LEWIS (G.E.), NYINDO (M.B.A.), RISTIC (M.). Ultrastructural observations of *Ehrlichia equi* organisms in equine granulocytes. *Infect. Immun.*, 1976, **13**: 273-280.
36. STEPHENSON (E.H.), RISTIC (M.). Retrospective study of an *Ehrlichia canis* epizootic around Phoenix, Arizona. *J. Am. vet. Med. Ass.*, 1978, **172**: 63-65.
37. TAYLOR (J.P.), BETZ (T.G.), FISHBEIN (D.B.), ROBERTS (M.A.), DAWSON (J.), RISTIC (M.). Serological evidence of possible human infection with *Ehrlichia* in Texas. *J. infect. Dis.*, 1988, **158**: 217-220.
38. UILENBERG (G.), FRANSSSEN (F.F.J.), PERIE (N.M.), SPANJER (A.A.M.). Three groups of *Babesia canis* distinguished and a proposal for nomenclature. *Vet. Q.*, 1989, **11**: 33-40.
39. WALKER (J.S.), RUNDQUIST (J.D.), TAYLOR (R.), WILSON (B.L.) et al. Clinical and clinicopathologic findings in tropical canine pancytopenia. *J. Am. vet. Med. Ass.* 1970, **157**: 43-55.
40. WOODY (B.J.), HOSKINS (J.D.). Ehrlichial diseases of dogs. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1991, **21**: 75-98.
- GHORBEL (A.), CLERC (B.), DJAIEM (A.). Erliquiosis canina en Túnez. Encuesta sero-epidemiológica. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 271-275

The seroprevalence of ehrlichiosis was investigated in 1,216 dogs from eight administrative areas in five regions with different climates. In and around Tunis, where the animals receive satisfactory care, the average prevalence is 49 %, but it ranges from 75 to 85 % in the other regions of the interior. The authors underline the importance of this disease and describe the conditions which favour its transmission. They also note that the high percentage of asymptomatic carriers provides further proof that *Ehrlichia canis* is an opportunist pathogen in endemic areas.

Key words : Dog - *Ehrlichia canis* - Prevalence - Epidemiology - Survey - Serology - Disease transmission - Endemics - Tunisia.

Se buscó la seroprevalencia de la erliquiosis en 1 216 perros, en ocho zonas administrativas situadas en cinco regiones de climas diferentes. En la zona de Túnez en general, en donde el mantenimiento de los animales es satisfactorio, es de 49 p. 100 en promedio, pero varía de 75 a 85 p. 100 en las otras regiones del interior. Los autores subrayan la importancia de esta enfermedad y describen las condiciones favorables para su transmisión, agregando a esto que el porcentaje elevado de portadores asintomáticos demuestra, si es del caso, que *Ehrlichia canis* es solamente un germen de salida en zonas endémicas.

Palabras clave : Perro - *Ehrlichia canis* - Prevalencia - Epidemiología - Encuesta - Serología - Transmisión de enfermedades - Endemia - Túnez.

Communication

Enquête séroépidémiologique sur la grippe et l'anémie infectieuse des équidés dans le nord-est tunisienM. Boussetta¹A. Chabchoub²A. Ghram¹I. Jomaa³A. Ghorbel²T. Aouina⁴H. Ben Amor⁵

BOUSSETTA (M.), CHABCHOUB (A.), GHGRAM (A.), JOMAA (I.), GHORBEL (A.), AOUINA (T.), BEN AMOR (H.). Enquête séroépidémiologique sur la grippe et l'anémie infectieuse des équidés dans le nord-est tunisien. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 277-281

Dans le cadre d'une enquête épidémiologique nationale, les auteurs ont recherché, par le test d'inhibition de l'hémagglutination et par le test de Coggins (immunodiffusion double en gélose), les titres en anticorps envers le virus de la grippe équine (2 sous-types : A/equi/1/Prague 56 et A/equi/2/Miami 63) et l'anémie infectieuse, sur 433 et 533 équidés respectivement, vivant dans le nord-est de la Tunisie. 13,6 p. 100 des sérums des équidés sont positifs envers la grippe équine, alors que tous les sérums sont négatifs pour l'anémie infectieuse des équidés. Ces résultats sont discutés en les rapprochant de ceux déjà obtenus par d'autres auteurs en Tunisie et dans des pays voisins.

Mots clés : Âne - Cheval - Mulet - Anémie infectieuse du cheval - Grippe équine - Epidémiologie - Enquête - Sérologie - Technique d'immunodiffusion - Tunisie.

Introduction

La grippe équine et l'anémie infectieuse des équidés sont deux viroses dont l'incidence économique est importante dans le monde (1, 7, 8, 9, 10). En effet, l'anémie infectieuse, bien qu'elle possède un caractère insidieux, a une évolution souvent fatale (11). La grippe équine, par la brutalité des épizooties qu'elle peut entraîner, immobilise les effectifs atteints et perturbe les activités équestres (1). Ceci justifie le fait que ces deux affections soient parmi les maladies légalement contagieuses en Tunisie (2).

1. Laboratoire de Microbiologie vétérinaire, Institut Pasteur de Tunis, BP 74, 13, place Pasteur, 1002 Tunis Belvédère, Tunisie.

2. Service de Pathologie médicale des équidés et carnivores, École nationale de Médecine vétérinaire, 2020 Sidi-Thabet, Tunisie.

3. Laboratoire de Parasitologie, Institut Pasteur de Tunis, BP 74 13 Place Pasteur, 1002 Tunis Belvédère, Tunisie.

4. Institut de Recherche vétérinaire, La Rabta, Bab Saadoun, 1004 Tunis, Tunisie.

5. Vétérinaire libre praticien, Bir Ali Ben Kelifa, Gouvernorat de Sfax, Tunisie.

Reçu le 25.2.1994, accepté le 29.9.1994

Leur prévalence est fort mal connue puisque ces entités n'ont fait l'objet que de quelques études éparses et ponctuelles (3, 7, 10). Ce travail a été entrepris dans le but de préciser leur situation actuelle et constitue ainsi la première étape d'une approche nationale.

Matériel et méthodes**Animaux**

L'enquête séroépidémiologique de la grippe a intéressé un effectif de 433 équidés comprenant des chevaux pur-sang arabes, des pur-sang anglais, des barbes, des arabes-barbes, des ânes et des mulets, âgés de 1 à 25 ans (tabl. I). Soixante-dix neuf animaux parmi ces 433 sont vaccinés avec un vaccin à virus inactivé comportant les deux valences (A/equi/1/Prague 56 et A/equi/2/Miami 63). Cinq cent trente-trois équidés ont été explorés pour l'anémie infectieuse (AIE). Tous ces animaux proviennent du nord-est de la Tunisie (Gouvernorats de Tunis, Ariana et Bizerte). La race, le sexe, l'âge, l'état vaccinal, le nombre ainsi que le type d'élevage figurent dans le tableau I pour la grippe. Dans le tableau II figure le signalement des animaux explorés pour l'anémie infectieuse. Les prélèvements ont été réalisés entre les mois de mars et juillet 1991.

Méthodes*L'inhibition de l'hémagglutination grippale*

Le test d'inhibition de l'hémagglutination grippale (IHA) est effectué selon les recommandations de l'United-State Department of Health Education and Welfare de 1975 (5) pour la recherche des anticorps dirigés contre la grippe équine. Les souches du virus de la grippe équine A/equi/1/Prague 56 (H7N7) et A/equi/2/Miami 63 (H3N8) ont été aimablement fournies par l'Institut Pasteur de Paris. Elles ont été inoculées par la voie intra-allantoïdienne à des œufs de poules "Specific Pathogen Free" embryonnés de 11 jours et incubés trois jours à 35°C. Le liquide allantoïque est collecté, titré et utilisé dans la réaction IHA. Des sérums positifs témoins, reçus de l'Institut Pasteur de Paris ou provenant d'animaux étudiés et ayant un titre élevé d'anticorps anti-grippal, ont été employés. Les sérums positifs témoins, titrant 512, ont été utilisés à la dilution de 1/10e.

La technique en micro-méthode, sur plaque à fond rond, a été utilisée. Les sérums à tester sont inactivés à 56°C pendant 30 min puis sont mis en contact avec une suspension à 20 p. 100 d'hématies de poule pendant 30 min. Le mélange est ensuite centrifugé et le surnageant est de nouveau récupéré et traité avec une solution de kaolin à 25 p. 100 pendant 30 min. La suspension est centrifugée à 200 x g pendant 15 min et le surnageant est de nouveau prélevé pour titrage. Les sérums ainsi traités se trouvent dilués au 1/10e et sont prêts pour être testés en IHA.

Communication

TABEAU I Race, sexe, âge, état vaccinal des animaux explorés ainsi que les résultats de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination des virus grippaux.

Type d'élevage	Nombre d'équidés	Race	Sexe		Age (ans)	Etat vaccinal	Sérums positifs
			Mâles	Femelles			
Elevages collectifs (haras club)	202	P.S. Arabe	16	186	11,89 + 6,25	non vaccinés	11
	8	P.S. Anglais	1	7	10,2 + 3,1	non vaccinés	0
	12	Barbe	0	12	13,58 + 4,07	non vaccinés	1
	79	Arabe-Barbe	79	0	7,41 + 4,61	vaccinés	23
	23	P.S. Arabe	10	13	11,42 + 4,7	non vaccinés	9
Elevages individuels	57	Barbe	36	21	10,3 + 4,8	non vaccinés	12
	11	Arabe-Barbe	11	0	11,9 + 4,9	non vaccinés	3
	26	Mulet	11	15	9,6 + 2,7	non vaccinés	0
	15	Ane	5	10	7,09 + 3,12	non vaccinés	0
Total	433		169 (39 p. 100)	264 (61 p. 100)	11,64 + 5,84		59 (13,6 p. 100)

TABEAU II Présentation de la race et du sexe des animaux explorés pour l'anémie infectieuse des équidés.

Type d'élevage	Nombre	Race	Sexe	
			Mâles	Femelles
Elevages collectifs (haras club...)	300	P.S. Arabe	16	284
	8	P.S. Anglais	1	7
	12	Barbe	0	12
	80	Arabe-Barbe	80	0
23	P.S. Arabe	10	13	
Elevages individuels	57	Barbe	36	21
	11	Arabe-Barbe	11	0
	26	Mulet	11	15
	16	Ane	5	11
Total	533		170 (32 p. 100)	363 (68 p. 100)

Des dilutions du sérum en série, en progression géométrique à raison 2, sont réalisés dans les cupules d'une plaque à 96 puits. Une dilution d'antigène titrant 4 HA est ajoutée dans chaque puits. Le mélange est incubé 30 min à la température du laboratoire avant de recevoir une suspension d'hématies (75 à 80 x 10⁶ hématies/ml) à 0,5 p. 100 dans du PBS (Phosphate Buffered Solution) à pH 7,2.

La lecture s'effectue après 30 min et le titre des anticorps IHA est déterminé par la dilution la plus élevée qui présente 100 p. 100 d'inhibition ; le titre étant exprimé par l'inverse de cette dilution. La réaction est considérée positive si le titre des anticorps inhibant l'hémagglutination est supérieur ou égal à 20 (5, 8).

* Breakspear Road South Harefield Uxbridge Middlesex UB 96 LS, Royaume Uni.

L'immunodiffusion double en gélose

L'immunodiffusion double en gélose (IDG), décrite par COGGINS *et al.* (4), est utilisée pour rechercher les anticorps anti-virus AIE dans le sérum des chevaux prélevés. Le test IDG permet de détecter la protéine majeure p26 de l'antigène. Le kit "EIA antibodies test" commercialisé par Pitman-Moore* a été utilisé.

Analyses statistiques des résultats

Les différences entre les groupes ont été établies par un test paramétrique (test de Student) et par un test non paramétrique (test du χ^2). La différence a été considérée comme significative au risque d'erreur de 5 p. 100.

Résultats

Grippe équine

Les résultats obtenus pour la grippe sont exposés dans les tableaux I, III, IV. Cinquante-neuf des 433 équidés testés, soit 13,6 p. 100, possèdent dans leur sérum des anticorps anti-grippaux à un taux décelable (titre \geq 20). Le pourcentage des chevaux infectés atteint 15 p. 100 si on les sépare des ânes et des mulets. Sur les 433 équidés explorés, 354 ne sont pas vaccinés. Parmi ces derniers, 222 appartiennent à des haras ou clubs et 132 proviennent d'élevages individuels traditionnels. Il s'avère que les animaux séropositifs des haras et clubs ne représentent que 5 p. 100 de l'effectif (12/222) alors que ceux qui proviennent d'élevages traditionnels sont au nombre de 24 parmi les 132 explorés, soit 18 p. 100 (la différence est statistiquement significative). Les équidés présentant une sérologie anti-grippale positive ont un âge moyen de 11,87 \pm 8,39 ans, statistiquement comparable à celui des équidés ayant une sérologie antigrippale négative. Notons

TABLEAU III Résultats de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination grippale en fonction de la race des animaux non vaccinés prélevés.

Equidés		Titre anti-A/equi 1/Pr. 56		Titre anti-A/equi 2/Mi. 63		Sérums positifs
Race	Nombre	20	40	20	40	
Pur-Sang	233	13 (5,6)	8 (3,4)	19 (8,2)	6 (2,6)	20 (8,6)
Barbe	80	13 (16,3)	6 (7,5)	8 (10)	4 (5)	16 (20)
Arabe-Barbe						
Mulet	41	0	0	0		0
Ane						
Total	354	26 (7,3)	14 (4)	27 (7,6)	10 (2,8)	36 (10,2)

() : p. 100.

TABLEAU IV Résultats de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination grippale en fonction de l'état vaccinal et du sexe des animaux prélevés.

Equidés		Titre anti-A/equi 1/Pr. 56		Titre anti-A/equi 2/Mi. 63		Sérums positifs
Sexe	Nombre	20	40	20	40	
Mâles non vaccinés	90	11 (12,2)	4 (4,4)	8 (8,9)	2 (2,2)	15 (16,7)
Femelles non vaccinées	264	15 (5,7)	10 (3,8)	19 (7,2)	8 (3)	21 (8)
Mâles vaccinés	79	20 (25,3)	10 (12,7)	21 (26,6)	11 (13,9)	23 (29,1)
Total chevaux non vaccinés	354	26 (7,3)	14 (4)	27 (7,6)	10 (2,8)	36 (10,2)
Total	433	46 (10,6)	24 (5,5)	48 (11,1)	21 (4,8)	59 (13,6)

() : p. 100.

tout de même que l'écart type chez les chevaux à sérologie positive est plus important, témoignant une plus grande hétérogénéité de l'âge des animaux séropositifs envers la grippe.

Ne considérant que les animaux non vaccinés, les résultats de l'IHA en fonction de la race figurent dans le tableau III. Pour la commodité de l'interprétation, on a regroupé ensemble les chevaux pur-sang, les barbes et arabes-barbes et enfin les mulets et les ânes. Il en ressort que ces derniers ne présentent pas dans leurs sérums d'anticorps anti-grippaux à un taux décelable. Les chevaux pur-sang présentent un taux de séropositivité envers la grippe équine d'environ 8,6 p. 100 ; taux statistiquement inférieur ($p < 0,05$) à celui obtenu par les chevaux barbes et des arabes-barbes (20 p. 100).

Si l'on considère uniquement les réponses positives pour le sous-type A/equi/1/Prague 56 (H7N7) (tab. IV), les proportions respectives obtenues chez des animaux vaccinés et non vaccinés sont d'environ 25 et 7 p. 100. La différence, en fonction de l'état vaccinal pour ce sous-type, est significative ($p < 0,05$). De même, pour le sous-type A/equi/2/Miami 63, les proportions des réponses positives des équidés vaccinés et non vaccinés sont respectivement d'environ 27 et 7,6 p. 100. La différence en fonction de l'état vaccinal (tab. IV) est significative.

Si l'on considère le sexe des équidés non vaccinés, on remarque qu'environ 17 p. 100 des équidés mâles sont positifs envers la grippe alors qu'uniquement 8 p. 100 des femelles le sont. La différence est significative. Seuls 13 p. 100 des animaux vaccinés sont effectivement protégés contre A/equi/1/Prague 56 (titre ≥ 40) et presque autant contre A/equi/2/Miami 63 (tab. IV). Chez les animaux non vaccinés, 4 p. 100 possèdent des anticorps anti-A/equi/1/Prague 56 à un titre protecteur et seulement 2,8 p. 100 envers A/equi/2/Miami 63. La différence est significative ($p < 0,05$).

Anémie infectieuse des équidés

Les sérums appartenant aux 533 équidés explorés pour l'AIE se sont révélés tous négatifs. Aucun ligne de précipitation n'est apparue entre l'antigène et tous les sérums des équidés testés. Seules les deux lignes de précipitation formées entre les sérums positifs témoins et l'antigène sont observées.

Discussion

Grippe équine

Le choix de la technique d'inhibition de l'hémagglutination est lié au fait que les anticorps IHA persistent dans le sérum plus longtemps que les autres anticorps (tels ceux

Communication

fixant le complément) (8, 14). Elle est de ce fait plus adaptée à une enquête sérologique (1, 13). De plus, l'IHA permet d'identifier le sous-type grippal en cause (8) et de tester l'efficacité vaccinale (1, 6).

L'enquête a porté sur 433 équidés dont 354 sont non vaccinés contre la grippe équine. Trente-six parmi ces derniers (soit 10 p. 100) possèdent des titres en anticorps IHA envers H7N7 et/ou H3N8 supérieurs ou égaux à 20 et sont de ce fait considérés comme positifs (1, 5, 12). Cette proportion de 10 p. 100 est largement inférieure à celle retrouvée par ELLOUZE (7) en 1979 qui, travaillant sur 500 sérums, révèle des taux d'infection de 65 p. 100. Signalons tout de même que son enquête (7) s'est déroulée quelques mois après l'épidémie de grippe qui a sévi en 1978-1979 en Tunisie, en même temps d'ailleurs que dans d'autres pays tels que la France (8).

On a noté que les équidés vivant dans des élevages individuels traditionnels présentent des fréquences de séropositivité supérieures à ceux observés chez des chevaux vivant en collectivité (haras, clubs,...). Ceci semble en contradiction avec ce qui a été rapporté par d'autres auteurs (7) qui remarquent que les animaux vivant en collectivité sont plus touchés que les animaux vivant isolés dans la campagne, ce qui serait lié à la très grande contagiosité de la grippe équine (1, 5, 8, 12, 13).

Chez les mulets et les ânes, aucune trace sérologique du virus grippal n'a été trouvée ; ce qui est en accord avec les conclusions d'ELLOUZE (7) qui trouve, lors de son enquête, que les titres sériques varient avec l'espèce ; ils étaient en général élevés chez les chevaux (titres compris entre 160 et 320) et relativement bas chez les mulets et les ânes (titre inférieur ou égal à 80). En plus, les chevaux étaient beaucoup plus atteints (85 p. 100) que les mulets (36 p. 100) et les ânes (44 p. 100). Ceci pourrait s'expliquer par la grande sensibilité du cheval au virus de la grippe équine (5).

Si l'on considère la race des chevaux étudiés, il s'avère que les barbes et arabes-barbes sont plus touchés que les chevaux pur-sang. Une corrélation entre la race et l'atteinte par le virus grippal semble exister. Mais le fait que les animaux ne vivent pas dans les mêmes conditions constitue une réserve à cette constatation puisque la quasi-totalité des chevaux pur-sang vivent dans des haras et clubs où les conditions d'hygiène sont bonnes, ce qui n'est pas toujours le cas des barbes et des arabes-barbes. Ces résultats sont compatibles avec ceux retrouvés par ailleurs (7).

Les équidés explorés lors de l'enquête ont réagi d'une manière comparable pour les deux sous-types du virus grippal (A/equi/1/Prague 56 et A/equi/2/Miami 63). ELLOUZE (7) démontre que l'épizootie de 1978-1979 était l'œuvre de A/equi/1/Prague 56. Le sous-type A/equi/2/Miami 63 ne fut rencontré que chez 10 p. 100 des animaux testés. PLATEAU *et al.* (12, 14) rapportent qu'en France et depuis 1979, tous les virus isolés dans leurs laboratoires sont du sous-type A/equi/2/Miami 63.

Si l'on considère les animaux ayant un taux protecteur envers la grippe équine (titre en IHA \geq 40) (6), il s'avère que sur le total des animaux non vaccinés, 4 p. 100 sont protégés envers A/equi/1 et seulement 2,8 p. 100 le sont envers A/equi/2. Cette constatation est en accord avec les conclusions de plusieurs auteurs (6, 12, 14) concernant le pouvoir immunogène moindre de A/equi/2/Miami 63 par rapport à A/equi/1/Prague 56.

Anémie infectieuse des équidés

Comme c'est le cas dans la présente enquête, CHELLI (3) et ELLOUZE (7) en 1980 ne trouvent aucun sérum positif envers l'AIE, respectivement sur 132 et 578 sérums de chevaux. Les résultats obtenus ici ne font donc que confirmer l'absence de l'AIE en Tunisie. Ceci doit être considéré avec prudence car cette maladie est connue pour être cosmopolite (4, 11). D'autre part, des prévalences extrêmement faibles ont été rencontrées au Maroc en 1978 (11), pays dont la population équine est comparable à celle de la Tunisie. D'autres enquêtes sont donc nécessaires pour déterminer avec certitude l'absence ou la présence de l'anémie infectieuse des équidés. Son absence doit renforcer la vigilance aux frontières, surtout lors d'introduction d'animaux en provenance de pays infectés.

Conclusion

Les résultats préliminaires de cette enquête plaident en faveur d'une circulation très modérée dans le nord-est de la Tunisie de la grippe équine sur le mode sub-clinique, et plaident également en faveur de l'absence de l'anémie infectieuse dans cette même région. Il serait judicieux d'étendre l'enquête sérologique et épidémiologique à un effectif plus important pour un meilleur reflet de l'état sanitaire de la population équine tunisienne.

Remerciements

Les auteurs remercient le Secrétariat d'Etat à la Recherche scientifique (SERST) pour son aide qui a permis le financement d'une partie de ces travaux (convention entre SERST et Ecole vétérinaire de Sidi-Thabet).

Bibliographie

1. ALZIEU (J.P.), BICHET (H.). Réflexions sur la grippe équine et la rhinopneumonie équine. Moyens de contrôle. *Revue Méd. vét.*, 1989, **140** : 1097-1107.
2. CHABCHOUB (A.). Contribution à l'étude la législation tunisienne en matière de vente du cheval. *Maghreb Vét.*, 1988, **14** (3) : 46-49.
3. CHELLI (A.). Contribution à l'étude épidémiologique de l'anémie infectieuse et de la leptospirose équines en Tunisie. Thèse Doc. vét., Sidi-Thabet, Tunisie, 1980.

4. COGGINS (L.), NORCROSS (N.L.). Immunodiffusion reaction in equine infection anemia. *Cornell Vet.*, 1990, **60** (2) : 330-335.
5. CRUCIERE (C.), GUILLEMIN (M.C), ROSETTO (A.), WIRBEL (A.), PLATEAU (E.). Production of monoclonal antibodies against influenza: application to a comparative study of various strains of the virus. *Annls Rech. vét.*, 1989, **20** : 243-250.
6. DANNACHER (G.), COUDERT (M.), FEDIDA (M.), PERRIN (M.). La grippe équine : étude quantitative de l'état immunitaire post-vaccinal et des corrélations entre ses différents aspects. *Revue Méd. vét.*, 1977, **128** (3) : 323-341.
7. ELLOUZE (M.R.). Contribution à l'étude épidémiologique de l'anémie infectieuse, de l'artérite à virus, de la rhinopneumonie et de la grippe équine en Tunisie. Thèse Doc. vét., Sidi-Thabet, Tunisie, 1980.
8. FONTAINE (M.), MORAILLON (A.). Considérations sur l'épizootie de grippe 1978-79 en France. *Recl Méd. vét.*, 1980, **156** (2) : 139-145.
9. HANNANT (D.), MUMFORD (J.A.), JESSET (D.M.). Duration of circulating antibody and immunity following infection with influenza virus. *Vet. Rec.* 1988, **122** : 125-128.
10. JOMAA (I.). Contribution à l'étude séro-épidémiologique de la grippe équine et de l'anémie infectieuse dans une région de nord de la Tunisie. Thèse Doct. Méd. vét. Sidi-Thabet, Tunisie, 1993.
11. MORAILLON (A.), MORAILLON (R.), TOMA (B.), SEDRATI (A.), LAHLOU-KASSI (S.). Enquête épidémiologique sur l'anémie infectieuse, la rhinopneumonie et l'artérite à virus au Maroc. *Recl Méd. vét.*, 1978, **154** (11) : 921-928.
12. PLATEAU (E.), CRUCIERE (C.), JACQUET (A.), CHEYROUX (M.). Mise au point et recherche en cours sur l'évolution épidémiologique et antigénique de la grippe équine en France. *Bull. mens. Soc. vét. prat. Fr.*, 1984, **68** (2) : 6-10.
13. ZIENTARA (S.), PLATEAU (E.). Les vaccinations chez le cheval à l'entraînement et au haras. *Bull. mens. Soc. vét. prat. Fr.*, 1992, **76** (2) : 85-100.
14. ZIENTARA (S.), PLATEAU (E.). Vaccins et vaccinations chez le cheval. *Point Vét.*, 1993, **24** (149) : 601-610.
- BOUSSETTA (M.), CHABCHOUB (A.), GHAM (A.), JOMAA (I.), GHORBEL (A.), AOUINA (T.), BEN AMOR (H.).** A seroepidemiological survey of equine influenza and equine infectious anaemia in northeastern Tunisia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 277-281
- Using the haemagglutination inhibition and immunodiffusion tests, a national serological survey was carried out to detect antibodies to equine influenza (EI) (A/equi/1/Prague 56 and A/equi/2/Miami 63) and equine infectious anaemia (EIA) in horse sera collected in northeastern Tunisia. 533 samples were analysed for EIA antibodies. All were negative. 13.6 % of 433 equine sera tested for EI antibodies were positive. These results are discussed and compared with others obtained in Tunisia and bordering countries.
- Key words* : Ass - Horse - Mule - Equine infectious anaemia - Equine influenza - Epidemiology - Survey - Serology - Immunodiffusion test - Antibody - Tunisia.

Communication

Viral haemagglutination of glutaraldehyde-fixed sheep erythrocytes

V.N. Tanya¹

G.R. Scott²

TANYA (V.N.), SCOTT (G.R.). Hémagglutination virale des globules rouges de mouton stabilisés par la glutaraldéhyde. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 283-284

Des globules rouges de mouton stabilisés par traitement à la glutaraldéhyde ont été employés avec succès dans les tests d'hémagglutination par le virus de la maladie de Newcastle et celui de la grippe équine. La fixation a permis de conserver les globules rouges pendant 21 jours, sans perte de leur pouvoir agglutinant. La meilleure stabilité était obtenue lorsque les cellules étaient congelées à -114°C dans la phase gazeuse de l'azote liquide.

Mots clés : Ovin - Grippe équine - Maladie de Newcastle - Epreuve d'hémagglutination - Erythrocyte - Congélation - Cameroun.

Introduction

Haemagglutination (HA) and haemagglutination-inhibition (HI) tests are commonly used for detecting viral antigens and antibodies. Whether coated or not, fresh erythrocytes can only be used for a few days before they become haemolysed. In order to make them a more convenient reagent, they can be fixed or stabilized by agents such as formalin (9), pyruvic aldehyde (6), sulphosalicylic acid (4) and glutaraldehyde (2, 7). The aim of the present study was to test the viral agglutinability of sheep erythrocytes after stabilisation of the cells with glutaraldehyde.

Materials and Methods

Sheep blood was collected in an equal volume of Alsever's solution. Erythrocytes were separated by triple centrifugation at 700 g for 10 minutes in 20x their volume of Alsever's solution. Packed erythrocytes were then diluted in phosphate-buffered saline (PBS) at pH 7.3 to a concentration of 2.5 %.

Fixation with glutaraldehyde was by an adaptation of the methods described by MAEDA (7) and SATO *et al.* (8). Twenty-five ml of the 2.5 % red blood cell suspension was mixed with 3 ml of 2.5 % glutaraldehyde in PBS and

then kept at 37°C for one hour with gentle magnetic stirring. The erythrocytes changed from bright red to chocolate brown. The fixed cells were then washed three times in PBS before preparing a one per cent suspension in PBS containing 0.2 % bovine serum albumin and 0.02 % sodium azide.

Aliquots of the fixed erythrocyte suspension were stored at 25°C, 4°C, -20°C and -114°C in the vapour phase of liquid nitrogen. The pH of other aliquots was changed from 7.3 to 9.6 and 4.5 before storage at 4°C. Some fixed cells were resuspended in saline and stored at 4°C. The stability of the erythrocytes under these conditions was monitored by HA tests using Newcastle disease and equine influenza viruses until haemolysis occurred. HA tests were carried out as described by ALLAN and GOUGH (1). Differences were tested for significance by paired t-tests (3).

Results

The glutaraldehyde-fixed sheep erythrocytes remained stable under various conditions and gave consistent HA titres with samples of the virus stabilates for at least 21 days (table I). There was no agglutination in the absence of the virus. The difference between the titres at days 0 and 21 by the fixed cells was not significant ($p > 0.1$) regardless of the virus used. After 50 days, a highly significant deterioration ($p < 0.01$) occurred in all of the erythrocyte aliquots except those kept in the vapour phase of liquid nitrogen (-114°C). After 50 days, cells kept at 25°C, at -20°C and those suspended in saline had haemolysed. Erythrocytes kept at 4°C at a pH of 7.3, 4.5 and 9.6 still agglutinated but gave decreased titres. The fixed cells remained stable for over three months in liquid nitrogen. No marked change in the HA titre of the viruses used occurred during this period (table I).

Discussion and conclusion

The tests showed that glutaraldehyde-fixed sheep erythrocytes remained stable and gave consistent HA titres for at least 21 days. Thereafter the cells deteriorated except those stored in the vapour phase of a liquid nitrogen refrigerator. This is in agreement with the finding of DENG *et al.* (5) who used pyruvaldehyde-fixed sheep erythrocytes coated with duck plague virus antibodies. The stability of glutaraldehyde-fixed cells and their ability to agglutinate only in the presence of virus can enable a small diagnostic laboratory that only occasionally runs HA and HI tests to maintain on tap a supply of the erythrocytes ready for use.

1. Animal and Veterinary Research Centre Wakwa, POB 65, Ngaoundéré, Cameroun.

2. Centre for Tropical Veterinary Medicine, Easter Bush, Roslin EH25 9RG, Midlothian, Ecosse.

Reçu le 21.1.1994, accepté le 29.9.1994.

Communication

TABLEAU I Agglutination titres of Newcastle disease and equine influenza viruses using stored glutaraldehyde-fixed sheep erythrocytes

storage conditions	storage	period	(days)	and HA	titre*
	0	7	14	21	50
PBS (pH 7.3), 4°C	(a) 1024	1024	1024	1024	256
	(b) 512	512	512	256	128
PBS (pH 4.5), 4°C	(a) 1024	1024	512	1024	256
	(b) 512	512	512	512	256
PBS (pH 9.6), 4°C	(a) 1024	1024	1024	1024	256
	(b) 512	512	512	512	64
PBS (pH 7.3), 25°C	(a) 1024	1024	1024	512	L
	(b) 512	512	512	128	L
PBS (pH 7.3), -20°C	(a) 1024	1024	1024	1024	L
	(b) 512	512	512	256	L
Saline, (pH 7.2), 4°C	(a) 1024	1024	1024	1024	L
	(b) 512	512	512	512	L
Liquid N ₂ (-114°C),	(a) 1024	512	512	512	512
	(b) 512	512	512	512	512

* Expressed as the reciprocal of the 100 per cent end-point dilution.

L = haemolysis.

a = Newcastle disease virus.

b = Equine influenza virus.

All tests were carried out in duplicates.

References

1. ALLAN (W.H.), GOUGH (R.E.). A standard haemagglutination-inhibition test for Newcastle disease. 1. A comparison of macro and micro methods. *Vet. Rec.*, 1974, **95**: 120-123.
2. AVREMEAS (S). Coupling of enzymes to proteins with glutaraldehyde. Use of the conjugates for the detection of antigens and antibodies. *Immunochemistry*, 1969, **6**: 43-50.
3. BAILEY (N.T.J.). Statistical methods in Biology. London, Hodder and Stoughton, 1983.
4. BRECHT (H). Properties of erythrocytes stabilized with sulphosalicylic acid and their use in an indirect haemagglutination test with influenza virus RNP-antigen. *J. Immun.*, 1948, **101**: 18-24.
5. DENG (M.Y.), BURGESS (E.C.), YUILL (T.M.). Detection of duck plaque virus by reverse passive haemagglutination test. *Avian Dis.*, 1984, **28**: 616-628.
6. LING (N.R.). The attachment of proteins to aldehyde-tanned cells. *Br. J. Haemat.*, 1961, **7**: 299-302.
7. MAEDA (A.D.). Studies on the immune response to orf. Ph.D. Thesis. University of Edinburgh, 1980.
8. SATO (K.), INABA (Y.), TOKUHISA (S.), MIURA (Y.), KANEKO (N.), ASAGI (M.), MATUMOTO (M.). Detection on bovine coronavirus in faeces by reverse haemagglutination. *Arch. Virol.*, 1984, **80**: 23-31.
9. WHITMAN (J.E.), HETRICK (F.M.). An indirect haemagglutination test for detecting antibody to infectious bovine rhinotracheitis virus. *Cornell Vet.*, 1965, **55**: 613-622.

TANYA (V.N.), SCOTT (G.R.). Viral haemagglutination of glutaraldehyde-fixed sheep erythrocytes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 283-284

Sheep erythrocytes stabilized by treatment with glutaraldehyde were used successfully in haemagglutination tests with Newcastle disease, and equine influenza viruses. The fixation enabled storage of the cells for at least 21 days without altering their agglutinable properties. Stability was best when the cells were stored at -114°C in the vapour phase of liquid nitrogen.

Key words: Sheep - Newcastle disease - Equine influenza - Haemagglutination test - Erythrocyte - Freezing - Cameroon.

Investigations sur les mammites subcliniques dans les élevages caprins laitiers au Maroc

A.H. El Idrissi¹, A. Benkirane¹, M. Zardoune¹

EL IDRISSE (A.H.), BENKIRANE (A.), ZARDOUNE (M.). Investigations sur les mammites subcliniques dans les élevages caprins laitiers au Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 285-287

Pour déterminer la fréquence et la cause des mammites subcliniques caprines, une investigation basée sur le diagnostic bactériologique a été réalisée sur 3 groupes de troupeaux laitiers (A, B et C) constitués respectivement de la race Saanen, la race Alpine et une race locale, Draa. Parmi les 287 prélèvements analysés, 98 trayons (soit 34 p. 100) se sont révélés infectés. Les staphylocoques à coagulase négative sont les plus fréquemment isolés (43 p. 100 de l'ensemble des germes) suivis de *Bacillus* spp. (27 p. 100) et de *Staphylococcus aureus* (13 p. 100). Les autres bactéries isolées étaient *Pseudomonas* spp. (6 p. 100), *Streptococcus* spp. et coliformes (5 p. 100) et *Micrococcus* spp. (2 p. 100). Aucun mycoplasme n'a été isolé. L'étude épidémiologique a mis en évidence l'effet significatif du mode de conduite de l'élevage, de la race, du numéro et du mois de lactation.

Mots clés : Caprin - Chèvre Alpine - Chèvre Saanen - Mammitte - Lait - Analyse microbiologique - *Bacillus* - *Staphylococcus* - Production laitière - Epidémiologie - Méthode d'élevage - Maroc.

INTRODUCTION

Le cheptel caprin au Maroc tient, par son importance numérique, le second rang après le cheptel ovin. Les caprins occupent essentiellement les écosystèmes arides où la conduite d'élevage est exclusivement de type extensif. Cependant, actuellement, les plans de développement de l'élevage caprin sont orientés vers l'intensification, d'une part par l'introduction de races améliorées et leur intégration aux conditions de l'élevage marocain et, d'autre part, par le développement de quelques races locales telles que la chèvre des oasis du sud du pays, connue pour sa prolificité et son potentiel laitier. Ainsi, l'implantation des élevages intensifs de chèvres laitières devient de plus en plus importante, notamment dans les régions du nord et autour des ceintures urbaines. L'objectif principal de ces élevages est d'améliorer la production laitière en vue de l'autoconsommation, voire même le développement d'unités de fromagerie.

Dans cette perspective, on peut présumer que les mammites vont représenter une des contraintes pathologiques majeures dans les élevages de caprins laitiers, à l'instar de ce qui est observé dans les élevages bovins laitiers. Il était utile de mener des études sur l'importance des

mammites caprines au Maroc, études qui, à notre connaissance, font défaut à l'heure actuelle.

Le présent travail a pour but d'estimer la fréquence des mammites subcliniques caprines, d'en déterminer les germes responsables et d'étudier les facteurs de risque, dans 3 groupes d'élevages laitiers.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Origine et réalisation des prélèvements

L'étude a porté sur 6 élevages de caprins laitiers répartis en 3 groupes A, B et C selon le mode d'élevage et la race. La majorité des chèvres examinées (90 p. 100), âgées de 2 à 5 ans, sont entre le 2^e et le 6^e mois de lactation. Le groupe A est constitué d'un seul élevage de la race Saanen avec 125 chèvres en lactation sur 130 ; le groupe B, de 2 élevages de la race Alpine avec 115 chèvres en lactation sur 157 et le groupe C, de 3 élevages de la race des oasis communément appelée "Draa" avec 104 chèvres en lactation sur 186. L'élevage A est le seul troupeau où la traite mécanique est pratiquée. La production laitière moyenne, enregistrée dans les élevages des groupes A et C, est respectivement de 700 et 120 kg par lactation. Le nombre de traites est généralement de 2 pour l'ensemble des élevages enquêtés.

L'effectif examiné est constitué de 68 (54 p. 100), 35 (30 p. 100) et 41 (40 p. 100) chèvres laitières choisies au hasard respectivement dans les élevages A, B et C, soit 42 p. 100 de l'ensemble des chèvres en lactation. Au total, 287 prélèvements de lait de quartiers apparemment sains ont été examinés. Aucun cas de mammitte clinique n'a été observé au moment de la visite.

Après lavage, séchage de la mamelle et élimination des premiers jets, les trayons sont désinfectés à l'alcool à 70°C. Un volume de 10 ml de lait est ensuite prélevé par quartier dans des tubes stériles. Les prélèvements sont étiquetés et acheminés au laboratoire dans une glacière réfrigérée.

Analyses bactériologiques

Au laboratoire, un volume de 0,1 ml de lait de chaque prélèvement est ensemencé sur des boîtes de "Tryptose Blood Agar" (Difco) additionnée de 5 p. 100 de sang de mouton frais. Après incubation pendant 24 à 48 h à 37°C,

1. Département de Microbiologie et Maladies contagieuses, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202 Rabat-Instituts, Maroc.

Reçu le 13.7.1994, accepté le 22.11.1994.

les boîtes sont examinées pour apprécier la présence et l'aspect des colonies bactériennes. Les bactéries isolées sont identifiées selon les méthodes conventionnelles (1). La recherche des mycoplasmes a été effectuée sur le milieu KN, milieu original de Hayflick, modifié selon le protocole décrit par TAOUDI *et al.* (13).

RÉSULTATS

Sur les 287 prélèvements, 189 trayons (soit 66 p. 100) ne contenaient aucun germe et 98 trayons (soit 34 p. 100) ont montré des cultures bactériennes, soit en culture pure (31,3 p. 100), soit en cultures mixtes (2,8 p. 100). Soixante-huit chèvres (48 p. 100) ont au moins un quartier infecté. La répartition des germes isolés par groupe d'élevage est représentée au tableau I. Les staphylocoques sont les plus fréquemment isolés (55,9 p. 100 de l'ensemble des germes isolés) suivis de *Bacillus* spp. (26,7 p. 100). Aucun mycoplasme n'a été isolé.

Le niveau d'infection varie selon les groupes d'élevages enquêtés. Il est de 50,7 p. 100 (nombre de quartiers infectés par rapport au nombre de quartiers examinés) pour l'élevage A, de 21,4 p. 100 pour l'élevage B et de 16 p. 100 pour l'élevage C. La répartition du niveau d'infection selon l'âge, le numéro et le mois de lactation a montré que 92 p. 100 des trayons infectés appartiennent à des chèvres âgées entre 2 et 5 ans avec une fréquence élevée (41 p. 100) chez les chèvres âgées de 4 ans. La fréquence des infections mammaires augmente avec le numéro de lactation et ce jusqu'à la 3^e lactation (44 p. 100 des trayons) puis diminue. Quant au mois de lactation, le niveau d'infection est plus élevé (34 p. 100) au 5^e mois et plus faible au début et en fin de lactation.

L'étude de l'association statistique entre le niveau d'infection des quartiers examinés et les différents paramètres zootechniques (race, âge, mois et numéro de lactation) est récapitulée au tableau II. Il a été trouvé que le niveau d'infection est associé avec la race, le numéro et le mois de lactation. Cependant, il n'a pas été trouvé d'association entre le niveau d'infection et l'âge des chèvres examinées.

DISCUSSION

Seul, le diagnostic bactériologique a été retenu pour caractériser les infections mammaires dans cette étude. Le test "California Mastitis Test" (CMT) d'application courante chez les bovins reste sujet, dans le cas particulier des mammites caprines, à de nombreuses controverses (2, 6, 11, 14). Les techniques de diagnostic basées sur le comptage cellulaire tout comme celles reposant sur la recherche de l'activité enzymatique de la N-Acétyle-Glucosaminidase (NAGase) auraient pu affiner le diagnostic (14), mais faute de matériel et de moyens, elles n'ont pu être réalisées.

TABEAU I Répartition et fréquence des germes isolés par élevage.

Germes	Elevage			Total	Fréquence (p. 100)
	A	B	C		
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	5	0	14	(13)
<i>Staphylococcus</i> CN	35	8	2	45	(42,9)
<i>Bacillus</i> spp.	21	0	7	28	(26,7)
<i>Streptococcus</i> spp.	5	0	0	5	(4,8)
Coliformes	4	0	1	5	(4,8)
<i>Pseudomonas</i> spp.	2	0	4	6	(5,7)
<i>Micrococcus</i> spp.	0	2	0	2	(1,9)
Total	76	15	14	105	(100)

TABEAU II Etude de l'association statistique entre le niveau d'infection et quelques paramètres zootechniques.

Paramètres	n	χ^2	p
Race	287	33,63	< 0,01 (0,00625)
Age	287	6,67	> 0,01 (0,24000)
Numéro de lactation	287	16,22	< 0,01 (0,00625)
Mois de lactation	287	21,84	< 0,01 (0,00271)

n = nombre de trayons analysés.

Les analyses bactériologiques ont mis en évidence la prépondérance des staphylocoques, particulièrement les staphylocoques à coagulase négative (SCN). Des résultats similaires ont été rapportés dans d'autres travaux (2, 5, 7, 9, 10, 14). La prévalence élevée des SCN (43 p. 100) par rapport à celle de *Staphylococcus aureus* (13 p. 100) est un phénomène fréquemment observé dans les mammites subcliniques de la chèvre (4, 10, 12). Les SCN sont des germes commensaux du tégument mammaire et leur pathogénicité dans les mammites caprines est controversée (3, 8). La signification pathologique des SCN est difficile à déterminer dans le cadre de ce travail.

Bacillus spp. a été isolé à partir de 27 p. 100 des trayons infectés. A l'exception de quelques travaux qui ont rapporté des prévalences similaires dans les mammites subcliniques (5), le rôle de *Bacillus* dans les mammites caprines n'est pas très bien élucidé. L'identification des espèces de *Bacillus* spp., en particulier les souches hémolytiques, et l'étude de leur effet sur la production laitière, devraient apporter plus de précision sur le rôle pathogénique de *Bacillus* dans les mammites caprines.

Les streptocoques n'ont été que rarement isolés. Ce résultat rejoint la majorité des études qui rapportent que contrairement aux mammites bovines, les streptocoques ne sont que très peu souvent à l'origine des infections mammaires chez la chèvre (2, 5, 10, 14).

Le niveau d'infection des troupeaux enquêtés est en moyenne de 34 p. 100. Bien que ce pourcentage paraisse plus élevé que ceux trouvés par RYAN et GREENWOOD

en 1990 et VIHAN en 1989, il reste dans la marge des résultats rapportés par plusieurs auteurs (5, 7, 12). Il traduit la prépondérance des mammites subcliniques en élevage caprin laitier qui contraste avec l'importance relativement faible des mammites cliniques. La différence des niveaux d'infection entre les trois groupes d'élevage fait intervenir essentiellement des facteurs liés au mode d'élevage (traite mécanique, intensité de production laitière,...) et des facteurs liés à l'animal tels que la race. En effet, les chèvres de races améliorées aux capacités de production laitière élevées, en l'occurrence la race Saanen et la race Alpine, semblent plus prédisposées aux mammites que les chèvres autochtones (Draa) au potentiel laitier moins important. Les différences observées entre les 3 groupes d'élevages sont statistiquement significatives ($p < 0,01$).

CONCLUSION

Cette étude ponctuelle dans quelques élevages caprins laitiers a mis en évidence la prépondérance des mammites subcliniques avec un niveau d'infection moyen de 34 p. 100 malgré l'absence de cas de mammites cliniques au moment de la visite. Cela justifie l'urgence de l'instauration de programmes de prévention, en raison notamment des pertes insidieuses et difficilement mesurables en production laitière. L'analyse bactériologique devrait être complétée par des techniques de mise en évidence de l'inflammation ainsi que par des méthodes de comptage cellulaire pour suivre la dynamique des infections mammaires et leur influence sur la production laitière.

BIBLIOGRAPHIE

1. CARTER (G.R.). Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology. 4th ed. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1985.

EL IDRISSE (A.H.), BENKIRANE (A.), ZARDOUNE (M.). Investigations on subclinical mastitis in caprine dairy herds in Morocco. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 285-287

To determine the prevalence and causes of subclinical caprine mastitis, an investigation based on bacteriological diagnosis was carried out in three dairy herds (A, B and C) respectively constituted of Saanen, Alpine and a local breed, Draa. Among 287 samples analysed in the study 98 teats (34 %) were infected. Coagulase-negative *Staphylococci* were the most frequently isolated (43 % of total isolated bacteria) followed by *Bacillus* spp. (27 %) and *Staphylococcus aureus* (13 %). Other bacteria isolated were *Pseudomonas* spp. (6 %), *Streptococcus* spp. and coliforms (5 %) and *Micrococcus* spp. (2 %). No *Mycoplasma* was recovered. The epidemiologic study showed the significant effect of the type of herd husbandry and breed as well as the number and month of lactation.

Key words : Goat - Alpine goat - Saanen goat - Mastitis - Milk - Microbiological analysis - *Bacillus* - *Staphylococcus* - Milk yield - Epidemiology - Animal husbandry method - Morocco.

2. EAST (N.E.), BIRNIE (E.F.). Diseases of udder. In: SMITH (M.C.) ed. The veterinary Clinics of North America: Large animal practice. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1983, vol.5. p. 591-600.

3. HINCKLEY (B.S.), POST (J.E.), DUVAL (M.C.). The role of nonhemolytic staphylococci in caprine mastitis. *Vet. Med.*, 1985, **80**: 76-80.

4. HUNTER (A.C.). Microflora and somatic cell content of goat milk. *Vet. Rec.*, 1984, **114**: 318-320.

5. KALOGRIDOU (D.V.). Mastitis related pathogens in goat milk. *Small Rum. Res.*, 1991, **4**: 203-211.

6. LERONDELLE (C.), POUTREL (B.). Characteristics of non clinical mammary infections of goats. *Annls Rech. vet.*, 1984, **15**: 105-112.

7. POUTREL (B.). Les mammites de la chèvre et de la brebis. *Les dossiers de l'élevage*, 1983, **5**: 37-45.

8. POUTREL (B.). Udder infection by coagulase negative staphylococci. *Vet. Microbiol.*, 1984, **9**: 131-137.

9. ROGUINSKY (M.), POUTREL (B.), SECQ (J.P.), PILLET (R.). Etude cellulaire et bactériologique sur les laits de troupeaux de chèvres. *Doss. Elev.*, 1980, **60**: 27-32.

10. RYAN (D.P.), GREENWOOD (P.L.). Prevalence of udder bacteria of milk samples from four dairy goat herds. *Aust. vet. J.*, 1990, **67**: 362-363.

11. SIDDIQUE (M.H.), HAFEEZ (M.), GBADAMOSI (S.G.). Screening for subclinical mastitis in goat: Testing the tests. *Vet. Med.*, 1988, **83**: 87-88.

12. SHELDRAKE (R.F.), HOARE (R.J.T.), WOODHOUSE (V.E.). Relationship of somatic cell count and cell volume analysis of goat's milk to intramammary infection with coagulase-negative staphylococci. *J. Dairy Res.*, 1981, **48**: 393-403.

13. TAOUDI (A.), KIRCHOFF (H.), JOHNSON (D.W.), CHOUKRAL-LAH (A.). Prevalence of *Mycoplasma* and *Acholeplasma* species in cattle exhibiting various clinical diseases and pathological lesions in Morocco. *Zentbl. VetMed.*, 1985, **32**: 534-540.

14. VIHAN (V.S.). Determination of NAGase activity of milk for diagnosis of subclinical caprine mastitis. *Small Rum. Res.*, 1990, **2**: 359-366.

EL IDRISSE (A.H.), BENKIRANE (A.), ZARDOUNE (M.). Investigaciones sobre las mastitis subclínicas en los establecimientos caprinos lecheros en Marruecos. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 285-287

Con el fin de determinar la frecuencia y la causa de las mastitis subclínicas caprinas, se realizó una investigación basada en el diagnóstico bacteriológico en tres grupos de hatos lecheros (A, B y C), de las razas Saanen, Alpina y Draa (raza local), respectivamente. En las 287 muestras analizadas, 98 cuartos (es decir 34 p. 100), fueron encontrados infectados. Los estafilococos coagulasa negativos fueron los agentes aislados más frecuentemente (43 p. 100 del total de los gérmenes), seguidos por *Bacillus* spp. (27 p. 100) y *Staphylococcus aureus* (13 p. 100). Las otras bacterias aisladas fueron *Pseudomonas* spp. (6 p. 100), *Streptococcus* spp. y coliformes (5 p. 100) y *Micrococcus* spp. (2 p. 100). No se aisló ningún micoplasma. El estudio epidemiológico permitió demostrar el efecto significativo del tipo de crianza, de la raza, del número y del mes de lactación.

Palabras clave : Caprino - Cabra Alpino - Cabra Saanen - Mastitis - Leche - Análisis microbiológico - *Bacillus* - *Staphylococcus* - Producción lechera - Epidemiología - Metodo de crianza - Marueccos.

Communication

***Pasteurella haemolytica* A2 infection in two sheep flocks in Tripoli area (Libya)**A.M. Moustafa¹

MOUSTAFA (A.M.). Infection à *Pasteurella haemolytica* A2 dans deux troupeaux de moutons de la région de Tripoli (Libye). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 289-290

Trois cent trente moutons provenant de deux troupeaux différents ont été examinés pour des manifestations respiratoires comportant un écoulement nasal séreux à mucopurulent, de la dyspnée, de la toux et un état général légèrement affecté. Cinquante-cinq animaux (16,6 p. 100) ont été malades, et 13 (3,9 p. 100) sont morts. Des prélèvements ont été effectués sur les cadavres, les malades et les animaux encore en bonne santé. *Pasteurella haemolytica* A2 a été identifiée sur 18 isolats. Le sérotype a été effectué par la méthode d'agglutination rapide sur plaque (RPA). La réponse aux antibiotiques a été testée et le traitement institué au vu des résultats.

Mots clés : Ovin - Septicémie hémorragique - *Pasteurella haemolytica* - Libye.

Introduction

The aim of the present note is to determine the causative agent of infection in two separate sheep flocks raised in two different areas of the suburb of Tripoli.

Materials and methods**Prevalence and symptoms**

330 animals of local breed (Barki) were examined: 150 sheep at Ain Zara, in an open yard; animals were grazing in a sandy area. The second flocks at wadi Al-Rabeeh included 180 animals aged from one month to two years. They were raised in a windy desert yard, fenced with wire. Their condition is described in table I.

Affected sheep showed respiratory manifestations including bilateral mucopurulent nasal discharge, dyspnoea, depression, cough, anorexia and slight frothing at the sides of mouth. Kids showed nasal discharge, cough and were barely able to move, when they did walk, they had an odd stilt-like gait. Post-mortem examination showed a mucous discharge from the nostrils, congestion of the trachea and lungs with fibrinous deposition and blood clots on incision in the lung tissue. Pneumonia developed in both flocks as early as one month old, but usually at 2-3 months of age and it is more frequently observed in sheep less than one year old. In the first flock, morbidity and mortality rates were 13 and 3.3 %, while in the second flock, they were 19.4 and 4.4 %, respectively.

1. Department of animal Medicine, Faculty of veterinary Medicine, Moshtohour, POB 13736, Benha University, Egypte.

Reçu le 8.08.1993, accepté le 11.10.1994.

TABLEAU I Frequency of isolated *Pasteurella haemolytica* strains from diseased and dead sheep.

Flocks	Condition			Tissues and samples taken	Number of isolates
	Healthy	Disease	Dead		
No. 1 (150 sheep)	125 (83,3 %)	20 (13,3 %)	5 (3,3 %)	Nasal swabs Trachea Lungs	1 1 5
No. 2 (180 sheep)	137 (16.1 %)	35 (19.4 %)	8 (4.4 %)	Nasal swabs Trachea Lungs Blood swabs	1 2 8 -
Total 330	262 (79.3 %)	55 (16.6 %)	13 (3.9 %)		

Nasal swabs were sampled taken from live animals. Parts of lungs, trachea and blood swabs were taken from dead animals or at agony state for bacteriology.

Necropsy

There was a mucous discharge from the nostrils, congestion of the trachea and lungs with fibrinous deposition and blood clots on incision in the lung tissue. Pneumonia developed in both flocks as early as one month old, but usually at 2-3 months of age and it is more frequently observed in sheep less than one year.

Laboratory examination - Serotyping

Swabs were streaked onto 5 % sheep blood agar plates and incubated overnight at 37°C. Plates were then examined for pasteurella-like colonies. Germs were reisolated on blood agar and examined by morphology and hemolysis after growth on McConkey's plate and, then tested for Gram-staining, biochemical and sugar fermentations as shown in table II. Parts of lungs, trachea, and blood swabs were streaked on blood agar plates together with brain and heart infusion as previously described. Isolated strains of *P. haemolytica* were serotyped by rapid plate agglutination (RPA) procedure according to FRANK and WESSMAN (6).

Typing antisera were kindly supplied by Dr Glynn H. Frank (USDA, Ames, Iowa).

Drug susceptibility was carried out on the 18 isolated strains to detect the antibiotic of choice in controlling this disease. The paper discs used (BBL sensidisc, Becton Dickenson & Co., Cockeysville, MD) contained gentamycin (10 mcg), chloramphenicol (30 mcg), cephalothin (10 mcg), kanamycin (10 mcg), penicillin (10 units), lincomycin (2 mcg), oxytetracycline (30 mcg), cloxacillin (1 mcg) and triplesulfas (30 mcg).

Communication

Results

Eighteen isolates of *Pasteurella haemolytica* were Gram-negative, cocco-bacilli, bipolar and showed growth of narrow zone of β -hemolysis on 5 % blood agar, grows on McConckey's media after 72 h at 37°C. Biochemical and sugar fermentations of the isolated strains are shown in table II and these findings agreed with of CARTER (4). All 18 isolates were *P. haemolytica* A2 (9).

Chemotherapy

As results of the drug susceptibility test, Pan Terramycin® (Pfizer) intramuscular injection at a dose of 1 ml/10 kg body weight (bwt) and Trivettrin® injection (BP Wellcome) at a dose of 1 ml/16 kg bwt were given for 3 or 5 days to adults, while Selepherol® injection (Vetoquinol SA) at a dose of 1 ml/10 kg bwt was given in addition to kids as stimulant.

Discussion and conclusion

In Libya, septicemic haemorrhagia (pasteurellosis) possibly is the causative agent for 17 % of morbidity and 4 % casualties among sheep raised in the open. The disease is more severe among lambs than adults. A flock outbreak starts suddenly with a sheep dying or acutely ill with respiratory disease. Other sheep in the flock show less severe signs such as coughing and mild oculo-nasal discharge. The disease is often systemic in lambs aged of more than of 2 months and it is pneumonic in adult sheep. In Libya, there are no statistical figures about the incidence of infection with ovine pneumonic pasteurellosis.

TABLEAU II Biochemical characteristics and sugar fermentations of 18 isolated *Pasteurella haemolytica* strains.

Criteria	<i>Pasteurella haemolytica</i>
Indole	-
Urease	-
Oxidase	+
Fermentation:	
Glucose	A
Lactose	A
Sucrose	A
L-arabinose	+
D-xylose	+
Trehalose	-
Salicin	-

References

1. ARGUETA GARCIA (J.), MERCADO PEZZAT (M.), TRIGO (T.F.J.). Frequency of *Pasteurella haemolytica* in the nasal cavity of lambs and adult sheep. *Veterinaria Mexico*, 1988, **19**: 93-97.
 2. BIBERSTEIN (E.L.), GILL (M.), KNIGHT (H.). Serological types of *P. haemolytica*. *Cornell Vet.*, 1960, **50**: 283-300.
 3. CARTER (G.R.). Pasteurellosis: *P. multocida* and *P. hemolytica*. *Adv. vet. Sci.*, 1967, **11**: 321-379.
 4. CARTER (G.R.). Essentials of veterinary bacteriology and mycology. 3rd edn. Philadelphia, Lea and Febiger, 1986. p. 160.
 5. COLIN (F.R.), JARAMILLO (M.L.), AGUILA (R.F.), TRIGO (T.F.J.), MERINO (M.M.). Serotypes of *P. haemolytica* isolated from pneumonic sheep in Mexico. *Revta lat.-am. Microbiol.*, 1987, **29**: 323-334.
 6. FRANK (G.H.), WESSMAN (G.E.). Rapid plate agglutination procedure for serotyping *P. haemolytica*. *J. clin. Microbiol.*, 1978, **7**: 142-145.
 7. FRASER (J.), GILMOUR (N.J.L.), LAIRD (S.), DONACHIE (W.). Prevalence of *P. haemolytica* serotypes isolated from ovine pasteurellosis in Britain. *Vet. Rec.*, 1982, **110**: 560-561.
 8. JONES (T.C.), HUNT (R.D.). Veterinary Pathology. 5th edn, Philadelphia, Lea and Febiger, 1983. p. 268-629.
 9. MOUSTAFA (A.M.), AFIFI (E.A.). Pneumonia in sheep flocks caused by *P. haemolytica* infection. *Benha vet. Med. J.*, 1991, **2**: 16-24.
- MOUSTAFA (A.M.). *Pasteurella haemolytica* A2 infection in two sheep flocks in Tripoli area (Libya). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 289-290
- 330 sheep from two different flocks were examined for respiratory manifestations including serous to mucopurulent nasal discharge dyspnoea, cough and light depression. 55 animals were sick (16.6 %) and 13 died (3.9 %). Samples were taken from healthy, diseased and dead cases as well. *Pasteurella haemolytica* A2 was identified from 18 isolates, and serotyped by rapid plate agglutination (RPA). Drug susceptibility was tested and treatment applied in line with the results.
- Key words* : Sheep - Haemorrhagic septicaemia - *Pasteurella haemolytica* - Libya.

L'immunodiagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* par la technique ELISA au Sénégal.

Observations préliminaires chez deux agneaux

O.T. Diaw¹, M.M. Seye¹, M. Seye¹, Y. Sarr¹, G. Vassiliadès¹

DIAW (O.T.), SEYE (M.M.), SEYE (M.), SARR (Y.), VASSILIADÈS (G.). L'immunodiagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* par la technique ELISA au Sénégal. Observations préliminaires chez deux agneaux. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 291-294

L'objet de ce travail est de tester l'utilisation de la technique ELISA au Sénégal pour le diagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* chez le mouton en utilisant comme antigène les produits métaboliques d'excrétion-sécrétion du parasite. Alors que les analyses coprologiques classiques sont négatives jusqu'à la 14^e semaine, l'analyse immunologique par le test ELISA permet de trouver les premiers anticorps anti-*Fasciola gigantica* dès la 4^e semaine après l'infection.

Mots clés : Ovin - Agneau - Fasciolose - *Fasciola gigantica* - Immunodiagnostic - Diagnostic - Technique immunologique - Fèces - Sang - Test ELISA - Sénégal.

INTRODUCTION

Au Sénégal, la fasciolose à *Fasciola gigantica* prend de plus en plus d'importance depuis la construction du barrage de Diama et les nombreux aménagements hydroagriques (6). Le diagnostic *ante mortem* de cette affection pour la mise en place de mesures de lutte efficaces et surtout de contrôle continu, pose des difficultés. En effet, la coprologie reste insuffisante car les premiers œufs ne sont détectés qu'à partir du 3^e mois de l'infestation (2). Une technique plus sensible permettant un diagnostic précoce de la maladie s'avère donc nécessaire. Il existe déjà un test sérologique par la méthode ELISA qui permet de mettre en évidence, chez les animaux, l'apparition des premiers anticorps anti-fascioliens (1, 3, 4, 5, 9, 12, 14, 15, 21, 22). Récemment, ce test a été amélioré en utilisant comme antigène les produits d'excrétion-sécrétion des parasites (*Fasciola*) (2, 3, 16, 17, 19). L'ensemble des données de la fasciolose concerne *Fasciola hepatica*, seules quelques études ont été réalisées avec *Fasciola gigantica* (10, 11).

L'objectif de ce présent travail est de tester la validité de la technique ELISA en utilisant un antigène de *Fasciola gigantica* d'excrétion-sécrétion et d'envisager son utilisation sur le terrain comme moyen de diagnostic individuel. Pour ce faire, l'infestation expérimentale de 2 ovins, suivis au laboratoire du début jusqu'à la mort naturelle survenue aux 10^e et 14^e semaines respectivement, a été réalisée.

1. Service de Parasitologie, LNERV/ISRA, B.P 2057, Dakar, Sénégal.

Reçu le 15.4.1993, accepté le 11.10.1994.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Animaux d'expérience

Deux agneaux mâles âgés de 3 mois de race Peul-Peul, nés à Dakar dans un élevage de case (zone indemne de trématodoses), ont été utilisés. Par ailleurs, l'analyse coprologique par sédimentation (7) effectuée au préalable a confirmé l'absence de trématodes.

Infestation

Ces agneaux ont été infestés par voie orale à partir de métacercaires de *Fasciola gigantica*. Ces dernières sont issues de limnées d'élevage infestées expérimentalement en laboratoire et suivies jusqu'à la sortie des cercaires, puis elles sont conservées à +4° jusqu'à leur utilisation. Les deux agneaux (n°1 et n°2) ont reçu chacun, en une seule prise, 300 métacercaires âgées de 3 mois et 15 jours.

Prélèvements de fèces et de sang pour analyses

Pendant le suivi des animaux, des prélèvements de fèces, suivis d'analyses coprologiques (7), ont été effectués avant infestation d'abord, puis au rythme d'un prélèvement par semaine à partir de la 3^e semaine. Des prélèvements individuels de sang en vue de la récolte de sérums destinés aux tests sérologiques ont été également faits avant infestation (J0-1), le jour de l'infestation (J0) et ensuite une fois par semaine jusqu'à la mort naturelle des animaux (étapes : J0+1, J0+2; J0+3, etc.). Les analyses sérologiques ont été réalisées avec la technique de dosage des anticorps utilisant un antigène métabolique excrétion-sécrétion de *Fasciola gigantica*. Les prélèvements de fèces et de sang à J-1 et J0 constituent les témoins de référence avant infestation.

Préparation de l'antigène et épreuve ELISA

Des douves adultes ont été placées dans une boîte de Pétri et laissées pendant 3 h dans de l'eau distillée. Le produit des excrétions-sécrétions a été récolté, tamisé et centrifugé. Le surnageant a été recueilli puis mis en aliquotes après avoir déterminé le taux de protéines (méthode électrophotométrique par référence à la table

nomographique de E. ADAMS). Deux dilutions de sérum ont été testées pour les épreuves sérologiques : l'une au 1/100 et l'autre au 1/200 avec une concentration unique de conjugué à la peroxydase diluée au 1/5 000. L'antigène fixé sur les plaques (Dynatech M.129A) était utilisé à la concentration de 10 µg/ml diluée dans le tampon. Les sérums de référence ayant servi pour la réalisation de ces tests sont ceux récoltés sur l'agneau n°1 avant infestation pour le négatif et à la veille de sa mort pour le positif.

RÉSULTATS

Agneau n°1

L'animal est mort à la 14e semaine après infestation (100 jours). A l'autopsie, on notait un début de calcification des canaux hépatiques et la présence d'ascite dans la cavité générale. Des douves adultes (39) ont été récoltées au niveau du foie, et des œufs ont été décelés dans le parenchyme hépatique par examen microscopique.

Coprologie

Toutes les analyses coprologiques sont restées négatives jusqu'à la mort de l'agneau.

Sérologie (figure 1)

Dilution au 1/100

L'apparition des anticorps est intervenue dès la 3e semaine ayant suivi l'infestation. Cependant, la courbe des densités optiques a connu une ascension dès la première semaine. Le premier pic a été atteint à la 11e semaine mais la valeur de la densité optique la plus élevée a été enregistrée à la veille de la mort de l'animal, soit J+99.

Dilution au 1/200

La même ascension de la courbe des densités optiques est apparue, mais les valeurs enregistrées sont plus faibles pour les mêmes sérums dilués au 1/100. Le premier pic est observé à la veille de la mort de l'animal.

Agneau n° 2

L'agneau n°2 n'a survécu que pendant 74 jours. A l'autopsie, 56 douves immatures ont été récoltées au niveau du foie mais aucun œuf n'a été observé à l'examen microscopique du parenchyme hépatique. L'agneau n'a sans doute pas supporté l'infestation (migration massive des jeunes douves, foie fortement endommagé).

Coprologie

Aucun œuf n'a été rencontré au cours des examens coprologiques effectués pendant l'expérience.

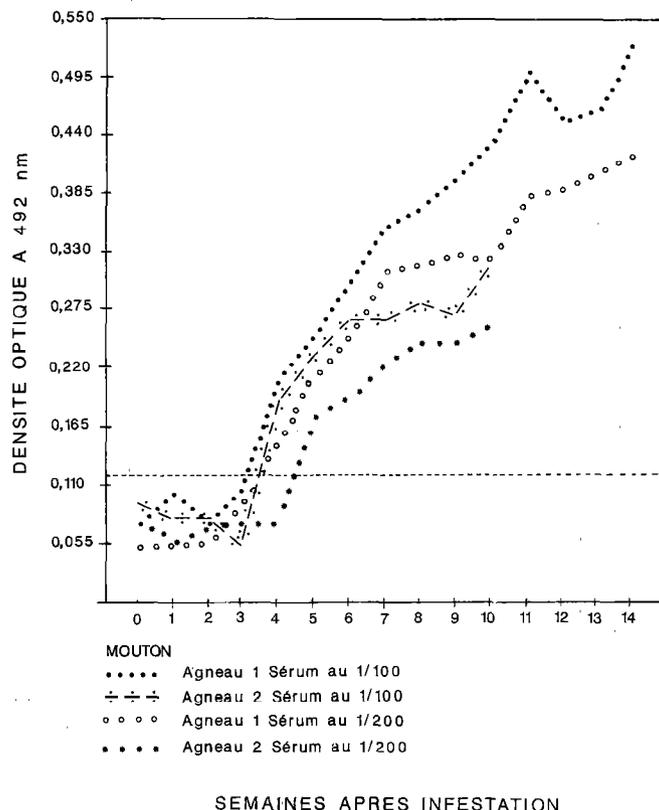


Figure 1 : Résultats sérologiques avant et après infestation.

Sérologie (figure 1)

Dilution au 1/100

Les premiers anticorps apparaissent à la 4e semaine et le premier pic est atteint à la 6e semaine, soit deux semaines après. Comme précédemment, le maximum de la valeur des densités optiques s'observe à la 10e semaine après infestation et cette valeur se rapproche de celle du sérum de l'agneau n°1 à la même période mais avec une dilution au 1/200.

Dilution au 1/200

Les valeurs des densités optiques ont évolué de la même manière que pour les épreuves précédentes et le pic se situe à la 8e semaine. On note cependant une baisse de la réponse immunitaire de l'agneau n°2 dont les valeurs des densités optiques de la dilution au 1/100 sont plus faibles que celles de l'agneau n°1 à la même dilution et se rapprochent plutôt des valeurs des densités optiques de la dilution au 1/200 de ce même agneau.

DISCUSSION

Dans cette étude comportant une infestation expérimentale avec *F. gigantica*, le test ELISA avec un antigène excréteur-sécréteur permet de déceler précocement, dès

la 3e semaine, la présence des anticorps anti-*F. gigantica*. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par BOULARD (2, 3) chez des bovins avec l'antigène excrétion-sécrétion de *Fasciola hepatica* et ceux de PFISTER (18) sur lapins et bovins ; mais ici, on constate de légères différences en ce qui concerne la réceptivité et la réaction sérologique. En effet, chez le premier sujet, les anticorps anti-*Fasciola* sont plus précoces (3e semaine) que chez le second (4e semaine). Cependant, SANTIAGO DE WEIL et HILLYER (20) ont observé ces mêmes différences qu'ils attribuent à un simple phénomène de comportement individuel.

L'utilisation de ce test en milieu naturel, où les animaux sont polyparasités, pose cependant le problème des communautés antigéniques et des réactions croisées avec les autres parasites. Les recherches d'éventuelles communautés antigéniques entre *Fasciola* et d'autres parasites du bétail sont abondamment documentées (3, 13, 18). Dans cette étude, on a testé la technique ELISA avec l'antigène excrétion-sécrétion de *F. gigantica* en faisant un premier essai sur 4 sérums de référence dont l'un est négatif (agneau indemne de trématodes) et les 3 autres positifs, respectivement à *F. gigantica*, *Schistosoma bovis* et *Paramphistomum* sp. Seul le sérum homologue a réagi avec une densité optique égale à 4 fois celle des autres (la densité optique du négatif est sensiblement la même que celle des autres sérums hétérologues).

Cependant au Nigeria, Fagbemi *et al* (8) ont montré la communauté antigénique entre *F. gigantica*, *Dicrocoelium hospes* et *S. bovis* mais ceci à partir d'antigènes bruts et semi-purifiés de vers entiers. Ces résultats sont d'une grande importance quant à l'utilisation du test ELISA en zone tropicale et posent le problème de la spécificité de l'antigène.

Cette méthode ELISA, utilisée dans un autre essai en milieu naturel (troupeau de 33 moutons), a permis de retrouver les mêmes animaux infestés (6) par *F. gigantica* diagnostiqués auparavant avec la méthode coproscopique.

Les observations préliminaires faites ici sur 2 agneaux avec un antigène excrétion-sécrétion sont intéressantes mais les recherches doivent se poursuivre, avec un plus grand nombre d'animaux, pour mieux approfondir ce problème de réactions croisées avec les autres parasites et déterminer les limites d'utilisation pratique de ce test.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude montrent que le diagnostic ELISA utilisant un antigène métabolique excrétion-sécrétion permet de déceler précocement la présence des anticorps anti *Fasciola gigantica* chez le mouton alors que le diagnostic par les techniques de coprologie est impossible jusqu'au 3e mois. Cette technique est applicable aux études épidémiologiques de la fasciolose à *Fasciola gigantica* et constitue un outil d'une grande importance dans l'organisation et la mise en place de moyens de contrôle et de lutte contre cette affection au Sénégal.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le comité de lecture et de rédaction de la Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, ainsi que le Dr C. BOULARD (INRA, Tours) pour les remarques, suggestions et corrections qu'ils ont bien voulu apporter à ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMBROISE-THOMAS (P.), DESGEORGES (P.T.), BOUTTAZ (M.). Le diagnostic immunoenzymologique (ELISA) de la fasciolose humaine et bovine. Détection d'anticorps et/ou d'antigènes circulants. *Annls Soc. belge Méd. trop.*, 1980, **60** : 47-60.
2. BOULARD (C.), BOUVRY (M.), ARGENTE (G.). Comparaison de la détection des foyers de fasciolose par test ELISA sur lactosérum et sérum et par coproscopie. *Annls Rech. vét.*, 1985, **16** (4) : 363-368.
3. BOULARD (C.), REGNAULT (A.). L'immunodiagnostic de la fasciolose bovine par la technique ELISA. *Bull. G.T.V.*, 1989, 1-B-337 : 59-68.
4. BURDEN (D.J.), HAMMET (N.C.). Microplate enzyme-linked immunosorbent assay for antibody to *Fasciola hepatica* in cattle. *Vet. Rec.*, 1978 : 103-158.
5. BURDEN (D.J.), HAMMET (N.C.). The ELISA test for detection of *Fasciola hepatica* infection in cattle. *Parasitology*, 1979, **79** : 3.
6. DIAW (O.T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.). Prolifération des mollusques et incidences sur les trématodes dans la région du delta et du lac de Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (4) : 499-502.
7. EUZEBY (J.). Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Travaux pratiques d'helminthologie vétérinaire. Paris, Vigot frères, 1958.
8. FAGBEMI (B.O.), OBARISIAGBON (I.O.). Common antigen of *Fasciola gigantica*, *Dicrocoelium hospes* and *Schistosoma bovis* and their relevance to serology. *Vet. Q.* 1991, **13** (2) : 81-87.
9. FARRELL (C.J.), SHEN (D.T.), WESCOTT (R.B.), LANG (B.Z.). An enzyme-linked immunosorbent assay for diagnostic of *Fasciola hepatica* infection in cattle. *Am. J. vet. Res.*, 1981, **42** (2) : 237-240.
10. GORAISH (I.A.), ABDELSALAM (E.B.), TARTOUR (G.), ABBAS (B.), ARADAIB (I.E.). The effect of levamisole (L. tetramisole) treatment on the susceptibility to *Fasciola gigantica* infection in goats. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (3) : 283-287.
11. GORAISH (I.A.), ABDELSALAM (E.B.), TARTOUR (G.). Susceptibility to homologous reinfection with *Fasciola gigantica* in goats. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (1) : 69-73.
12. HILLYER (G.V.), SANTIAGO DE WEIL (N.). Use of immunologic technics to detect chemotherapeutic success in infections with *Fasciola hepatica*. II. The enzym linked immunosorbent assay in infected rats and rabbits. *J. Parasit.*, 1979, **65** : 680-684.
13. HILLYER (G.V.), SANTIAGO DE WEIL (N.). Serodiagnosis of experimental fasciolosis by immunoprecipitation tests. *Int. J. Parasit.*, 1981, **11** : 71-78.
14. ITAGAKI (T.), OHTA (N.), HOSAKA (Y.), ISO (H.), KONISHI (M.), CHINONE (S.), ITAGAKI (H.). Diagnosis of *Fasciola* sp. infection in cattle by enzyme-linked immunosorbent assay. *Jap. J. vet. Sci.*, 1989, (51) : 757-764.

15. JEMLI (M.H.), DORCHIES (P.), MAGNAVAL (J.F.). Application de la technique ELISA au diagnostic immunologique de la fasciolose ovine : comparaison avec l'immunofluorescence indirecte et la double diffusion en gélose. *Revue Méd. vét.*, 1987, **138** : 355-359.
16. LEHNER (R.P.), SEWELL (M.M.H.). A study of antigens produced by adults *Fasciola hepatica* maintained *in vitro*. *Parasite Immunol.*, 1980, **2**: 99-109.
17. LEVINE (D.M.), HILLYER (G.V.), FLORES (S.I.). Comparison of counterelectrophoresis, the enzyme-linked immunosorbent assay, and kato fecal examination for the diagnosis of fascioliasis in infected mice and rabbits. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1980, **29**: 602-608.
18. PFISTER (K.), DAVEAU (C.), AMBROISE-THOMAS (P.). Partial purification of somatic and excretory-secretory products of adult *Fasciola hepatica* and their application for serodiagnosis of experimental and natural fascioliasis using an ELISA. *Res. vet. Sci.*, 1984, **37**: 39-43.
19. RAJASEKARIAH (G.R.), MITCHELL (G.F.), CHAPMAN (C.B.), MONTAGUE (P.E.). *Fasciola hepatica*: attempts to induce protection against induction in rats and mice by injection of excretory/secretory products of immature worms. *Parasitology*, 1979, **79**: 183-187.
20. SANTIAGO DE WEIL (N.), HILLYER (G.V.). Antibody profiles by EITB and ELISA of cattle and sheep infected with *Fasciola hepatica*. *J. Parasit.*, 1988, **74** (5): 810-818.
21. WESCOTT (R.B.), FARREL (C.J.), SHEN (D.I.). Diagnosis of naturally-occurring *Fasciola hepatica* infection in cattle with an enzyme-linked immunosorbent assay. *Am. J. vet. Res.*, 1983, **45**: 178-179.
22. ZIMMERMAN (G.L.), JEN (L.W.), CERRO (J.E.), FARNSWORTH (K.L.), WESCOTT (R.B.). Diagnosis of *Fasciola hepatica* infections in sheep by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Am. J. vet. Res.*, 1982, **43** (12): 2097-2100.

DIAW (O.T.), SEYE (M.M.), SEYE (M.), SARR (Y.), VASSILIADES (G.). Immunodiagnosis of fasciolosis (*Fasciola gigantica*) with ELISA test in Senegal. Preliminary observations in two lambs. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 291-294

The purpose of this work was to investigate the use of the ELISA test for the diagnosis of fasciolosis (*Fasciola gigantica*) in sheep, in Senegal, using *Fasciola gigantica* metabolic excretion-secretion products as antigens. Coprological analysis results were negative until the fourteenth week following infection; using the ELISA test, the first anti-*Fasciola gigantica* antibodies can be detected as early as the fourth week following infection.

Key words : Sheep - Lamb - Fasciolosis - *Fasciola gigantica* - Immunodiagnosis - Diagnosis - Immunological technique - Faeces - Blood - ELISA test - Senegal.

DIAW (O.T.), SEYE (M.M.), SEYE (M.), SARR (Y.), VASSILIADES (G.). Inmunodiagnóstico de la fasciolosis por *Fasciola gigantica* mediante la técnica de ELISA en Senegal. Observación preliminar en dos corderos. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 291-294

El objetivo de este estudio es el de probar la utilización de la técnica de ELISA en Senegal, para el diagnóstico de la fasciolosis por *Fasciola gigantica* en el cordero, utilizando como antígenos los productos del metabolismo de excreción y secreción del parásito. Mientras que los análisis coprológicos clásicos fueron negativos hasta la semana 14, el análisis inmunológico mediante el ELISA permitió la demostración de los primeros anticuerpos anti-*Fasciola gigantica* a partir de la cuarta semana post-infestación.

Palabras clave : Ovino - Cordero - Fasciolosis - *Fasciola gigantica* - Inmunodiagnóstico - Diagnóstico - Técnica inmunológica - Heces - Sangre - Test ELISA - Senegal.

Communications

Prevalence of trypanosomosis in sheep and goats in a region of Northern Nigeria

A.D. Daniel¹R.A. Joshua²J.O. Kalejaiye¹A.J. Dada¹

DANIEL (A.D.), JOSHUA (R.A.), KALEJAIYE (J.O.), DADA (A.J.). Prévalence de la trypanosomose chez le mouton et la chèvre dans une région du Nord-Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3): 295-297

La prévalence de la trypanosomose a fait l'objet d'une étude menée d'avril à juin 1991 sur des moutons et des chèvres dans les régions administratives d'Alkaleri et de Gombe (Etat de Bauchi, Nord-Nigeria). Six cent quinze animaux (258 moutons et 357 chèvres) ont été examinés au plan de l'infection trypanosomienne. Dans cet effectif, 19 moutons (7,4 p. 100) et 18 chèvres (5,0 p. 100) se sont révélés positifs, soit 37 animaux infectés parmi lesquels 22 par *Trypanosoma vivax*, 9 par *T. congolense* et 6 par *T. brucei*. Pour connaître la méthode la mieux adaptée au contrôle de la maladie chez les petits ruminants dans les conditions habituelles de leur élevage au Nigeria, les auteurs ont recherché la sensibilité de 4 méthodes couramment utilisées pour son diagnostic parasitologique. Les méthodes de concentration-centrifugation pour l'étude de l'hématocrite et la technique de l'interface leucocytaire ou "buffy coat" se sont révélées plus précises que les méthodes standard, à savoir sang frais entre lame et lamelle, et frottis mince. Étant donné la prévalence de la maladie, les moutons et les chèvres doivent être soignés aussi bien que les bovins dans la région.

Mots clés : Caprin - Ovin - Trypanosomose - *Trypanosoma brucei* - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Prévalence - Diagnostic - Nigeria.

Introduction

In Nigeria, there is abundant information on cattle trypanosomosis. The disease with regard to other domestic animals is probably similar but is less well documented (4, 5, 10). STEPHEN (11), in a review of clinical manifestation of trypanosomosis of livestock, indicated that goats are seldom infected with salivarian trypanosomes. Studies by LEACH (7) however, asserted that heavy losses occur among infected sheep and goats when they are exposed to savannah species of *Glossina*. JOSHUA and IGE (4) also found a 5 % incidence rate in slaughter goats in Jos, Plateau State. This raises the possibility that the disease in sheep and goats might be underestimated (4, 5), although the level is still unknown.

Knowledge of the status of the disease in small ruminants is imperative, especially in the areas under study because of their proximity to Yankari Game Reserve where no tsetse control programme is carried out.

1. Veterinary and Livestock Studies Division, Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), PMB 03, Vom-Jos, Plateau State, Nigeria.

2. Department of veterinary Medicine, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Reçu le 8.9.1992, accepté le 11.10.1994.

This paper presents findings on the prevalence of natural trypanosomosis in sheep and goats, obtained from the comprehensive field survey of the areas under study.

Materials and methods

Study area

The study area covers 9 villages in the Southern Fringe of the Sahel ecological zone, in both Alkaleri and Gombe local Government areas of Bauchi State during the months of April-June 1991. These villages were chosen according to the number of districts to ensure wider coverage. The mean annual rainfall was about 300 mm. The locality supported abundant game species grazing as freely as the domestic stock because of the nearness of Yankari Game Reserve.

Sheep and goats

Animals involved in this study are kept peridomestically, but are allowed to graze extensively during the day time. The breeds predominant in this area were sahelian goats and Uda sheep (table I). A total of 615 animals were randomly screened: 258 sheep and 357 goats. Approximately 5 ml of blood were collected from the jugular vein of each animal into Bijou bottles containing EDTA as anti-coagulant.

Diagnosis of infection was made by the standard trypanosome detection methods (STDM): wet and thin films (9, 12), and the microhaematocrit centrifugation technique (HCT) and buffy coat method (BCM) (9, 12). The difference between the two techniques is that the standard trypanosome detection methods can diagnose infections in which parasitaemia averages 500 parasites per ml while the concentration methods can diagnose samples containing 10 or more trypanosomes per µl.

The identification of trypanosome species was carried out according to the specification of HOARE (3) and WOO (12), using morphological differentiation of parasites on Giemsa-stained thick and thin films. Subsequently, 200

TABLE I Prevalence of trypanosome infection in the two local government areas

	Number of sheep sampled (number positive)		Number of goats sampled (number positive)		Total number sampled (number positive)
	Male	Female	Male	Female	
Alkaleri	43 (4)	80 (6)	42 (3)	147 (8)	312 (21)
Gombe	32 (3)	103 (6)	33 (1)	135 (6)	303 (16)
Total	258 (7.4 %)		357 (5.0%)		615 (6.0%)

Communication

films were viewed with a X100 oil immersion objective. The wet film was examined by phase contrast microscopy.

The HCT and BCM were performed using capillary tubes sealed and spun for 5 min in a microhaematocrit centrifuge. Capillaries were placed on a clean microscope slide (up to 12 at a time). The buffy coat zone was covered with a few drops of diluent beneath a coverslip and examined under the microscope using X10 eyepieces in combination with a X25 objective. Packed cell volume (PCV) was used to estimate anaemia using a haematocrit centrifuge and reader (12).

Results

Details of the species detected are shown in tables I and II. Seven and four male sheep and goats respectively were positive for various trypanosomes, while 12 and 14 female sheep and goats were similarly positive. A total of 19 sheep and 18 goats were positive for trypanosomes giving a total of 37 and a rate of 6%. Table III shows the sensitivity of the four detection methods, with the buffy coat being the most sensitive. The mean PCV of the positive and negative sheep was 23.3 ± 1.05 and 27.5 ± 0.46 , respectively. In the positive and negative goats it was 22.6 ± 1.44 and 24.2 ± 0.48 , respectively.

Discussion

The findings of this survey show that *T. vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* infections occur in domestic sheep and goats. The overall rate of 6% positive cases in both sheep and goats suggests that trypanosomosis may be relatively less common in small ruminants than in cattle. This finding adds more credence to the observation in ESURUOSO, HOARE and STEPHEN (2, 3, 11) that cattle are preferred feeding hosts for tsetse flies in areas where both small ruminants and cattle co-exist.

The fact that the prevalence observed in the two local government areas was only 6% does not mean that small ruminant trypanosomosis should not be taken seriously. The really figure is certainly higher, as normal microscopic examination of blood films often fails to reveal the presence of trypanosomes in blood samples. Positive cases detected by different methods showed that the concentration methods: buffy coat method and haematocrit centrifugation technique are more sensitive than the standard trypanosome detection methods: wet films and thin films (table III).

This study shows that *T. vivax* was the predominant trypanosome species observed, which agrees with other authors, findings in West Africa (2, 6, 8). The reason may be mechanical transmission or the shorter development cycle in the anterior station of the tsetse-fly. The low PCV observed in infected animals indicates that trypanosomosis is accompanied by anaemia (1).

Conclusion

Trypanosomosis in sheep and goats is more common and severe than had previously been appreciated. Sheep and goats must be included in chemotherapeutic or chemoprophylactic programmes in the region, so that they do not become a reservoir of infection for the bovine species considered to be economically important.

TABLE II Distribution of species of trypanosomes in sheep and goats in the two local government areas

	Number sampled	Number positive	<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i>	<i>T. brucei</i>
Sheep					
Male	75	7	4	3	—
Female	183	12	8	2	2
Total	258	19	12	5	2
Goats					
Male	75	4	1	2	1
Female	282	14	9	2	3
Total	357	18	10	4	4
Grand total	615	37 (6.0%)	22 (59.5%)	9 (24.3%)	6 (16.2%)

TABLE III Trypanosome infections detected by different methods of diagnosis in the two local government areas

Methods of	Number of samples examined	Number of samples positive (% sensitivity*)	Percent of total samples positive
Wet blood examination	615	21 (56.8)	3.4
Giemsa-stained thin blood film	615	24 (64.9)	3.9
Buffy-coat method (BCM)	615	34 (91.9)	5.5
Haematocrit-centrifugation technique (HCT)	615	30 (81.1)	4.9

* % sensitivity based on total number of positives detected.

Acknowledgements

The authors are grateful for the assistance of Messrs Jacob Ayaniran AYANDELE, Sabo GARBA, Daniel AGONO and to the Director, NITR, Kaduna, Dr. Ibrahim HALID for permission to publish.

References

1. ANOSA (V.O.), ISOUM (T.T.). Experimental *Trypanosoma vivax* infection of sheep and goats, the relationship between the parasitaemia, the growth rate and anaemia. *Niger. J. vet. Med. Ass.*, 1974, **3**: 101-108.
2. ESURUOSO (G.O.). The epizootiology, prevalence and economic aspects of bovine trypanosomiasis in Nigeria. *Proc. a. Meeting US Anim. Hlth Ass.*, 1974, **27**: 160-175.
3. HOARE (C.A.). The trypanosomiasis of mammals. 1st edn, London, Blackwell Scientific, 1972.
4. JOSHUA (R.A.), IGE (K.). The incidence of trypanosomiasis in Red Sokoto goats at slaughter. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1982, **30**: 35-39.
5. KALU (A.U.), EDEGHERE (H.U.). *Trypanosoma vivax* in Nigeria goats. Economic effect of the infection. *Niger. J. Anim. Prod.*, 1985, **12**: 46-50.
6. KALU (A.U.), MAGAJI (Y.). An endemic focus of trypanosomiasis in Benue State. Annual report. Vom-Jos, Plateau State, Nigeria, NITR, 1986.
7. LEACH (T.M.). African trypanosomiasis. *Adv. vet. Sci. comp. Med.*, 1973, **17**: 119-162.
8. LOSOS (G.J.B.). Trypanosomiasis. Infectious tropical disease of domestic animals. Harlow, Essex, Longman Scientific and Technical, Longman group Ltd, 1986. p. 183-318.
9. MURRAY (M.), McINTER (W.I.M.). An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1977, **71**: 325-326.
10. MURRAY (M.), GRAY (A.R.). The current situation on animal trypanosomiasis in Africa. *Prev. vet. Med.*, 1984, **2**: 30-32.
11. STEPHEN (L.E.). Clinical manifestation of trypanosomiasis in live-stock and other domestic animals. In: MULLIGAN (H.W.) ed. The African trypanosomiasis. London, Allen and Unwin, 1970. p. 774-794.
12. WOO (P.T.K.). Evaluation of haematocrit centrifuge and other techniques for the field diagnosis of trypanosomiasis and filariasis. *Acta trop.*, 1971, **28**: 298-303.

DANIEL (A.D.), JOSHUA (R.A.), KALEJAIYE (J.O.), DADA (A.J.). Prevalence of trypanosomiasis in sheep and goats in a region of Northern Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 295-297

The prevalence of trypanosomiasis was studied during April-June 1991, in sheep and goats kept peridomestically in Alkali and Gombe local Government areas of Bauchi State in Northern Nigeria. A total of 615 animals, consisting of 258 sheep and 357 goats were examined for trypanosome infection. Of this total, 19 (7.4 %) sheep and 18 (5.0 %) goats were positive giving a total infection rate of 37 (6.0 %), 22 being positive with *Trypanosoma vivax*, 9 with *T. congolense* and 6 with *T. brucei*. In order to elucidate the most appropriate tool for surveying trypanosomiasis in small ruminants under Nigerian field conditions, the sensitivity of four techniques currently in use for the parasitological diagnosis of trypanosomiasis was investigated. The concentration methods: haematocrit centrifugation and buffy coat method, were more accurate than the standard trypanosome detection methods: wet film and thin film. Due to the prevalence of the disease, sheep and goats must be treated as well as cattle in the region.

Key words : Goat - Sheep - Trypanosomiasis - *Trypanosoma brucei* - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Prevalence - Diagnosis - Nigeria.

Isolation of *Theileria parva* (SAO Hill) and *Theileria parva* (West Kilimanjaro) and their cross-immunity with *Theileria parva* (Kasoba)

F.L. Musisi¹

P. Jacobsen²

J.C. Quiroga¹

L.M. Njuguna¹

MUSISI (F.L.), JACOBSEN (P.), QUIROGA (J.C.), NJUGUNA (L.M.). Isolement de *Theileria parva* (SAO Hill) et *Theileria parva* (West Kilimanjaro) et leur immunité croisée avec *Theileria parva* (Kasoba). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 297-300

Deux souches de *Theileria parva* ont été isolées sur du bétail-témoin pendant des essais d'immunisation sur le terrain contre la theilériose à SAO Hill et West Kilimanjaro, dans les parties Sud et Nord de la Tanzanie respectivement. Ces deux souches de parasites ont engendré une affection grave au point de vue clinique qui a nécessité un traitement antitheilérien pour 3 des 5 bovins infectés expérimentalement. Les animaux guéris de cette infection avec les deux souches de *T. parva* en cause n'ont pas présenté de signes fébriles, et un seul animal sur quatre a présenté une parasitose avec de rares schizontes pendant un jour, au cours d'un test d'infection avec *Theileria parva* (Kasoba) originaire du sud du Malawi. À l'inverse, les deux témoins ont montré des signes de fièvre avec la présence de schizontes, et l'un d'entre eux a dû subir un traitement antitheilérien pour être sauvé.

Mots clés : Bovin - Theilériose - *Theileria parva* - Immunité - Infection expérimentale - Tique - *Rhipicephalus appendiculatus* - Tanzanie.

Introduction

This paper describes the results of attempts to infect experimental animals with *Theileria* parasites from East Coast fever (ECF) immunization trial sites in Tanzania, the course of their infection and the preliminary observations on cross-protection following challenge with *Theileria parva* (Kasoba) from northern Malawi.

Materials and Methods

Parasite isolation and challenge (table I)

Theileria parva (SAO Hill)

Laboratory-reared *Rhipicephalus appendiculatus* nymphal ticks were fed on control cattle suffering from ECF during an ECF field immunization trial in 1990 at SAO Hill

1. East Coast Fever Vaccine Production, Quality Control and Immunization Project RAF/92/010, C/o FAO Representative, POB 30750, Lilongwe 3, Malawi.

2. Project GCP/URT/098/DEN, P.O. Box 290, Iringa, Tanzania.

Reçu le 1.12.1993, accepté le 15.11.1994.

Communication

TABLE 1 Responses of cattle to *T. Parva* (Sao Hill), *T. Parva* (W. Kilimanjaro) and with *T. Parva* (Kasoba) infections.

<i>T. parva</i> stock	Cattle	Primary infection				Challenge infection			
		Days to and duration of		Piroplasm parasitaemia	Treatment Day ³	Days to and duration of		Piroplasm parasitaemia	Treatment Day ³
		schizont ¹	fever ²			schizont ¹	fever ²		
SAO Hill	981	14 (16)	7 (1)	3 p. 100	ND	ND	ND	ND	ND
SAO Hill	1 259 ⁴	10 (7)	12 (10)	1 p. 100	15, 20, 22	—	—	—	—
SAO Hill	1 289 ⁴	11 (15)	11 (10)	1 p. 100	—	42 (1)	—	—	—
West Kilimanjaro	1 301 ⁵	7 (7)	9 (3)	0	10, 12	—	—	—	—
West Kilimanjaro	1 302 ⁵	6 (8)	8 (6)	< 1 p. 100	10, 12, 16	—	—	—	—
Kasoba	1 299 ⁶					10 (14)	10 (11)	25 p. 100	20, 22
Kasoba	1 300 ⁶					11 (9)	10 (4)	1 p. 100	—

ND : Not done.

¹ Figures in bracket represent the duration in days of detection of schizonts.

² Figures in bracket represent the duration in days of detection of fever.

³ Days of the experiment on which cattle considered seriously ill were treated with drug buparvaquone.

⁴ Received stabilates No. 110 ; *T. parva* (SAO Hill).

⁵ Received stabilates No. 121 ; *T. parva* (West Kilimanjaro).

⁶ Received stabilates No. 66 ; *T. parva* (Kasoba).

in southern Tanzania. The adult ticks which moulted from the nymphs were sent to the Central Veterinary Laboratory (CVL), Lilongwe, Malawi where they were applied to animal No. 981 to transmit the parasite. Non-infected laboratory-reared *R. appendiculatus* nymphs were applied to animal No. 981 to pick up the parasite for subsequent stabilate preparation using the methods of CUNNINGHAM *et al.* (5).

Theileria parva (West Kilimanjaro)

In a similar field trial in West Kilimanjaro, Tanzania, laboratory-reared *R. appendiculatus* nymphs were fed on to control cattle with ECF. Adult ticks moulting from the engorged nymphs were sent to the same laboratory for isolation of the field *Theileria* at the exposure site for eventual stabilate preparation.

The stabilates prepared from both isolations were inoculated into cattle and the course of infection was monitored clinically, parasitologically and serologically. On day 29 post infection, the cattle were challenged with *Theileria parva* (Kasoba) (6,10). Again the clinical, parasitological and serological responses were monitored.

Cattle and ticks

The cattle used were Friesian-Malawi Zebu crosses obtained from farms where strict tick control is practised in the Southern region of Malawi, where ECF cases have not been reported. All cattle were serologically negative in the indirect immunofluorescent antibody test (IFAT) to *T. parva* schizont antigen (4). *R. appendiculatus* (Muguga) ticks maintained in the laboratory using methods described by BAILEY (1), were used for parasite picked up from the control cattle at the trial sites and for stabilate production.

Estimation of parasite infection in ticks

No estimation of infection rates was made for the adult *R. appendiculatus* ticks collected from SAO Hill because the number was small and this could have prejudiced the success of transmitting the parasite. However, the infection rate for the SAO Hill parasite stock was determined in the subsequent pick-up laboratory ticks and also for the West Kilimanjaro field pick-up ticks by dissecting and staining salivary glands in Feulgen's stain using the method described by BLEWETT and BRANAGAN (2). For each of the parasite stocks, 20 pairs of male and female ticks were dissected after prefeeding on rabbit ears for 4 days.

Results

Thirty-one adult *R. appendiculatus* ticks from the SAO Hill trial were received at CVL, Lilongwe and were applied to animal No. 981 which developed a *Theileria* schizont parasitosis in lymphoid cells. Out of the 11,000 nymphs applied to pick up the parasites from animal No. 981, 10,000 adult ticks were harvested; 32.5 % of these were infected and they had an estimated mean *Theileria* acini infection rate of 26 %. These ticks were used to prepare 500 ml of stabilate No. 110. In the case of the West Kilimanjaro stock, 1,200 adult *R. appendiculatus* ticks were received and prefed on rabbits. One thousand ticks were harvested; 50 % of these were infected and they had a mean *Theileria* acini infection rate of 70 %. The ticks were used for preparing stabilate No. 121.

The responses of cattle to the different parasite stocks are summarized in table I. The West Kilimanjaro parasite stock caused shorter prepatent periods to schizonts and fever than the SAO Hill and Kasoba stocks. For the two Tanzanian parasite stocks, the duration of detection of

schizonts in the untreated cattle was twice that of the treated cattle. The duration of fever was shorter for animals whose treatment started on day 10 than for those whose treatment was started later. The maximum piroplasm parasitaemia in erythrocytes varied between animals from 0 to 25 %. One of three, 2/2 and 1/2 cattle infected with the SAO Hill, West Kilimanjaro and Kasoba parasite stocks required treatment to curtail severe clinical reactions and possible deaths. All animals seroconverted to a significant IFAT titre of 1:640.

Response to challenge with *T. parva* (Kasoba) of cattle previously infected with one of the Tanzania parasite stocks was uneventful except for animal No. 1289 which developed a 1-day low grade schizont parasitosis.

Discussion

The apparent prolonged prepatent period to schizonts in the case of animal No. 981 compared with animals Nos. 1259 and 1289 which received the same parasite stock is probably a reflection of the period ticks took to attach before starting to feed properly. The 1-day low grade fever (39.6°C) which developed in animal No. 981 was not related to *Theileria* parasitosis since it occurred on day 7 post infection, a week before schizonts were first detected. It is, however, surprising that the animal later developed a prolonged and high degree of schizont parasitosis without an associated fever.

In the case of the SAO Hill parasite stock, the duration of schizont parasitosis in the untreated cattle Nos. 981 and 1289 was 16 and 15 days, respectively, in contrast to the 7 days in the treated animal No. 1259. The anti-theilerial treatment shortened the duration of detection of schizonts but did not affect the duration of fever in the treated animal. Similarly, anti-theilerial treatment shortened the duration of detection of schizonts for cattle Nos. 1301 and 1302 which were infected with the West Kilimanjaro parasite stock, but in this case the treatment also shortened the duration of the fever, presumably because it was initiated early in the course of the infection.

The piroplasm parasitaemia in the treated cattle might have been affected by the anti-theilerial treatment. Maximum piroplasm levels could have been inhibited by hampered schizont multiplication due to administration of buparvaquone early in the course of the infection (day 10) to animals Nos. 1301 and 1302. For animals Nos. 1259 and 1299 which received treatment later, piroplasm parasitaemia also could have been reduced due to the effect of this drug on the schizonts and the piroplasms already circulating; the drug affects both stages of the parasite (8). It is thus impossible on the basis of these results to determine conclusively the potential maximum piroplasm parasitaemia characteristic of each of the parasite stocks. Consequently, little significance should be attached to the variations in the piroplasm parasitaemia observed within and between parasite stocks in this study.

The clinical, parasitological and serological responses of cattle to the infection with the *Theileria* parasite stocks isolated from SAO Hill and West Kilimanjaro in Tanzania were indistinguishable from those with a classical *T. parva* stock, *Theileria parva* (Muguga) (3). It is therefore concluded that the two Tanzania *Theileria* isolates are indeed *T. parva* stocks.

The ability of cattle recovering from *T. parva* (SAO Hill) and *T. parva* (West Kilimanjaro) infections to resist a *T. parva* (Kasoba) challenge as evidenced by lack of marked clinical and parasitological responses (table I) indicates a close antigenic relationship between these parasites. The Tanzanian parasite stocks used were isolated during ECF immunization from field sites where significant protection against local ECF challenge was observed (JACOBSEN, unpublished data). It is therefore assumed that a close antigenic relationship also exists between these Tanzanian stocks and the combination of parasite stocks [*Theileria parva* (Muguga), *Theileria parva* (Kiambu 5) (7) and *Theileria parva* (Serengeti transformed) (12)] used in the ECF immunization at SAO Hill and West Kilimanjaro.

Acknowledgements

This work formed part of the research programme of projects GCP/RAF/247/NET, GCP/URT/098/DEN and RAF/92/010 funded by the DGIS, DANIDA and the UNDP respectively. The projects were part of the FAO-executed programme for the control of ticks and tick-borne diseases in Eastern, Central Southern Africa. We are grateful to colleagues for assistance at various levels of implementation with the activities that enabled collection of data presented in this communication.

References

1. BAILEY (K.P.). Notes on the rearing of *Rhipicephalus appendiculatus* and their infection with *Theileria parva* for experimental transmission. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1960, **8**: 33-43.
2. BLEWETT (D. A.), BRANAGAN (D.). The demonstration of *Theileria parva* infection in intact *Rhipicephalus appendiculatus* salivary glands. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1973, **5**: 27-34.
3. BROCKLESBY (D.W.), BARNET (S.F.), SCOTT (G.R.). Morbidity and mortality rates in East Coast Fever (*Theileria parva* infection) and their application in drug screening. *Br. vet. J.*, 1961, **117**: 101-103.
4. BURRIDGE (M.J.), KIMBER (C.D.). The indirect fluorescent antibody test for experimental East Coast fever (*Theileria parva* infection of cattle): Evaluation of cell culture antigen. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1972, **5**: 22-25.
5. CUNNINGHAM (M.P.), BROWN (C.G.D.), BURRIDGE (M.J.), JOYNER (L.P.), PURNELL (R.E.). Cryopreservation of infective particles of *Theileria parva*. *Int. J. Parasit.*, 1973, **3**: 89-95.
6. HOVE (T.), MUSISI (F.L.), KANHAI (G.K.), LATIF (A.), MASAKA (S.), MUNATSWA (F.C.), PEGRAM (R.G.), DOLAN (T.T.), KAMWENDO (S.P.), QUIROGA (J.C.). Challenge of *Theileria parva* (Boleni) immunized cattle with selected East African *Theileria* stocks. (Submitted for publication).

Communication

7. IRVIN (A.D.), PURNELL (R.E.), BROWN (C.G.D.), CUNNINGHAM (M.P.), LEDGER (M.A.), PAYNE (R.C.). The application of an indirect method of infecting ticks with piroplasms for use in the isolation of infections. *Br. vet. J.*, 1974, **130**: 280-288.

8. McHARDY (N). Buparvaquone, the new antitetherial: a review of its efficacy and safety. In: DOLAN (T.T.). ed. Theileriosis in Eastern, Central and Southern Africa. Proceedings of a Workshop on East Coast fever Immunization. Lilongwe, Malawi, 20-22 September 1988. Nairobi, Kenya, ILRAD, 1989, p. 158-165.

9. MALMQUIST (W.A.), NYINDO (M.B.A.), BROWN (C.G.D.). East Coast fever: Cultivation *in vitro* of bovine cell lines infected and transformed by *Theileria parva*. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1969, **2**: 139-145.

10. MUSISI (F.L.), QUIROGA (J.C.), KANHAI (G.K.), KAMWENDO (S.P.), MZOMA (F.J.), NJUGUNA (L.M.). Isolation and cross-immunity studies with *Theileria parva* (Kasoba). (Manuscript prepared for publication).

11. MUSISI (F.L.), QUIROGA (J.C.), NGULUBE (B.), KANHAI (G.K.). An East Coast fever immunization field trial at Kasoba in Malawi. In: DOLAN (T.T.) ed. Theileriosis in Eastern, Central and Southern Africa. Proceedings of a workshop on East Coast fever immunization in Lilongwe, Malawi, 20-22 September 1988. Nairobi, Kenya, ILRAD, 1989, p. 71-76.

12. YOUNG (A.S.), PURNELL (R.E.). Transmission of *Theileria lawrencei* (Serengeti) by the ixodid tick *Rhipicephalus appendiculatus*. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1973, **5**: 146-152.

MUSISI (F.L.), JACOBSEN (P.), QUIROGA (J.C.), NJUGUNA (L.M.). Isolation of *Theileria parva* (SAO Hill) and *Theileria parva* (West Kilimanjaro) and their cross-immunity with *Theileria parva* (Kasoba). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 297-300

Two *Theileria parva* stocks were isolated from control cattle during East Coast fever (ECF) field immunization trials at SAO Hill and West Kilimanjaro in the southern and northern parts of Tanzania respectively. Both parasite stocks caused severe clinical ECF which required antitetherial treatment for 3 of the 5 experimentally infected cattle. Cattle recovering from infection with the two *T. parva* stocks did not develop a fever and only 1 of 4 animals developed scanty schizont parasitosis for one day during a challenge with *T. parva* (Kasoba) from northern Malawi. In contrast, both control cattle developed fever and schizonts, and one required antitetherial treatment to survive.

Key words: Cattle - East Coast fever - *Theileria parva* - Immunity - Experimental infection - Tick - *Rhipicephalus appendiculatus* - Tanzania.

Attractifs olfactifs pour la capture de *Glossina tachinoides* et *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) au Burkina Faso. Effet de la position du sachet diffuseur dans le piège biconique Challier-Laveissière

S. Amsler¹, J. Filledier¹, R. Millogo¹

AMSLER (S.), FILLEDIER (J.), MILLOGO (R.). Attractifs olfactifs pour la capture de *Glossina tachinoides* et *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) au Burkina Faso. Effet de la position du sachet diffuseur dans le piège biconique Challier-Laveissière. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 301-311

Deux expériences sont menées en saison sèche au Burkina Faso sur le site expérimental de la Comoé (zone soudano-guinéenne), afin d'étudier l'influence de la position du sachet diffuseur de produits olfactifs pour *Glossina tachinoides* et *Glossina morsitans submorsitans*. Cet essai compare les positions interne et externe du méta-crésol et de l'association méta-crésol/octénol (proportions 3/1) dans des pièges biconiques. La position du sachet n'apparaît pas comme un facteur fondamental d'efficacité des pièges et les résultats obtenus sont variables selon la saison et l'espèce de glossine considérée. Des différences selon le sexe sont également notées. Le rôle de la distance n'a pas été étudié.

Mots clés : *Glossina morsitans submorsitans* - *Glossina tachinoides* - Lutte anti-insecte - Piège - Attractif - Burkina Faso.

INTRODUCTION

Le piégeage comme moyen de lutte contre les glossines connaît depuis quelques années un essor important. En effet, cette technique est écologiquement acceptable du fait de l'absence d'effet direct sur la faune non cible, comparée aux épandages massifs d'insecticides (19, 37). Dans le but d'augmenter les captures, des recherches ont été menées sur les couleurs, les formes et les matières les plus efficaces. Les attractifs olfactifs ont été également largement étudiés, d'abord au Zimbabwe pour *Glossina pallidipes* et *G. morsitans morsitans*, puis dans de nombreux pays d'Afrique. Le gaz carbonique a prouvé son efficacité, ainsi que certains produits issus des odeurs animales, en particulier l'acétone et les phénols (2, 13, 26, 32, 34, 35, 38, 39, 41). L'attractivité de l'urine de bovin ainsi que la nature phénolique de ses composants actifs ont été démontrées. Le 1-octen-3-ol s'est révélé particulièrement attractif pour *G. pallidipes* et *G. m. morsitans* (12, 16, 17, 23, 25, 26, 40).

En Afrique de l'Ouest, des études similaires ont montré l'efficacité de certains produits sur les glossines savaniques, avec une augmentation de 6 à 8 fois des captures de *G. m. submorsitans*. Mais des résultats variables ont été obtenus sur les glossines ripicoles, qui réagissent beaucoup moins en général, bien que certaines espèces

soient sensibles aux odeurs (*G. tachinoides*). Ces différences sont liées à la saison, au type de piège, à la dose d'attractif olfactif, au site et au sexe des glossines (4, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 31).

Sur le terrain, des différences dans les réponses sont observées selon l'espèce et le sexe des glossines. Ainsi, *G. tachinoides* réagit très bien à différents phénols, alors que l'acétone n'a pas d'effet. En revanche, *G. palpalis gambiensis* est réfractaire aux produits habituellement utilisés.

Les réponses varient également selon la distance à laquelle sont placés les produits et le sens du vent. VALE (34) a montré que les glossines se déplacent contre le vent, selon une trajectoire non rectiligne, jusqu'à la source d'odeurs ; même si la végétation est dense, elles utilisent les trouées créées par les pistes à gibier (1, 2, 27). La vitesse du vent joue également un rôle (41). DEN OTTER (9, 10) a montré que si les réponses aux attractifs sont supérieures chez les femelles de *G. m. morsitans*, ce sont les mâles qui réagissent le plus chez *G. tachinoides*. Cette différence de réaction entre les sexes est notée par d'autres auteurs (30).

Au laboratoire, ces variations ont été confirmées par électroantennographie et "Single Cell Recording" (3, 9, 10). Mais les résultats obtenus ne se retrouvent pas toujours sur le terrain. *G. tachinoides*, par exemple, se révèle sensible au terpinéol, au menthol et à l'indole au laboratoire, alors que des essais *in situ* infirment ces données (8, 20).

Dans des expériences menées au CIRDES, le méta-crésol, associé ou non à l'octénol, et utilisé avec le piège biconique, est apparu attractif pour *G. tachinoides* et *G. m. submorsitans*, mais avec des variations saisonnières. En effet, l'octénol potentialise les phénols de façon variable selon les saisons (6, 7, 23, 31). Par ailleurs, l'efficacité du mélange méta-crésol/octénol (dans les proportions de 3 pour 1) est prouvée (23).

Certaines expériences montrent l'intérêt du sachet diffuseur par rapport au tube, le sachet étant plus facile d'emploi et la diffusion plus régulière (6, 21, 32). Dans le but d'augmenter encore l'efficacité de l'attractif olfactif, la position semble un facteur important à étudier.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux séries d'expériences ont lieu au bord de la rivière Comoé, au sud-ouest du Burkina Faso. La région est faiblement peuplée et la faune sauvage, encore relativement abondante, permet aux glossines de trouver des hôtes nourriciers.

1. CIRDES (anct-. CRTA), 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Reçu le 8.12.1992, accepté le 19.10.1994.

Expérience 1

Quatorze carrés latins (CL) 5 x 5 sont effectués de janvier à mars 1992 (saison sèche fraîche) et sont constitués comme suit :

- méta-crésol placé à l'extérieur du piège
- méta-crésol placé à l'intérieur
- méta-crésol/octénol (3/1) placé à l'extérieur
- méta-crésol/octénol placé à l'intérieur (3/1)
- piège témoin sans attractif olfactif.

Cinq pièges biconiques Challier-Laveissière sont placés à 5 endroits différents et déplacés tous les jours (après tirage au hasard) pendant 5 jours. Ils sont disposés dans la forêt galerie, espacés d'environ 500 m. Le système diffuseur est un sachet de polyéthylène (Transatlantic Plastics, Southampton UK) de 12 cm de longueur pour un diamètre intérieur de 5 cm d'épaisseur et contient 4 ml de produit :

- m. crésol : 3-méthyl-phénol (95 p.100) : 3 ml
- octénol : 1-octen-3-ol (pur) : 1 ml.

Le mélange 3/1 a été choisi en raison de sa plus grande efficacité, démontrée lors d'expériences antérieures (22, 23). Quand le diffuseur est placé à l'intérieur du piège, il est accroché à mi-hauteur du piquet central, au niveau du bas du tulle moustiquaire. A l'extérieur, il est accroché sur le tissu bleu, au bord des ouvertures latérales, soit à environ 30 cm du piquet. Le dispositif est présenté dans la figure 1.

Expérience 2

De mars à mai 1992 (saison sèche chaude), 12 nouveaux carrés latins sont effectués, après changement du sachet diffuseur, la durée d'action des attractifs étant estimée à 10 semaines (29). Les mêmes combinaisons et les mêmes sites sont utilisés. Le vieillissement du produit a certes un impact sur les captures mais l'étude de ce phénomène n'est pas du ressort de cette expérience.

RÉSULTATS

Les analyses de variance sont faites après transformation logarithmique et addition des carrés latins. Les calculs statistiques sont effectués avec un programme CRTA, sur un logiciel LOTUS 1,2,3 V3. L'index de capture représente le rapport d'efficacité entre le piège testé et le témoin, après transformation et correction des variations entre carrés latins. Les quantités capturées de *G. palpalis gambiensis* et de *G. medicorum* étant très faibles, elles ne sont pas prises en compte. Les résultats sont donnés dans les tableaux I à X.

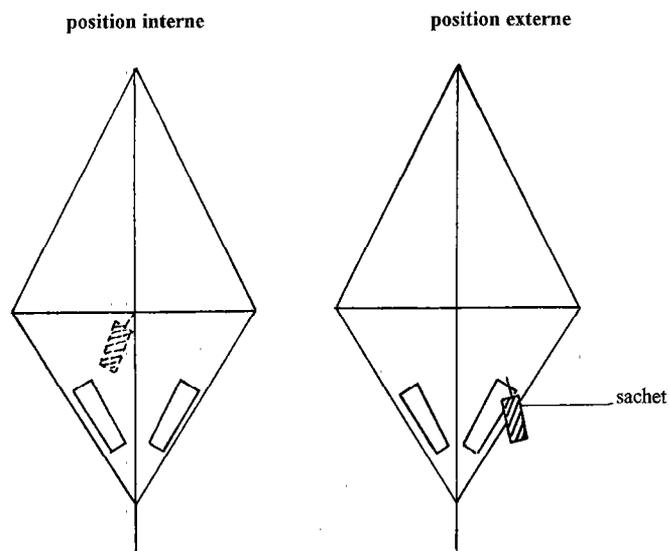


Figure 1 : Schéma des dispositifs expérimentaux.

Glossina tachinoides

Effets généraux des attractifs olfactifs au cours de la saison sèche (tabl. I à V)

Les pièges avec attractifs olfactifs sont significativement plus efficaces ($p < 0,001$) que le piège témoin, avec 1,5 à 2 fois plus de mouches capturées, sans influence de la position du sachet. Au cours de la deuxième période, les pièges munis d'attractifs olfactifs sont encore supérieurs au piège témoin (1,2 à 1,5 fois plus de glossines), avec des variations selon les produits, mais la position du sachet influe peu sur le seuil de signification des différences observées, qui est en général plus bas que dans la première expérience.

Globalement, l'attractivité des produits baisse quand on passe de la saison sèche fraîche à la saison sèche chaude, avec une différence significative entre les expériences ($p < 0,05$), sans rôle du sexe. Il est à remarquer que cette différence est hautement significative pour le méta-crésol en position intérieure ($p < 0,001$), avec une diminution de l'efficacité de cet attractif olfactif ; peut-être l'effet saison est-il plus marqué dans ce cas. On retrouve cette baisse d'efficacité avec les autres combinaisons, mais de façon moins marquée. Les résultats sont présentés dans le tableau V.

Effets des attractifs olfactifs selon le sexe au cours des expériences

En saison sèche fraîche, on note une différence selon le sexe, dans les captures et dans l'efficacité relative des différents produits :

- pour les mâles, l'association m.crésol/octénol dans le sachet placé à l'extérieur est significativement plus

TABLEAU I Captures de *Glossina tachinoides* du 08/01 au 18/03/92.

Pièges	M. crésol à l'extérieur		M. crésol à l'intérieur		M. crésol/octénol à l'extérieur		M. crésol/octénol à l'intérieur		Piège témoin		
	CL	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
1		214	302	186	263	224	285	203	214	110	157
2		175	238	199	210	177	173	154	195	86	160
3		153	114	88	116	93	119	153	191	52	61
4		116	183	142	180	116	118	90	114	56	85
5		77	116	79	101	70	77	85	84	34	77
6		81	140	74	107	85	129	99	103	58	88
7		70	107	122	164	124	178	98	115	51	104
8		126	214	155	186	134	159	173	190	99	161
9		105	127	116	156	109	144	134	148	100	123
10		108	176	79	106	92	104	82	120	56	55
11		96	160	89	177	128	177	114	150	59	111
12		94	200	113	272	141	214	82	141	45	133
13		99	179	87	232	119	211	86	182	86	130
14		125	250	164	271	154	238	105	220	64	148
		1 639	2 506	1 693	2 541	1 766	2 326	1 658	2 167	956	1 593
Total		4 145		4 234		4 092		3 825		2 549	

CL : Challier-Laveissière.

TABLEAU II Index de capture de *G. tachinoides* du 08/01 au 18/03/92.

	Log (moyenne + 1)		Moyenne détransformée		Index de capture	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
M. crésol à l'extérieur	1,2717	1,4367	17,6957	26,3325	1,7575***	1,6266***
M. crésol à l'intérieur	1,3112	1,4619	19,4762	27,9698	1,9344***	1,7277***
M. crésol/octénol à l'extérieur	1,3402	1,4238	20,8893	25,5354	2,0747***	1,5774***
M. crésol/octénol à l'intérieur	1,2590	1,3997	17,1573	24,1009	1,7040***	1,4888***
Témoin	1,0441	1,2352	10,0685	16,1885	1	1

*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; NS : non significatif.TABLEAU III Captures de *G. tachinoides* du 19/03 au 18/05/92.

Piège	M. crésol à l'extérieur		M. crésol à l'intérieur		M. crésol/octénol à l'extérieur		M. crésol/octénol à l'intérieur		Piège témoin		
	CL	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
1		176	265	114	230	128	231	155	252	62	223
2		184	283	122	252	142	279	135	219	89	254
3		99	229	108	283	166	276	104	186	80	125
4		156	306	89	197	110	254	116	225	76	132
5		111	246	58	127	80	157	129	270	77	162
6		146	447	170	475	192	416	143	376	130	284
7		143	296	173	319	163	301	162	242	168	400
8		132	259	171	384	175	326	198	287	157	421
9		103	263	120	185	168	246	113	247	70	222
10		102	238	105	226	107	243	176	259	76	213
11		97	221	133	291	100	231	137	213	95	245
12		123	183	83	186	75	200	79	176	52	168
		1 572	3 236	1 446	3 155	1 606	3 160	1 647	2 952	1 132	2 849
Total		4 808		4 601		4 766		4 599		3 981	

TABLEAU IV Index de capture de *G. tachinoides* du 19/03 au 18/05/92.

	Log (moyenne + 1)		Moyenne détransformée		Index de capture	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
M. crésol à l'extérieur	1,3476	1,6814	21,2663	47,0161	1,4224**	1,4007*
M. crésol à l'intérieur	1,3111	1,6420	19,4707	42,8533	1,3664*	1,2767 ^{NS}
M. crésol/octénol à l'extérieur	1,3626	1,6470	22,0493	43,3625	1,5473***	1,2919*
M. crésol/octénol à l'intérieur	1,3645	1,6405	22,1456	42,6995	1,5541***	1,2721*
Témoin	1,1833	1,5386	14,2498	33,5659	1	1

* : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; NS : non significatif.

TABLEAU V Facteurs d'accroissement des captures de *G. tachinoides* par les attractifs olfactifs.

Rapport d'efficacité attractif/témoin	M. crésol à l'extérieur		M. crésol à l'intérieur		M. crésol/octénol à l'extérieur		M. crésol/octénol à l'intérieur	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
Expérience 1	1,76***	1,63***	1,93***	1,73***	2,07***	1,58***	1,70***	1,49***
Expérience 2	1,42*	1,40*	1,37*	1,28 ^{NS}	1,55***	1,29**	1,55***	1,27*

* : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; NS : non significatif.

attractive que le témoin ($p < 0,001$) et que l'association des deux produits dans le sachet en position interne ($p < 0,05$). Il y a peu de variation de l'efficacité du m.crésol seul en fonction de la position du sachet, ce produit étant équivalent à l'association dans le sachet placé à l'intérieur ;

- chez les femelles, le méta-crésol seul dans le sachet à l'intérieur apparaît plus efficace que l'association des 2 produits, sans cependant de différence significative avec les autres combinaisons. La position du sachet n'a qu'une influence modeste, avec toutefois une légère supériorité de la position interne.

Quand la saison sèche devient plus chaude, ces différences se modifient :

- pour les mâles, elles sont significatives pour tous les pièges avec attractifs olfactifs ; elles sont en particulier hautement significatives ($p < 0,001$) pour l'association m.crésol/octénol par rapport au témoin, sans rôle de la position du sachet ;

- pour les femelles, la différence est faiblement ($p < 0,05$) ou non significative entre les pièges munis d'attractifs olfactifs et le piège témoin. La position interne apparaît moins efficace, sans que la différence soit significative.

Vis-à-vis des deux sexes, les pièges munis d'attractifs olfactifs ne présentent aucune différence significative entre eux.

Évolution de la sex-ratio

Les pièges capturent 1,3 à 1,9 fois plus de femelles que de mâles pendant la première partie de la saison sèche,

la différence étant plus importante avec le piège témoin. Les différences sont significatives au test du χ^2 au seuil de 0,1 p.100, sauf pour l'association placée à l'extérieur (seuil de 1 p.100). A la saison sèche chaude, les pièges capturent 1,7 à 2,5 fois plus de femelles que de mâles. La différence est significative en faveur des femelles au test du χ^2 au seuil de 5 à 0,1 p. 100. La position ne joue pas de rôle dans les différences observées.

Les différences de captures entre mâles et femelles augmentent donc tout au long de la saison en faveur des femelles (fig. 2), tant pour les pièges avec produits olfactifs (surtout avec l'association) que pour le témoin, la tendance étant plus marquée lorsque le sachet diffuseur est placé à l'extérieur.

Glossina morsitans submorsitans

Effets des attractifs olfactifs au cours de la saison sèche (tabl. VI à X)

On note une différence selon le sexe et la position du sachet diffuseur : chez les mâles, l'association à l'extérieur est la plus efficace (x 1,6 par rapport au témoin), alors que chez les femelles, l'association à l'intérieur multiplie les captures par 2,1. Dans les deux sexes, on observe une différence significative entre le méta-crésol seul et l'association des deux produits, avec une nette supériorité de cette dernière. Le seuil de signification varie selon le sexe : si, chez les femelles, la différence est dans tous les cas hautement significative, la position semble jouer un rôle chez les mâles. En effet, la différence est moins grande avec le méta-crésol placé à

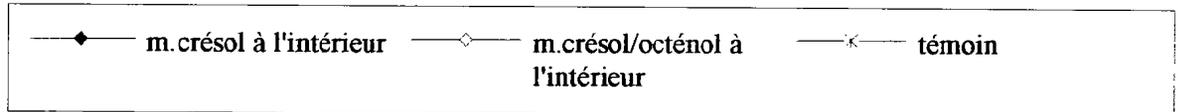
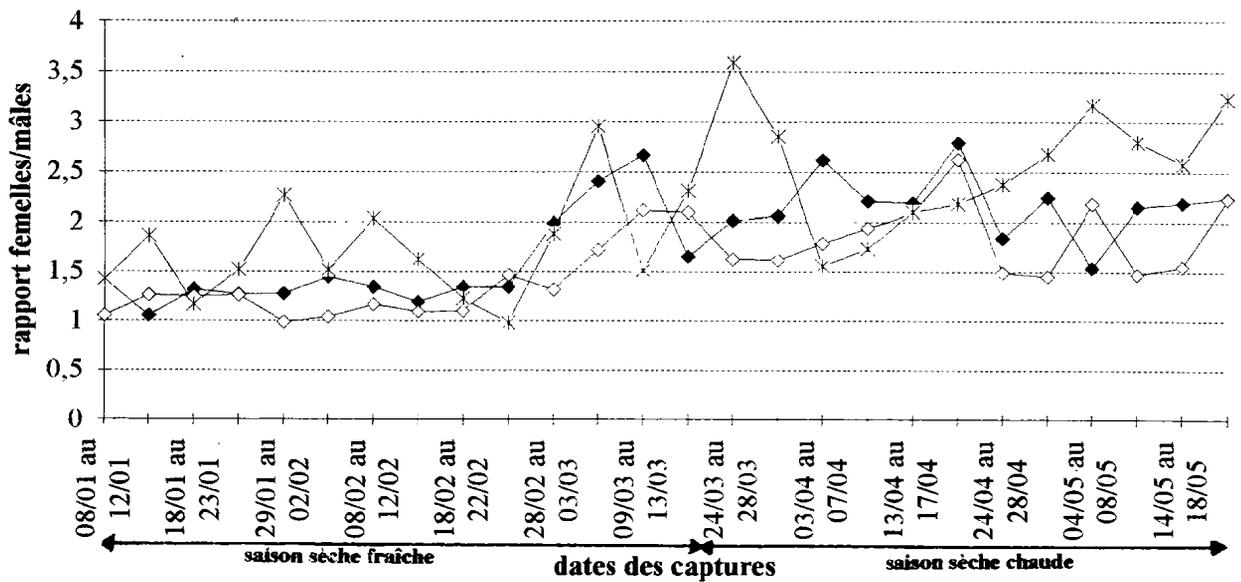
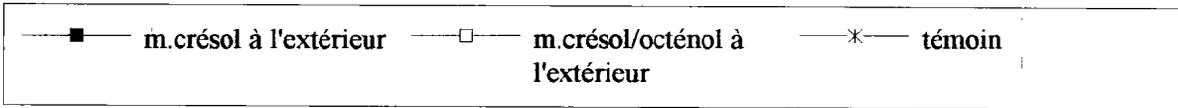
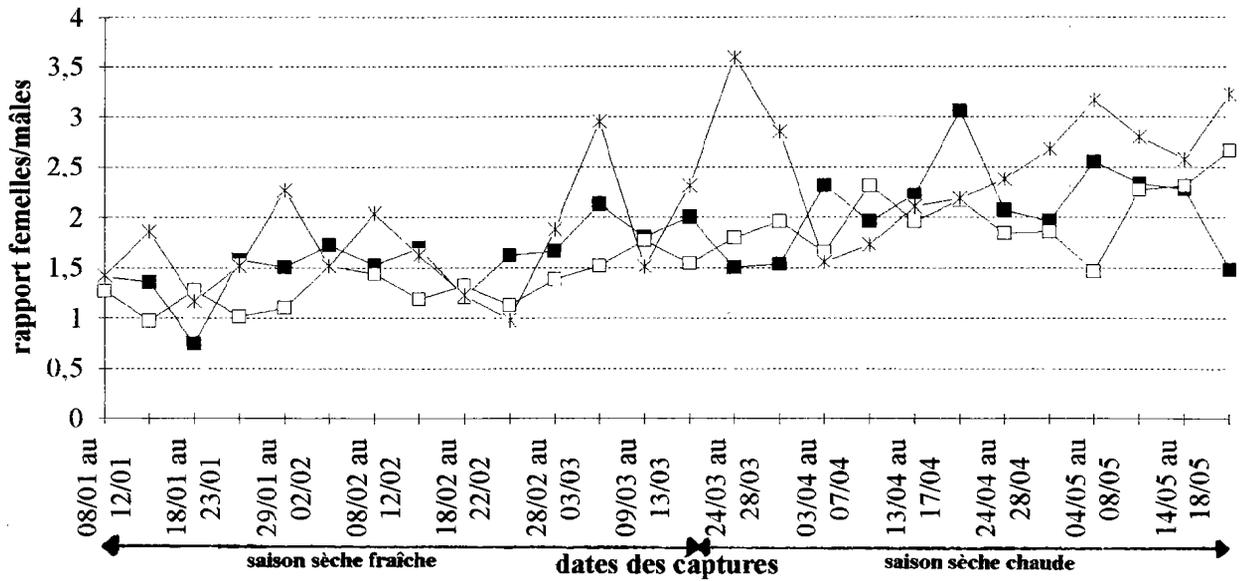


Figure 2 : Evolution du rapport femelles/mâles de *Glossina tachinoides* selon la position du sachet et l'attractif utilisé.

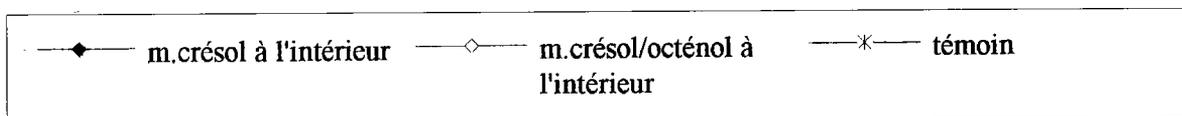
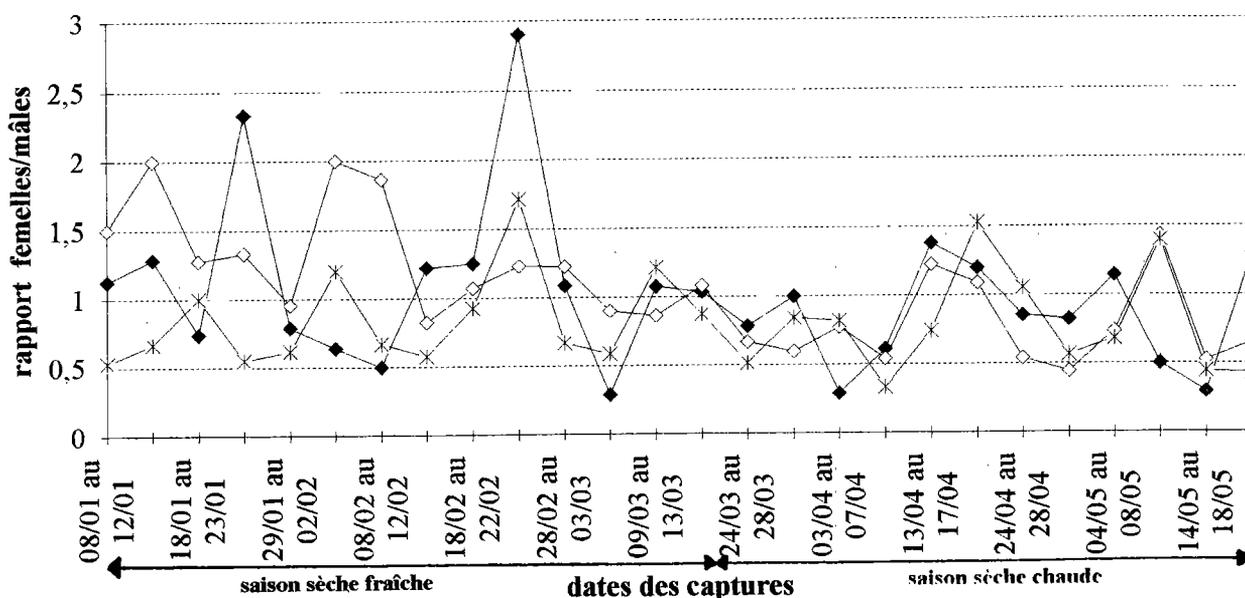
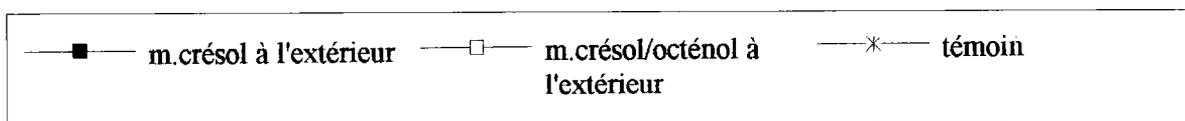
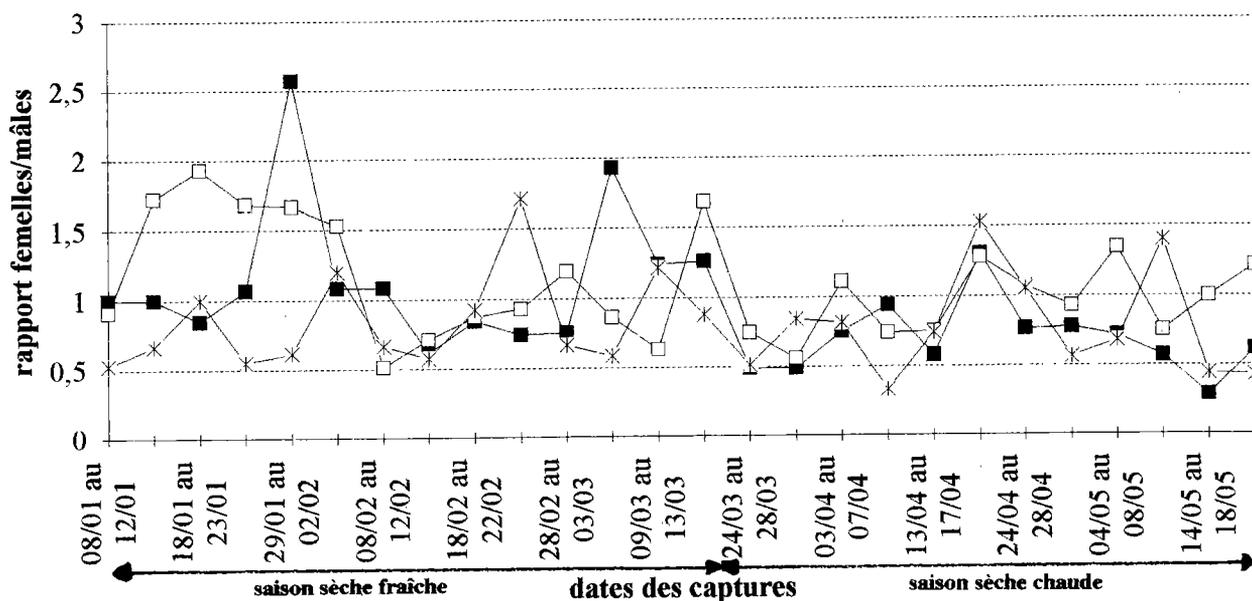


Figure 3 : Evolution du rapport femelles/mâles de *Glossina morsitans submorsitans* selon la position du sachet et l'attractif utilisé.

l'extérieur. Le méta-crésol seul n'a qu'une action limitée sur l'efficacité du piège.

Pendant la deuxième période, l'association méta-crésol/octénol (3/1) donne significativement plus de captures que le piège témoin ($p < 0,001$), sans différence entre les positions du sachet diffuseur. On observe la même tendance vis-à-vis du méta-crésol, mais avec une différence selon le sexe et la position du sachet. Chez les mâles, l'association des deux produits est supérieure à l'emploi du méta-crésol seul, avec des variations selon la position ; le sachet contenant les deux produits placé à l'intérieur donne les meilleurs résultats ($p < 0,001$). Chez les femelles, la position externe du sachet contenant le méta-crésol est la moins efficace des combinaisons : la différence est hautement significative (à 1 p. 1000) avec l'association, alors que la position interne du sachet ne l'est qu'à 1 p. 100).

L'octénol potentialise l'action du méta-crésol, comme cela a été montré dans des expériences antérieures (tabl. X). Le méta-crésol seul n'a pratiquement aucune influence sur les captures.

Evolution des captures par carré latin

Pour cette espèce, on distingue deux périodes nettes dans l'intensité des captures dans chaque expérience. Dans la première, les captures augmentent à partir de la mi-février jusqu'à la fin mars, alors que les tendances s'inversent à partir de fin avril jusqu'à mi-mai dans la seconde. Les différences observées entre les deux périodes sont hautement significatives. Alors que le méta-crésol seul donne une moyenne de captures de 27 glossines par carré latin en première période, cette quantité passe à 47,5 dans la seconde. Dans l'expérience 2, on passe de 61 à 24 glossines capturées par carré latin. On observe le même phénomène avec l'association des deux produits : de 48 à 70 glossines, puis de 78 à 45, toujours autour des mêmes dates : mi-février et fin avril. Le témoin également enregistre des variations dans les captures (25 à 44 puis 51 à 24). Ces faits ne sont donc pas seulement dus aux attractifs olfactifs, mais plutôt à un effet climatique.

Évolution de la sex-ratio (figure 3)

Au début, la différence de captures entre mâles et femelles n'est pas significative au test du χ^2 , sauf pour la position interne du méta-crésol et la position externe de l'association (en faveur des femelles) au seuil de 1 p.100. Les pièges capturent ensuite plus de mâles que de femelles sans différence significative au test du χ^2 , ce qui ne correspond pas aux proportions habituelles que l'on rencontre dans les pièges, peut-être en relation avec les faibles effectifs enregistrés. On ne retrouve donc pas l'évolution de la sex-ratio observée pour *G. tachinoides*.

DISCUSSION

Glossina tachinoides

Cette espèce réagit bien aux attractifs olfactifs, avec une faible supériorité (non significative) de l'association méta-crésol/octénol. Des expériences antérieures ont montré en effet que l'octénol potentialise le méta-crésol (5). La position du sachet diffuseur d'odeurs semble peu importante sur l'ensemble des captures. L'augmentation est cependant plus nette chez les mâles que chez les femelles, surtout en saison sèche fraîche.

Si l'on compare les deux expériences, l'une ayant lieu en saison sèche fraîche et l'autre en saison sèche chaude, on se rend compte que les attractifs olfactifs, s'ils augmentent toujours les captures, semblent moins efficaces pendant la deuxième période, sans influence de la position du sachet diffuseur. Dans des expériences antérieures, la position interne du sachet paraissait être plus efficace.

La population de *Glossina tachinoides* devant subir des changements qualitatifs et quantitatifs au cours de la saison sèche, il serait intéressant de connaître sa composition, puisqu'il a été montré que l'âge, le sexe et l'état alimentaire influent sur la réponse des glossines aux facteurs olfactifs et aux pièges (5, 29).

Glossina morsitans submorsitans

Pour cette glossine de savane, l'association méta-crésol/octénol (3/1) donne les meilleurs résultats, avec une variation selon le sexe. Durant la saison sèche fraîche, l'augmentation des captures est plus nette chez les femelles. La position externe du sachet contenant l'association méta-crésol/octénol est plus favorable à la capture des mâles, alors que la position interne accroît les captures de femelles, même si les différences entre les positions ne sont pas significatives.

L'évolution que l'on observe dans les captures laisserait penser à un effet du vieillissement des attractifs olfactifs, mais le fait que la tendance s'inverse d'une expérience à l'autre n'est pas en faveur de cette explication. Comme ces variations se retrouvent dans toutes les modalités de piégeage, il peut s'agir d'une modification de la population, qui subit des fluctuations quantitatives et qualitatives.

Dans tous les cas, les résultats obtenus montrent que la position du sachet diffuseur d'odeurs n'est pas un facteur important d'efficacité. Les paramètres principaux sont à la fois le modèle de piège (19, 33) et l'attractif olfactif utilisés, ainsi que l'emplacement et les facteurs climatiques. Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par POLITZAR et MEROT (28) sur la même sous-espèce, et à ceux de DRANSFIELD *et al.* (11) travaillant sur *G. m. morsitans*.

S. Amsler J. Filledier R. Millogo

TABLEAU VI Captures de *G. morsitans* submorsitans du 08/01 au 18/03/92.

Pièges	M. crésol à l'extérieur		M. crésol à l'intérieur		M. crésol/octénoïl à l'extérieur		M. crésol/octénoïl à l'intérieur		Piège témoin		
	CL	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
1		18	18	16	18	34	31	16	24	17	9
2		14	14	14	18	18	31	21	42	18	12
3		13	11	19	14	14	27	18	23	13	13
4		15	16	9	21	19	32	21	28	20	11
5		7	18	14	11	15	25	21	20	13	8
6		12	13	11	7	17	26	18	36	10	12
7		12	13	12	6	31	16	15	28	12	8
8		26	16	23	28	45	32	28	23	26	15
9		31	26	24	30	46	40	29	31	26	24
10		23	17	10	29	42	39	35	43	14	24
11		29	22	12	13	26	31	22	27	21	14
12		14	27	31	9	29	25	39	35	12	7
13		25	31	28	30	49	31	43	37	28	34
14		27	34	31	32	22	37	38	41	32	28
		266	276	254	266	407	423	364	438	262	219
Total		542		520		830		802		481	

TABLEAU VII Index de capture de *G. m. submorsitans* du 08/01 au 18/03/92.

	Log (moyenne + 1)		Moyenne détransformée		Index de capture	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
M. crésol à l'extérieur	0,6113	0,6170	3,0864	3,1397	1,0455 ^{NS}	1,2797 ^{NS}
M. crésol à l'intérieur	0,5689	0,5763	2,7059	2,7694	0,9166 ^{NS}	1,1287 ^{NS}
M. crésol/octénoïl à l'extérieur	0,7571	0,7613	4,7159	4,7711	1,5975 ^{***}	1,9446 ^{***}
M. crésol/octénoïl à l'intérieur	0,7059	0,7908	4,0808	5,1769	1,3823 ^{**}	2,1099 ^{***}
Témoin	0,5968	0,5383	2,9521	2,4535	1	1

*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; NS : non significatif.TABLEAU VIII Captures de *G. m. submorsitans* du 19/03 au 18/05/92.

Piège	M. crésol à l'extérieur		M. crésol à l'intérieur		M. crésol/octénoïl à l'extérieur		M. crésol/octénoïl à l'intérieur		Piège témoin		
	CL	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
1		37	18	46	36	47	35	54	36	41	21
2		41	20	26	26	41	23	37	22	32	27
3		44	33	42	12	46	51	53	41	33	27
4		31	29	41	25	35	26	65	35	36	12
5		38	22	21	29	28	21	40	49	27	20
6		26	34	25	30	39	50	34	37	17	26
7		30	23	34	29	28	30	61	33	19	20
8		18	14	17	14	28	26	43	19	23	13
9		14	10	14	16	29	39	34	25	22	15
10		14	8	12	6	24	18	16	23	10	14
11		14	4	17	5	15	15	19	10	9	4
12		13	8	10	13	14	17	20	13	7	3
		320	223	305	241	374	351	476	343	276	202
Total		543		546		725		819		478	

TABLEAU IX Index de capture de *G. m. submorsitans* du 19/03 au 18/05/92.

	Log (moyenne + 1)		Moyenne détransformée		Index de capture	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
M. crésol à l'extérieur	0,6916	0,5658	3,9156	2,6800	1,3005 ^{NS}	1,1727 ^{NS}
M. crésol à l'intérieur	0,6896	0,6049	3,8938	3,0259	1,2933 ^{NS}	1,3241 ^{NS}
M. crésol/octénol à l'extérieur	0,7697	0,7208	4,8850	4,2576	1,6225 ^{***}	1,8630 ^{***}
M. crésol/octénol à l'intérieur	0,8347	0,7064	5,8345	4,0865	1,9379 ^{***}	1,7881 ^{***}
Témoin	0,6032	0,5166	3,0108	2,2853	1	1

*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; NS : non significatif.

TABLEAU X Facteurs d'accroissement des captures de *G. m. submorsitans* par le mélange méta-crésol/octénol.

		M. crésol/octénol à l'extérieur	M. crésol/octénol à l'intérieur
M. crésol à l'extérieur	expérience 1	1,59 ^{***}	1,56 ^{***}
	expérience 2	1,48 ^{**}	1,61 ^{***}
M. crésol à l'intérieur	expérience 1	1,72 ^{***}	1,69 ^{***}
	expérience 2	1,46 ^{**}	1,58 ^{***}
Témoin	expérience 1	1,86 ^{***}	1,84 ^{***}
	expérience 2	1,70 ^{**}	1,88 ^{***}

** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

On observe des facteurs de variations différents selon l'espèce et le sexe des glossines de cette région. Pour *G. tachinoides*, il existe un comportement différent entre les mâles et les femelles, qu'on ne retrouve pas pour *G. m. submorsitans*. Habituellement, on capture plus de femelles que de mâles dans les pièges ; or, dans nos expériences, il y a autant, sinon plus, de mâles *G. m. submorsitans* que de femelles. Les faibles quantités parfois capturées peuvent expliquer en partie cette distorsion apparente.

D'après des études menées précédemment au CIRDES, on peut noter que d'une année à l'autre, il existe des variations dans l'efficacité des attractifs olfactifs vis-à-vis de *G. tachinoides* (le méta-crésol seul semblait parfois plus efficace), mais les différences ne sont jamais significatives. Pour *G. m. submorsitans*, les résultats sont concordants d'une année à l'autre : l'association méta-crésol/octénol est significativement supérieure au témoin, mais aussi au méta-crésol seul, ce qui confirme l'effet positif de l'octénol.

Il serait intéressant de disposer de données concernant la structure des populations de glossines, afin d'étudier leurs fluctuations au cours de l'année, ce qui pourrait expliquer en partie une certaine variabilité des résultats.

CONCLUSION

Du fait de l'absence de différence nette liée à la position, dans le piège biconique, du système de diffusion des attractifs olfactifs, on choisira la position la plus simple et la plus pratique, celle du sachet à l'intérieur, accroché au piquet. Ceci ne nécessite aucun système particulier de fixation. De plus, le sachet est protégé contre d'éventuelles déprédations et contre l'action néfaste du soleil. Ces expériences ont été menées avec un sachet accroché en position interne ou toujours très proche du piège. L'étude des réponses des glossines à des distances plus ou moins importantes serait intéressante.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'un financement du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) de la République française. Nous tenons à remercier le Dr S.M. TOURÉ, directeur du CIRDES, les Drs B. BAUER, L. OUATTARA et M. I. KABORÉ pour leur assistance, ainsi que l'équipe de la Comoé pour la réalisation des expériences.

BIBLIOGRAPHIE

- BRADY (J.), PACKER (M.J.), GIBSON (G.). Odour plume and host finding by tsetse. *Insect Sci. applic.*, 1990, **11** (3): 377-384.
- BURSELL (E.). Effects of host odour on the behaviour of tsetse. *Insect Sci. applic.*, 1984, **5** (5): 345-349.
- BURSELL (E.), GOUGH (A.J.E.), BEEVOR (P.S.), CORK (A.), HALL (D.R.), VALE (G.A.). Identification of components of cattle urine attractive to tsetse flies, *Glossina* spp. (*Diptera: Glossinidae*). *Bull. ent. Res.*, 1988, **78**: 281-291.
- COURET (D.), LAVEISSIERE (C.), GREBAUT (P.). Recherche d'appâts olfactifs pour l'amélioration du piégeage de *Glossina palpalis* en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Bouaké, OCCGE, rapport provisoire n°29, 1986, 23 p.
- CRTA. Rapport succinct d'activités 1987-1988, Bobo-Dioulasso, 125 p.
- CRTA. Rapport succinct d'activités 1989, Bobo-Dioulasso, 36 p.
- CRTA. Rapport succinct d'activités 1990, Bobo-Dioulasso, 36 p.
- CRTA. Rapport succinct d'activités 1991, Bobo-Dioulasso, 45 p.

9. DEN OTTER (C.J.). Olfactory responses of tsetse flies to phenols from buffalo urine. *Physiol. Ent.*, 1991, **16**: 401-410.
10. DEN OTTER (C.J.), TCHIKAYA (T.), SCHUTTE (A.M.). Effects of age, sex and hunger on the antennal olfactory sensitivity of tsetse flies. *Physiol. Ent.*, 1991, **16**: 173-182.
11. DRANSFIELD (R.D.), BRIGHTWELL (R.), GOLDBER (T.K.), TARIMO (S.A.R.). The use of odour attractants for sampling *Glossina pallidipes* Austen (Diptera: Glossinidae) at Nguruman, Kenya. *Bull. ent. Res.*, 1986, **76**: 607-619.
12. FILLEDIER (J.), MEROT (P.). Étude de l'attractivité de solutions isolées par fractionnement de l'urine de bovin Baoulé pour *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, au Burkina Faso. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (3) : 453-455.
13. FREZIL (J.L.), CARNEVALE (P.). Utilisation de la carboglace pour la capture de *Glossina fuscipes quanzensis* Pires, 1948, avec le piège Challier-Laveissière. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.* 1976, **14** (3) : 225-233.
14. GALEY (J.B.), MEROT (P.), MITTEAULT (A.), FILLEDIER (J.), POLITZAR (H.). Efficacité du dioxyde de carbone comme attractif pour *Glossina tachinoides* en savane humide d'Afrique de l'Ouest. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 351-354.
15. GIBSON (G.), BRADY (J.). Flight behaviour of tsetse flies in host odour plumes: the initial response to leaving or entering odour. *Physiol. Ent.*, 1988, **13**: 29-42.
16. HALL (D.R.), GOUGH (A.J.E.), ADAMS (P.H.), BEEVOR (P.S.), CORK (A.), GREEN (C.H.), SMITH (J.L.), TAYLOR (J.H.L.), WARNES (H.L.). Identification of host odour attractants for tsetse flies. Final Report 1986-1990. NRI, Chatham Maritime United Kingdom, 1990, 130 p.
17. HASSANALI (A.), Mc DOWELL (P.G.), OWAGA (M.L.A.), SAINI (R.K.). Identification of tsetse attractants from excretory products of a wild host animal *Syncerus caffer*. *Insect Sci. applic.*, 1986, **7** (1) : 5-9.
18. KUPPER (W.), SPATH (J.), KROBER (T.). Attractiveness of chemicals to *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera: Glossinidae) in Côte d'Ivoire. *Trop. Pest Mgmt.*, 1991, **37** (4) : 436-438.
19. LAVEISSIERE (C.), VALE (G.A.), GOUTEUX (J.P.). Bait methods for tsetse control. In: CURTIS (C.F.) ed. Appropriate technology for vector control. Boca Raton, CRC Press, 1990. p. 47-74.
20. LIEBISCH (G.). Elektrophysiologische und anatomische Untersuchungen an Tsetsefliegen zur Verbesserung der Fallentechnik bei der Bekämpfung des trypanosomiasis in Westafrika. Hannover, diss. Dokt., 1991. 139 p.
21. MEROT (P.), FILLEDIER (J.). Résultats obtenus au Burkina Faso sur la recherche d'attractifs olfactifs pour *Glossina tachinoides*. In : Conseil scientifique international pour la recherche et le lutte contre les trypanosomiasis. 20e réunion. Réunion du CSIRLT, Mombasa, Kenya, du 1 au 14 avril 1989. Nairobi, OUA, 1991. p. 423-424.
22. MEROT (P.), FILLEDIER (J.). Attractifs olfactifs pour les glossines riveraines. Bilan de cinq années de recherche. In : Congrès du CSIRLT, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, octobre 1991. 22 p.
23. MEROT (P.), FILLEDIER (J.), MULATO (C.). Pouvoir attractif, pour *Glossina tachinoides*, de produits chimiques isolés des odeurs animales. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (1) : 79-85.
24. MEROT (P.), GALEY (J.B.), POLITZAR (H.), FILLEDIER (J.), MITTEAULT (A.). Pouvoir attractif de l'odeur des hôtes nourriciers pour *Glossina tachinoides* en savane soudano-guinéenne (Burkina Faso). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 345-350.
25. OWAGA (H.L.A.). Preliminary observations on the efficacy of olfactory attractants derived from wild hosts of tsetse. *Insect Sci. applic.*, 1984, **5** (2) : 87-90.
26. OWAGA (H.L.A.). Observations on the efficacy of buffalo urine as a potent olfactory attractant for *Glossina pallidipes* Austen. *Insect Sci. applic.*, 1985, **6** (5) : 561-566.
27. PAYNTER (Q.), BRADY (J.). Flight behaviour of tsetse flies in thick bush (*Glossina pallidipes*) (Diptera: Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 1992, **82** (4) : 513-516.
28. POLITZAR (H.), MEROT (P.). Attraction of the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans* to acetone, 1-octen-3-ol and the combination of these compounds in West Africa. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (4) : 468-473.
29. RANDOLPH (S.E.), DRANSFIELD (R.D.), ROGERS (D.J.). Effect of host odours on trap catch composition of *Glossina pallidipes* in Kenya. *Med. vet. Ent.*, 1989, **3**: 297-306.
30. SAINI (R.K.). Antennal responses of *Glossina morsitans morsitans* to buffalo urine, a potent olfactory attractant of tsetse. *Insect Sci. applic.*, 1986, **7** (6) : 771-775.
31. SPATH (J.), KUPPER (W.). Experiments on olfactory attractants for tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae) in Ivory Coast. In : 20th Meeting ISCTRC, Monbasa, Kenya, 10-14 April 1989. Nairobi, OUA-STRC, 1991. p. 417-422. (Publication No 115)
32. TORR (S.J.). Report on a visit to Burkina Faso to assist and advise the Centre de Recherches sur les Trypanosomoses (CRTA) on research and development of odour baited traps and targets for tsetse control. ODNRI, Chatham Maritime, United Kingdom, 16-31 May, 1989, 25 p.
33. VALE (G.A.). The responses of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) to mobile and stationary baits. *Bull. ent. Res.*, 1974, **64**: 545-588.
34. VALE (G.A.). Field studies of the responses of tsetse flies (*Glossinidae*) and other Diptera to carbon dioxide, acetone and other chemicals. *Bull. ent. Res.*, 1980, **70**: 563-570.
35. VALE (G.A.). The interaction of men and traps as baits for tsetse flies (Diptera: Glossinidae). *Zimbabwe J. agric. Res.*, 1982, **20**: 179-183.
36. VALE (G.A.). The responses of *Glossina* (*Glossinidae*) and other Diptera to odour plumes in the field. *Bull. ent. Res.*, 1984, **74**: 143-152.
37. VALE (G.A.), BURSELL (E.), HARGROVE (J.W.). Catching out the tsetse fly. *Parasitol. today*, 1985, **1**: 106-110.
38. VALE (G.A.), HALL (D.R.). The role of 1-octen-3-ol, acetone and carbon dioxide in the attraction of tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae) to ox odour. *Bull. ent. Res.*, 1985, **75**: 209-217.
39. VALE (G.A.), HALL (D.R.). The use of 1-octen-3-ol, acetone and carbon dioxide to improve baits for tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 1985, **75**: 219-231.
40. VALE (G.A.), HALL (D.R.), GOUGH (A.J.E.). The olfactory responses of tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae) to phenols and urine in the field. *Bull. ent. Res.*, 1988, **78**: 293-300.
41. WARNES (M.L.). Activation of three species of tsetse (*Glossina* spp.) in response to host derived stimuli. *Med. vet. Ent.*, 1992, **6**: 349-354.

AMSLER (S.), FILLEDIER (J.), MILLOGO (R.). Different positions of dispenser bags with olfactory attractants in biconical traps (Challier-Laveissière). Effects on catches of *Glossina tachinoides* and *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) in Burkina Faso. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 301-311

Two experiments were carried out in dry season in Burkina Faso on the experimental area of Comoé (Sudano-Guinean zone), to evaluate the role of the position of a sachet dispenser in sampling *Glossina tachinoides* and *Glossina morsitans submorsitans*. This trial compared internal and external positions of bags containing either meta-cresol alone or a mixture of meta-cresol and octenol (proportions 3:1) in biconical traps. The position of the diffuser system did not seem to be a fundamental factor determining trap efficiency. The results vary with the season, the species and the sex of *Glossina*. The influence of the distance was not investigated.

Key words : *Glossina morsitans submorsitans* - *Glossina tachinoides* - Insect control - Trap - Attractant - Burkina Faso.

AMSLER (S.), FILLEDIER (J.), MILLOGO (R.). Atractivos olfativos para la captura de *Glossina tachinoides* y *Glossina morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) en Burkina Faso. Efecto de la posición del recipiente difusor en la trampa bicónica de Challier-Laveissière. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 301-311

Se llevaron a cabo dos experimentos en estación seca en Burkina Faso, en el sitio experimental de Comoé (zona sudano-guineá), con el fin de estudiar la influencia de la posición del recipiente difusor de productos olfativos, tanto para la *Glossina tachinoides*, como la *Glossina morsitans submorsitans*. Mediante este estudio se compararon las posiciones interna y externa del meta-cresol, así como de la asociación meta-cresol/octenol (en proporciones de 3/1) en las trampas bicónicas. La posición del recipiente no parece ser un factor fundamental para la eficiencia de las trampas y los resultados obtenidos varían según la estación y la especie de *Glossina* considerada. Se observaron también diferencias según el sexo. No se estudio el papel de la distancia.

Palabras clave : *Glossina morsitans submorsitans* - *Glossina tachinoides* - Control de insectos - Trampa - Producto atractivo - Burkina Faso.

Communication

First observation of camel (*Camelus dromedarius*) lymphadenitis in Libya. A case report

A.M. Moustafa^{1*}

MOUSTAFA (A.M.). Première observation d'un cas de lymphadénite sur un dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Libye. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 313-314

Les signes cliniques de la lymphadénite ont été recherchés sur le dromadaire en Libye. Quatre animaux, âgés de 6 à 8 ans, ont présenté de l'innapétence, avec amaigrissement et anémie légère. La maladie était caractérisée par un gonflement et un abcès des ganglions lymphatiques cervicaux inférieurs, à la base du cou. *Corynebacterium pyogenes* s'est révélé être l'agent causal de cette affection.

Mots clés : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Lymphadénite - *Corynebacterium pyogenes* - Libye.

Introduction

In lymphadenitis, lymph glands are involved, most frequently the inferior cervical nodes at the base of the neck. This case report describes the clinical features of the disease in a natural outbreak in old camels for the first time in Libya with the subsequent isolation of *Corynebacterium pyogenes*.

Materials and methods

The disease was observed in a nomadic herd of 150 camels (*Camelus dromedarius*) in Tripoli, Libya, during January 1991. Four male camels 7 to 8 years old were suffering from enlargement of the inferior cervical lymph nodes at the base of the neck. The laboratory specimens were obtained by surgical removal of enlarged inferior cervical lymph nodes. Samples were taken to the laboratory and cultured on a 5 % sheep blood agar medium. Isolated microorganisms were identified and characterized by biochemical and sugar fermentations according to CARTER (1) and CRUICKSHANK *et al* (2).

Results

The clinical signs of the affected camels showed enlargement of the inferior cervical lymph nodes at the base of the neck. The size of the lesion varies but might reach that of an orange (photo 1). The swelling was hard, cold, nodular in consistency, painful in nature and with enlarged lymph vessels connected to the gland. The camels

1. Department of animal Medicine, Faculty of veterinary Medicine, POB 13662, El-Fateh University, Tripoli, Libye.

* Adresse actuelle : Department of animal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Moshtohour, Benha University, POB 13736 Egypte.

Reçu le 31.3.1993, accepté le 10.10.1994.

TABLE I Biochemical and sugar fermentations of isolated *C. pyogenes* strains.

Criteria	Characters
Hemolysis	β
Catalase	—
Gelatinase	+
Nitrate reduction	—
Urease	—
Acid production:	
Glucose	+
Maltose	+
Lactose	+
Sucrose	—



Photo 1 : A camel with lymphadenitis. Enlargement of the inferior cervical lymph nodes at the base of the neck.

were deprived of appetite, emaciated, slightly anemic and reluctant to work.

Corynebacterium pyogenes was isolated and identified. Biochemical and sugar fermentations of the isolated microorganisms were performed as shown in table I.

Discussion

In Libya, lymphadenitis as caused by *C. pyogenes* is believed to have existed for years, but has never been reported. Locally, the disease called "waram" is thought to be similar to caseous lymphadenitis in sheep. In Egypt, it is called "kandiel". In Saudi Arabia and in the Sudan, it is

Communication

referred to locally as "anaba" (5). In Ethiopia, it is called "mala" and DOMENECH *et al.* (3) described a condition in Ethiopian camels which resembled caseous lymphadenitis in small ruminants. This is a chronic condition developing slowly and characterized by external and internal abscess formation, usually affecting adult camels over 5 years of age. Lymph glands were involved, most frequently the inferior cervical (4). A similar condition has been described in Kenya by SCHWARTZ *et al.* (7). The size of the inflamed gland varies but might reach the size of an orange or larger. Abscesses contain a non-granular yellowish pus. While, DOMENECH *et al.* (3) recovered *C. pyogenes* from 6.7 % of cases. Also, RICHARD (6) in his study of the pathology of the camel puts considerable emphasis on the importance of corynebacteriosis in *camelidae* and considers *Corynebacterium* spp. to be the main cause of "mala". Surgical interventions were performed on the affected camels because the lesions were usually confined to one organ inferior cervical lymph node, but they can also disseminated. *C. pyogenes* are susceptible to a number of antibiotics *in vitro*, but because of the suppurative processes, including abscesses, treatment is not usually satisfactory.

References

1. CARTER (G.R.). Essentials of veterinary bacteriology and mycology. 3rd edn, Philadelphia, USA, Lea and Febiger, 1986. 261 p.
 2. CRUICKSCHANK (R.), DUGUID (J.P.), MARMION (B.P.), SWAIN (R.H.A.). Medical microbiology. The practice of medical microbiology. Vol. II. 12th edn, London, Edinburgh, Churchill Livingstone, 1975. p. 120.
 3. DOMENECH (J.), GUIDOT (G.), RICHARD (D.). Les maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie. Symptomatology, étiologie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (3) : 251-258.
 4. HIGGINS (A.J.). The camel in health and disease. 1st edn, London, Baillière Tindall, 1986. 168 p.
 5. RADWAN (A.I.), EL-MAGAWRY (S.), HAWARI (A.), AL-BEKAIRI (S.I.), REBLEZA (R.M.). *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection in camels (*Camelus dromedarius*) in Saudi Arabia. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1989, **21** (4): 229-230.
 6. RICHARD (D.). Etude de la pathologie du dromadaire dans la sous-province du Borona (Ethiopie). Thèse Doct. vét. Univ. Créteil, 1975. 181 p.
 7. SCHWARTZ (S.), SCHWARTZ (H.J.), WILSON (A.J.). Eine fotografische dokumentation wichtiger kamelkrankheiten in Kenia. *Prakt. Tierarz.*, 1982, **63** (11): 985-989.
- MOUSTAFA (A.M.). First observation of camel (*Camelus dromedarius*) lymphadenitis in Libya. A case report. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 313-314
- The clinical signs of lymphadenitis in camels in Libya were investigated. Four animals 6 to 8 years old were inappetent, emaciated and slightly anemic. The disease was characterized by swelling and abscess formation in the inferior cervical lymph nodes at the base of the neck. *Corynebacterium pyogenes* was the causative microorganism of this diseased condition.
- Key words* : Dromedary - *Camelus dromedarius* - Lymphadenitis - *Corynebacterium pyogenes* - Libya.

Experimental metolachlor toxicosis in Nubian goats in the Sudan

O.S.A. Mohamed¹, Khalda E. Ahmed¹, S.E.I. Adam², O.F. Idris¹

MOHAMED (O.S.A.), AHMED (Khaldia E.), ADAM (S.E.I.), IDRIS (O.F.). Intoxication expérimentale par le métolachlor de chèvres de race Nubienne au Soudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 315-318

Dans un lot de quinze chèvres de race Nubienne, six ont reçu oralement en une seule fois des doses de métolachlor (Dual 720 EC[®]) de 2 000 ou 500 mg/kg de poids vif. Elles sont mortes dans un délai de 1 h après l'administration du produit. Six autres ont reçu quotidiennement des doses orales de 200 ou 25 mg/kg de poids vif. Elles sont mortes ou ont été abattues entre le 8^e et le 25^e jour. Chez les sujets ayant reçu une dose unique du produit, les signes d'empoisonnement ont consisté en des épisodes convulsifs, de l'incoordination motrice, des tremblements, des spasmes musculaires sévères, de la raideur, une salivation intense, de la détresse respiratoire, des attitudes anormales et du décubitus. Chez les chèvres ayant reçu le métolachlor aux doses quotidiennes, les signes cliniques ont été similaires mais se sont développés lentement. L'augmentation d'activité des AST et GGT sériques, celle de la concentration en urée et la diminution de la concentration des protéines totales ont évolué en corrélation avec les changements cliniques et l'apparition des lésions.

Mots clés : Caprin - Chèvre Nubienne - Intoxication - Herbicide - Protéine - Sérum sanguin - Urée - Soudan.

INTRODUCTION

In the Sudan, the commercial use of herbicides has increased tremendously over the last few years as a result of the establishment of new agricultural schemes. In these projects, many crops have been cultivated and livestock has been introduced in the agricultural round with improvement of productivity/feddian crop. Metolachlor is a new selective herbicide which contains an acetanilide as an active ingredient and possesses an excellent action against annual grass weeds in soybeans, groundnuts, corn, maize, sunflowers, sugarcane and sugarbeet when applied at pre-emergence stage. It is taken up by the plants mainly through the shoots when present in the upper-most soil layer (4, 5, 7). Information on the toxicity of metolachlor in livestock is scarce. The present study was planned to investigate the toxic effects of metolachlor in Nubian goats, because this herbicide is frequently used in this country and cases of poisoning have been observed.

1. Central Veterinary Research Laboratory Administration, Soba, Khartoum, POB 8067, Soudan.

2. Department of Medicine, Pharmacology and Toxicology, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, Khartoum North, POB 32, Soudan.

Reçu le 22.11.1993, accepté le 30.9.1994.

MATERIALS AND METHODS

Animals and dosing

Fifteen 4 to 7 month-old male Nubian goat kids were used. The goats were clinically healthy, kept within the premises of Central Veterinary Research Laboratory, Soba and fed on forage Sorghum bicolor (ABU 70) and water *ad libitum*. Goat kids 1, 2 and 3 (group 1), 4, 5 and 6 (group 2) were each given single oral doses of 2,000 and 500 mg/kg of metolachlor (Dual 720 EC[®]) [2-ethyl-6-methyl-N-(2-methoxy-1methyl-ethyl) - x chloroacetanilide, 72 % technical, Ciba Geigy Ltd., Basle Switzerland] respectively. Goat kids 7,8 and 9 (group 3), 10, 11 and 12 (group 4) were each given daily oral metolachlor doses of 200 mg/kg for 8-12 days and 25 mg/kg for 25 days respectively. Goat kids 13, 14 and 15 (group 5) were undosed controls.

Serum chemistry

Goats kids were bled from the jugular vein before and after dosing and blood samples were collected, centrifuges at 3,500 rpm for 10 min. Sera were analysed for the activities of AST, GGT and LDH and concentrations of total protein, total cholesterol, creatinine and urea by commercial kits (Cromatest Laboratories, Knickerbocker, SAE, Barcelona, Spain). Serum ALP activity and sodium, potassium and inorganic phosphate concentrations were determined by standard methods (10, 11). The concentrations of magnesium (8) and calcium (9) were estimated.

Histological methods and statistical analysis

All goat kids were examined immediately after death or slaughter for gross lesions. Specimens of brain, spinal cord, peripheral nerves, lungs, trachea, heart, liver, spleen, kidneys, abomasum and intestines were fixed in 10 % neutral buffered formalin, embedded in paraffin wax, sectioned with 5 µm and stained with hematoxylin and eosin (H&E). Statistical significance was assessed by Student's test (6).

RESULTS

The dosing protocol and survival times of the goat kids are given in table I.

Clinical findings

Within two min post dosing, goat kids receiving single oral doses of metolachlor at 2,000 mg/kg (group 1) and 500 mg/kg (group 2) developed tremors, staggering, severe muscular spasm of the fore and hind limbs, neck and back (photo 1), profuse salivation, licking of the lips, dilatation of the pupils, dyspnoea, ruminal tympany, uneasiness, prostration and recumbency. Death took place within 60 min. Goat kids given daily doses of metolachlor at 200 mg/kg (group 3) and 25 mg/kg (group 4) showed moaning, salivation, grinding of the teeth, urination, defecation, uneasiness, slight tremors and weakness of the hind limbs. In these groups, signs developed within 5 min post dosing and disappeared after 4 h following daily dosing. The goats died or were slaughtered between days 8 and 25. The control goat kids (group 5) showed no clinical signs and were slaughtered on day 25.

Post mortem changes

There was congestion and/or hemorrhage in the brain, trachea, lungs, liver, kidneys, heart, spleen and small intestines in all metolachlor-dosed goats in groups 1, 2, 3 and 4. Varying degrees of pulmonary emphysema, oedema and froth at the trachea were observed while fatty change in the kidneys in group 2, 3 and 4 was more severe than in group 1. Slight catarrhal abomasitis or enteritis was seen in groups 2, 3 and 4. Control goat kids (group 5) showed no lesions.

Histopathologic changes

Liver

In goat No 4 in group 2, the liver showed cytoplasmic fatty vacuolation or necrosis of the centrilobular hepatocytes. In groups 3 and 4, the hepatic lesions extended to the peripheral hepatocytes and the portal tracts were infiltrated with lymphocytes and a few fibroblasts. The blood vessels and sinusoids were congested and bile ductule hyperplasia was observed.

Kidneys

The epithelial cells of some proximal convoluted tubules were degenerated, some glomerular tufts were shrunken or necrotic, and congestion hemorrhage was seen in both cortex and medulla.

Lungs

There was congestion of the alveolar capillaries, alveolar hemorrhage, oedema and emphysema with peribronchiolar lymphocytic infiltration, especially in groups 1, 2 and 3.



Photo 1 : Severe muscular spasm of the limbs, neck and back in kid No. 4 (group 2) given a single oral dose of 500 mg/kg of metolachlor.

TABLE I Details of male goat kids given single or repeated doses of metolachlor by drench.

Group No.	Goat Kid No.	Age (m)	Dose (mg/kg)	Time of death	
1	1	4	2 000	10 min	
	2	4	2 000	10 min	
	3	4	2 000	10 min	
	2	4	5	500	60 min
		5	5	500	30 min
		6	6	500	30 min
3	7	7	200	18 d	
	8	7	200	8 d	
	9	7	200	12 d	
	4	10	7	25	25 d (slaughtered)
		11	7	25	25 d (slaughtered)
		12	7	25	25 d (slaughtered)
25 d (slaughtered)					

Abomasum and intestines

The lamina propria of the intestinal and abomasal mucosae was congested and infiltrated with lymphocytes. Catarrhal abomasitis and/or enteritis was detected and hemosiderin deposits were seen in the red pulp of the spleen in groups 2, 3 and 4.

Changes in serum constituents (table II)

The activities of serum AST, GGT, ALP and LDH and the concentration of total protein, total cholesterol, urea, creatinine, sodium, potassium, inorganic phosphate, calcium and magnesium were not assayed in groups 1 and 2 because the test animals died within 1 h post dosing. In

TABLE II Changes in serum constituents of metolachlor poisoned goat kids.

Group	AST (i.u)	GGT (i.u)	Total protein (g/100 ml)	Urea (mg/100 ml)	Inorganic phosphate (mg/100 ml)
5 (controls)	11.74 ± 8.16	14.74 ± 4.55	7.47 ± 0.65	17.8 ± 2.25	6.1 ± 1.1
3 (200 mg/kg/d)	51.92 ± 12.8***	47.01 ± 16.15***	6.5 ± 0.6**	31.23 ± 4.68**	4.8 ± 1.4*
4 (25 mg/kg/d)	42.2 ± 7.04***	47.12 ± 17.25***	6.55 ± 0.75**	45.1 ± 17.04***	5.3 ± 1.5 ^{NS}

NS = Not Significant ; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

groups 3 and 4, there were significant increases ($p < 0.001$) in the activities of AST and GGT and decreases ($p < 0.01$) in the concentration of total protein. The concentrations of urea were higher ($p < 0.01-0.001$) in the test groups than in the control group. The concentration of inorganic phosphate decreased in group 3 ($p < 0.05$). No significant differences in the activities of LDH and ALP or in the concentrations of total cholesterol, creatinine, sodium, potassium, calcium and magnesium were observed between the test goat kids in groups 3 and 4 and the control animals in group 5.

DISCUSSION

The present study has shown that single oral doses of 500 mg/kg and above of metolachlor are fatal to goat kids within 10 min-1 h of dosing probably due to respiratory failure. The daily oral dosages of 200 or 25 mg/kg of metolachlor in goat kids caused toxic manifestations and death between days 8 and 25. GENTILE and CALABRESE (3) found a significant reduction in erythrocyte acetylcholinesterase activity in Dorset sheep dosed with metolachlor. In the present study, the signs of toxicosis in goat kids might have been due to cholinesterase inhibition or diffuse stimulation of the central nervous system or to both. None of the test animals showed demyelination of the peripheral nerves or the white matter of the spinal cord. The hepatorenal lesions were accompanied with increases in the activities of serum AST and GGT and in the concentration of urea and decreases in the concentrations of total protein. EL SADEK *et al.* (2) reported a decrease in the activity of serum AST and creatine phosphokinase (CPK) in rats given different oral doses of metolachlor for 15 days.

In this study, the presence of hemosiderosis in the spleen may be due to destruction of erythrocytes. CORNELIUS and KANEBO (1) have suggested that in human beings and rabbits, damage to renal tissue causes deficiency of the hormone, erythropoietin, and consequently results in failure in erythropoiesis. Experiments to test the carcinogenicity, teratogenicity and pharmacokinetics of this herbicide have not been undertaken.

REFERENCES

- CORNELIUS (C.E.), KANEBO (J.J.). Clinical biochemistry of domestic animals. New York, Academic Press, 1963.
- EL SADEK (S.E.), IBRAHIM (S.S.), ABDAL SALAM (S.A.), REGAL (S.A.). Effect of three herbicides on some enzyme activity and hematological changes in rats. *Vet. Med. J.*, 1985, **33**: 123-134.
- GENTILE (T.J.), CALABRESE (E.J.). Screening for potential hemolytic responses to environmental agents using a bioactivation system: evaluation of six pesticides. *J. env. Sci. Hlth.*, 1987, **22A**: 427-444.
- GERBER (H.R.), MUELLER (G.), EBNER (L.). GA 24705, a new grass killer herbicide. *In* : Proc. Br. Weed Control Conf., 1974, **2**: 787-794.
- IGGO (G.A.). Results of screening pre-emergence herbicides for sugarcane. *In* : Proc. Cong. S. Afr. Sug. Technol. Ass., 1975, **49**: 122-125.
- MENDENHALL (W.S.). Introduction to probability and statistics. 3rd edn. Belmont. California. USA, Wadsworth Publication Co, Inc., 1971.
- PAROCHETTI (J.V.), BURT (J.W.), BELL (A.W.). Triazines, acetanilides and several other herbicides for weed control in corn. *In* : Proc. NEast Weed Sci. Soc., 1976, **30**: 48-54.
- SPARE (P.). A study of the titan yellow dye lake methods for estimation of serum magnesium. *Tech. Bull., Reg. med. Technol.*, 1962, **32**: 14.
- TRINDER (P.). Colorimetric micro-determination of calcium in serum. *Analyst.* 1960, **85**: 889.
- VARLEY (H.). Practical clinical biochemistry. 4th edn, New York, William Heinmann Medical Books Ltd, and Interscience Books Inc., 1967.
- WHITE (W.L.), FRANKEL (S.). Chemistry of medical technologists. 2nd edn.. St-Louis, CV Mosby Co, 1965.

O.S.A. Mohamed Khalda E. Ahmed S.E.I. Adam O.F. Idris

MOHAMED (O.S.A.), AHMED (Khalda E.), ADAM (S.E.I.), IDRIS (O.F.). Experimental metolachlor toxicosis in Nubian goats in the Sudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 315-318

Six out of 15 Nubian goats kids were given single oral doses of metolachlor (Dual 720 EC[®]) at 2,000 or 500 mg/kg liveweight and died within 1 h of the dosing. Other 6 goats were given daily oral doses at 200 or 25 mg/kg and died or were slaughtered between days 8 and 25. In goats receiving single doses, the signs of poisoning were convulsive episodes, incoordination of movement, tremors, severe muscular spasms, stiffness, profuse salivation, respiratory distress, abnormal posture and recumbency. In goats receiving metolachlor at daily doses, the signs were similar, but developed slowly. Increases in the activities of serum AST and GGT and in the concentration of urea, and decreases in total protein concentration were correlated with clinical changes and lesions.

Key words : Goat - Nubian goat - Poisoning - Herbicide - Protein - Blood serum - Urea - The Sudan.

MOHAMED (O.S.A.), AHMED (Khalda E.), ADAM (S.E.I.), IDRIS (O.F.). Toxicosis experimental por metolachlor, en cabras de raza Nubiana en Sudán. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 315-318

Se administraron dosis individuales de 2 000 o 500 mg/kg de metolachlor ((Dual 720 EC[®]) a seis de 15 cabritos de la raza Nubiana, los cuales murieron una hora después de la administración. Otras seis cabras recibieron diariamente dosis orales del compuesto de 200 o 25 mg/kg ; estos animales murieron o fueron matados entre el día 8 y el día 25. Las cabras que recibieron dosis individuales de Dual, presentaron signos de envenenamiento, con episodios convulsivos, movimientos de incoordinación, temores, espasmos musculares severos, contracturas, salivación profusa, disfunción respiratoria, posturas anormales y decúbito. En las cabras que recibieron el metolachlor en dosis de 200 o 25 mg/kg, los signos fueron similares, pero con un desarrollo más lento. Se correlacionaron aumentos en la actividad sérica de AST y GGT, en la concentración de úrea y en la disminución de la concentración de las proteínas totales con los cambios clínicos y las lesiones.

Palabras clave : Caprino - Cabra Nubiana - Intoxicación - Herbicida - Proteína - Suero sanguíneo - Urea - Sudán.

Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud

T. Yo¹, M. Picard², H. Guerin³, P. Dauvilliers⁴

YO (T.), PICARD (M.), GUERIN (H.), DAUVILLIERS (P.). Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 319-327

La consommation alimentaire et la croissance des poulets de chair sont limitées par les fortes températures. Une alimentation séparée (AS), composée de céréales "graines entières" et d'un aliment complémentaire, a été comparée avec un aliment complet en farine (ACF) ou en granulés (ACG) pour étudier l'aptitude des poulets à adapter leur ingestion d'énergie et de protéines à leurs besoins. Deux essais ont porté, en saison sèche (SS) et en saison des pluies (SP), plus fraîche, sur 1 012 poulets de souche JV15 divisés en 24 lots et sur 6 régimes comprenant un ACF, un ACG et 4 combinaisons d'AS associant du maïs ou du mil à deux formules d'aliments complémentaires. Les poids à 56 jours ont été plus élevés en SP qu'en SS (25 p. 100). Quelle que soit la saison, les croissances en AS ont été de 4 à 7 p. 100 supérieures à celles obtenues en ACF. En revanche, en SS les performances des lots en AS et en ACG étaient globalement identiques (ACG non testé en SP). L'AS a nécessité une semaine d'adaptation après laquelle l'équilibre énergie/protéines fut proche de celui des aliments complets. Elle permet l'utilisation des céréales locales sans frais de transport, de broyage, de mélange ni de granulation. Le prix d'intérêt de l'aliment complémentaire peut être déterminé par ceux des céréales et de l'ACG.

Mots clés : Poulet de chair - Technique et alimentation - Ressource alimentaire - Croissance - Climat tropical - Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

La chaleur constitue l'une des contraintes majeures de l'élevage avicole en zones tropicales. Elle entraîne chez le poulet de chair un ralentissement de la croissance (1, 2, 13) dû à une importante réduction de l'ingéré alimentaire (22, 33, 35) et, probablement, à un effet direct sur les mécanismes physiologiques de l'animal (4, 12, 14).

Plusieurs stratégies nutritionnelles ont été proposées en vue de compenser l'incidence négative de la température en environnement chaud. Elles consistent, généralement, à augmenter la densité nutritionnelle de la ration, notam-

ment sa teneur en protéines et/ou acides aminés essentiels (5, 29) ou à remplacer une partie des glucides de l'aliment par de la matière grasse afin d'abaisser la production d'extra-chaleur chez l'animal (10, 11). Cependant, l'utilisation de régimes riches en protéines ne semble pas empêcher une dépression de la croissance du poulet de chair en climat chaud (16, 23, 32). De même, l'inclusion de matière grasse dans les rations n'a pas toujours donné des résultats concluants (24, 33).

Il semble donc peu probable d'améliorer de manière significative la productivité des volailles soumises à un stress thermique par le seul remaniement de la composition des aliments composés (14). Il apparaît nécessaire de sortir du concept classique d'aliment complet *ad libitum* au profit de stratégies nouvelles prenant davantage en compte les choix et les rythmes de consommation alimentaire des animaux (25). Dans cette perspective, la méthode d'alimentation séparée, qui consiste à offrir en libre choix différentes fractions d'une ration, pourrait constituer une alternative intéressante. Elle donne aux animaux la possibilité de réguler leur ingéré protéique, indépendamment de l'ingestion d'énergie, et de l'adapter à leur niveau de production ainsi qu'aux conditions climatiques du milieu (7, 21).

L'aptitude des volailles de souches sélectionnées à opérer un choix alimentaire correspondant à leurs besoins nutritionnels, en situation de production intensive, a été signalée par quelques auteurs (8, 9, 15, 26). Toutefois, les performances de croissance obtenues chez les poulets de chair avec cette méthode semblent variables. ROSE et KYRIAZAKIS (27), faisant une synthèse de quelques expériences sur l'alimentation séparée (AS) des poulets de chair, ont conclu que l'utilisation de ce système conduit généralement à un gain de poids inférieur d'environ 10 p.100 à celui obtenu avec un aliment complet classique (AC). SCHOLTYSSEK (30) a trouvé une tendance similaire en climat de type tempéré alors que COWAN et MICHIE (8, 9) ont montré que la réponse des animaux nourris en AS est fonction de la température. Pour des températures de 16 à 26°C, ces auteurs ont obtenu un gain de poids identique en AS et en AC alors qu'à 31°C, l'AS donnait un gain de poids plus élevé que l'AC. SINURAT et BALNAVE (32) et MASTIKA et CUMMING (21) ont également confirmé cet avantage de l'AS à des températures élevées.

1. IDESSA-DRA, BP 633 Bouaké, Côte d'Ivoire.

2. INRA-SRA, 37380 Nouzilly, France.

3. CIRAD-EMVT, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

4. UFAC 95450 Vigny, France.

Reçu le 3.5.1994, accepté le 26.10.1994.

Le régime fractionné, avec des céréales en graines entières ou broyées, ne semble pas avoir d'effet négatif sur l'indice de consommation (33), le taux de mortalité (30), le rendement carcasse et le taux d'engraissement (21, 31). Toutefois, MASTIKA et CUMMING (20) signalent que les souches à croissance rapide, contrairement aux souches lentes, montrent un taux d'engraissement plus élevé en AS qu'en AC.

L'utilisation de céréales graines entières dans un système d'AS offre des perspectives de valorisation directe des surplus de production de céréales, au niveau de la ferme, sans nécessiter un investissement pour le broyage et le mélange des aliments composés. L'AS permet en outre de limiter les coûts de transport et les contaminations d'aliments broyés au cours du stockage en climat tropical. Cependant, les données actuellement disponibles sur la méthode d'AS ont, en général, été obtenues en climat tempéré ou, plus rarement, en milieu chaud simulé en chambres climatiques. Très peu d'informations existent sur l'utilisation de cette méthode en milieu tropical réel, notamment en Afrique. Cette étude vise à tester, en condition tropicale, la réponse des poulets de chair à une alimentation offrant, au choix, une source énergétique sous forme de céréales graines entières et un aliment complémentaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux essais ont été conduits au Département des Ressources animales de l'IDESSA (Bouaké, Côte d'Ivoire) en saison sèche et chaude (expérience 1) et en saison pluvieuse et fraîche (expérience 2).

Expérience 1

Cette étude s'est déroulée du 23 janvier au 19 mars 1992, soit pendant 56 jours. La température au cours de la période expérimentale était, en moyenne, de $25,0 \pm 1,2^\circ\text{C}$ pour les minima et $35,5 \pm 1,6^\circ\text{C}$ pour les maxima.

TABLEAU I Valeurs nutritionnelles des aliments utilisés au cours de l'essai 1.

	C1	C2	Maïs	Mil	Alimentation de démarrage (0-21 j)	ACF (22-56 j)	ACG (22-56 j)
E.M. Kcal/kg	2 050	2 400	3 345	3 457	3 125	3 097	3 016
P.B. (p. 100)	40,7	39,6	8,6	8,0	21,2	19,3	20,8
Lysine (p. 100)	3,2	2,7	0,23	—	1,10	0,96	0,94
A.A.S. (p. 100)	1,75	1,50	0,40	—	0,82	0,73	0,78
Ca (p. 100)	3,50	3,00	0,02	0,06	1,10	0,94	0,99
P. assim. (p. 100)	1,70	1,50	0,05**	0,08**	0,50*	0,50*	0,50*
Mn ppm	168	160	26	20,6	88	100	100

* Valeurs communiquées par le fabricant (FACI) ; ** valeurs extraites de la table INRA (1984).

Matériel

L'essai, constitué de six traitements alimentaires, s'est déroulé dans un poulailler au sol, semi-ouvert à ventilation statique, où la litière était composée de balles de riz. Sept cent cinquante-six poussins d'un jour de souche "JV15" pesant en moyenne 41 g ont été répartis au hasard dans 18 parquets de 6 m² à raison de 42 animaux par parquet. Chacun des 6 régimes a été distribué à 3 parquets d'animaux. Deux aliments complémentaires protéiques (C1 ou C2) ont été utilisés, en les associant au maïs ou au mil (source d'énergie), constituant ainsi 4 combinaisons de céréales et d'aliments protéiques : C1 + maïs, C1 + mil, C2 + maïs, C2 + mil. Le régime témoin était un aliment complet commercial présenté sous forme de farine (ACF) ou sous forme de granulés (ACG). Les caractéristiques nutritionnelles de ces aliments, déterminées par analyses, sont indiquées dans le tableau I. Les teneurs en énergie métabolisable ont été calculées avec l'équation de JANSSEN (18) pour le maïs et le mil et l'équation CEE indiquée par CARRE et ROZO (6) pour les compléments C1 et C2 et les aliments complets. Dans chaque parquet étaient disposées 2 mangeoires : l'une pour la céréale et l'autre pour le complément protéique. Dans les parquets recevant l'ACF ou l'ACG, le même aliment était servi dans les 2 mangeoires.

Méthodes

L'éclairage total (lumière diurne + lumière artificielle nocturne) était continu pendant les 4 premiers jours puis a été réduit à 18 h par nycthémère (6-24 h). A partir du 28^e jour, du fait de la forte chaleur diurne, l'éclairage total a été augmenté à 21 h (6-3 h) pour le reste de la période d'élevage. Au cours des deux premières semaines, tous les aliments (céréales, aliments complémentaires, aliments complets) étaient distribués sous forme de farine. Le passage aux graines entières de céréales et complémentaires protéiques granulés a été effectué au début de la 3^e semaine pour les régimes en AS. L'AC granulé a été servi aux animaux de ce traitement après 3 semaines d'aliment farine.

A 6, 24 et 48 jours d'âge, les animaux ont reçu, dans l'eau de boisson, un traitement vaccinal contre la maladie de Newcastle et à 9 et 26 jours d'âge contre la maladie de Gumboro. De même, tous les animaux ont reçu à titre préventif, toujours dans l'eau de boisson, un traitement anticoccidien à 12, 27 et 42 jours d'âge pendant 3 jours consécutifs.

La consommation hebdomadaire de chaque aliment a été mesurée de manière séparée pour le concentré et les céréales. Les animaux ont subi une pesée individuelle à 2, 4, 6 et 8 semaines d'âge. La consommation d'eau de chaque parquet a été mesurée à 30 et 45 jours d'âge pendant 2 jours consécutifs. Afin d'établir une relation entre la consommation d'eau, l'ingéré alimentaire et le poids vif, la quantité d'aliment ingérée ainsi que le poids vif ont été calculés par interpolation linéaire à l'aide des 2 moyennes hebdomadaires précédant et suivant les mesures de l'ingéré hydrique.

Expérience 2

La deuxième expérience s'est déroulée du 9 juillet au 3 septembre 1992. A cette période, la moins chaude de l'année, les températures étaient en moyenne de $22,8 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ pour les minima et de $29,5 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$ pour les maxima.

Matériel et méthodes

L'essai a utilisé 256 poussins chair d'un jour répartis dans 8 parquets de 32 animaux. Tous les animaux ont reçu pendant la période 0-28 j un aliment complet en farine (ACF). L'expérimentation a porté sur la période 29-56 j. Au cours de cette période, l'AS (maïs + complément C1) a été comparée à un AC en farine. La composition des aliments utilisés est indiquée dans le tableau II. Chaque régime a été distribué à 4 lots de 32 poulets de chair entre 29 et 56 jours d'âge. Les mesures relatives au poids vif, à la consommation d'aliment et d'eau ainsi que le programme de prophylaxie étaient identiques à celles de l'expérience 1.

TABLEAU II Caractéristiques des aliments utilisés au cours de l'essai 2.

	Aliment complet (29-56 jours)	Maïs	Complément C1
E.M. (kcal/kg)	2 912	3 257	2 050
P.B. (p. 100)	19,3	9,5	39,1
Lysine (p. 100)	1,05	0,27	3,11
A.A.S. (p. 100)	0,93	0,47	1,68
Ca (p. 100)	1,06	0,03	3,09
P assim. (p. 100)	0,5*	0,05**	1,70

* Valeurs communiquées par le fabricant (FACI) ; ** valeurs extraites de la table INRA (1984).

Ces données ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du programme STAT-ITCF et les moyennes des traitements ont été comparées à l'aide du test de comparaison multiple de NEWMAN et KEULS.

RÉSULTATS

Expérience 1

Performances de croissance

L'évolution du poids vif et du gain de poids par période d'élevage sont indiquées dans le tableau III. Dans l'ensemble, l'utilisation du système d'alimentation associant un complément protéique (C1 ou C2) à une céréale (maïs ou mil) a permis d'obtenir une croissance pondérale régulière. Il n'y a pas eu de différence significative entre les poids vifs à 8 semaines obtenus avec les 4 régimes en AS ($p > 0,05$). L'AS a permis un démarrage significativement plus rapide par rapport à la ration commerciale témoin : les poids à 2, 4 et 6 semaines (mis à part le régime C1 + mil à 6 semaines) en AS sont plus élevés qu'avec l'AC ($p < 0,01$). Cependant, au cours des deux dernières périodes, les animaux recevant l'AC granulé ont pu rattraper leur retard de croissance. L'AC granulé donne à 8 semaines un poids vif plus élevé que l'AC en farine ($p < 0,05$) et comparables à ceux obtenus avec les régimes AS ($p > 0,05$) (tabl. III).

Ingestion et efficacité de transformation de l'aliment

L'ingestion d'aliment, d'énergie, de protéines brutes et les indices de consommation sont indiqués dans le tableau IV. La quantité totale d'aliment ingéré par jour augmente régulièrement, passant de 18 g/j au cours de la première semaine à environ 130 g/j au cours de la 7e semaine d'âge. Au cours de la dernière semaine, on observe une relative diminution de l'ingestion sur les régimes AS. Cette diminution pourrait être due, en partie, aux difficultés de conservation du complément protéique.

Pour les rations C1 + maïs, C1 + mil et C2 + mil, on a observé que la part du complément dans la ration quotidienne, de 50 p.100 au cours de la première semaine, a été réduite à 30-36 p. 100 au cours des 5 semaines suivantes et à 26-29 p.100 au cours des 7e et 8e semaines. Toutefois, pour les régimes séparés avec du maïs, la part de compléments dans les rations ingérées était relativement élevée au cours de la troisième semaine (41 p.100 pour le C1 et 45 p.100 pour le C2), en raison de la présence de quelques impuretés dans le maïs. Le tamisage des grains de maïs a permis de résoudre ce problème pour le régime C1 + maïs. En revanche, pour le régime C2 + maïs, la part du complément dans la ration ingérée est restée élevée au cours des 5 premières semaines (42 à 50 p. 100). Ce taux ne s'est abaissé à un niveau comparable aux autres qu'au cours des 3 dernières semaines (28 à 33 p. 100). Sur les 8 semaines d'élevage, le taux moyen

TABEAU III Evolution du poids vif et du gain moyen quotidien (GMQ) (g/poulet/j) en fonction de l'âge.

Périodes	C1 + maïs	C1 + mil	C2 + maïs	C2 + mil	ACF	ACG
Poids vif (g)						
1 jour	41a	41a	41a	41a	41a	41a
14 jours	339 ± 27a	314 ± 28a	334 ± 29a	313 ± 28a	227 ± 42b	235 ± 36b
28 jours	952 ± 99a	926 ± 111a	978 ± 98a	936 ± 119a	759 ± 117b	796 ± 96b
42 jours	1 644 ± 170a	1 557 ± 206bc	1 655 ± 159a	1 605 ± 189ab	1 424 ± 186d	1 521 ± 148c
56 jours	2 107 ± 248a	2 061 ± 240ab	2 137 ± 259a	2 099 ± 275a	2 022 ± 257b	2 103 ± 244a
GMQ (g/an/jour)						
0-2 semaines	21,2a	19,5a	20,9a	19,4a	13,3b	13,9b
3-4 semaines	43,9ab	43,7ab	46,0a	44,5ab	30,0c	40,0bc
5-6 semaines	49,4a	45,1a	48,4a	47,8a	47,5a	51,8a
7-8 semaines	33,1b	36,0b	34,4b	35,3b	42,7a	41,6a

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

TABEAU IV Consommation quotidienne moyenne d'aliment, d'énergie et de protéines et indice de consommation pour la période (0-8 S).

	C1 + maïs	C1 + mil	C2 + maïs	C2 + mil	Aliment farine	Aliment granulé
Consommation/jour						
Céréales (g/an/j)	61a	61a	58a	61a	—	—
Complément (g/an/j)	30b	29b	33a	29b	—	—
Total (g/an/j)	91a	90a	91a	90a	83b	87ab
Pourcentage de complément	33 p. 100	32,2 p. 100	36,3 p. 100	32,1 p. 100	—	—
Protéines (g/an/j)	17,5a	16,7b	18a	16,5b	16,3b	18,1a
Energie (kcal/an/j)	266bc	270b	274b	282a	258c	264bc
Indice de consommation						
IC (g aliment/g gain)	2,49a	2,50a	2,43a	2,46a	2,35a	2,36a
Energie (kcal/g gain)	7,20a	7,49a	7,31a	7,68a	7,29a	7,16a
Protéines (g PB/gain)	0,48ab	0,46ab	0,48ab	0,45b	0,46ab	0,49a

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

TABEAU V Consommation d'eau (en ml/poulet/jour).

Âge (Température)		C1 + maïs	C1 + mil	C2 + maïs	C2 + mil	ACF	ACG
30 jours (32 °C)	Eau (ml/an/j)	304a	242b	299a	258b	186c	239b
	Eau/aliment (ml/g)	2,69a	2,23bc	2,77a	2,43ab	2,09c	2,58a
	Eau/poids vif (p. 100)	29	24	28	25	22	27
45 jours (30 °C)	Eau (ml/an/j)	318a	281b	340a	313ab	316ab	354a
	Eau/aliment (ml/g)	2,46ab	2,20b	2,61a	2,41ab	2,44ab	2,71a
	Eau/poids vif (p. 100)	18	17	19	18	20	22

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

de complément protéique a été de 33, 32,2 et 32,1 p.100 respectivement pour les régimes C1 + maïs, C1 + mil et C2 + mil contre 36,3 p. 100 pour le régime C2 + maïs.

Pendant la période de 0-6 semaines, les animaux en AS ont ingéré plus d'énergie que ceux recevant un AC, présenté en farine ou en granulé. Les animaux en AC ont cependant quelque peu compensé leur retard par une ingestion énergétique plus élevée au cours de la période 7-8 semaines. Sur la période totale, l'ingéré énergétique le plus élevé est apparu avec le traitement C2 + mil et le plus faible avec le traitement AC en farine. Les traitements C1 + maïs, C1 + mil, C2 + maïs et l'aliment granulé ne diffèrent pas statistiquement ($p > 0,05$) (tabl. IV).

Sur l'ensemble de la période d'élevage, 0-8 semaines, les rations AS à base de maïs et l'AC en granulé ont permis une ingestion de protéines plus élevée que l'aliment farine et les rations AS à base de mil. L'évolution des ratios énergie/protéines des rations sélectionnées par les animaux est représentée dans la figure 1 pour les périodes 0-4 et 5-8 semaines. Cette figure montre que le rapport énergie/protéines des rations sélectionnées par les animaux tend à augmenter avec l'âge. Cependant, son évolution est irrégulière entre les 3e et 5e semaines. L'indice de consommation (g aliment/g gain) et l'indice de consommation énergétique (Kcal/g gain) sont identiques pour tous les régimes ($p > 0,05$). Seul l'indice de consommation protéique (g protéines/g gain) du régime C2 + mil est significativement inférieur à celui de l'ACG ($p < 0,05$).

Consommation d'eau

Les analyses de variance montrent que l'ingéré hydrique du poulet est non seulement fonction de la quantité d'aliment consommée mais aussi de la composition de la ration ainsi que de la forme sous laquelle celle-ci est présentée. Une première analyse de variance, limitée aux 4 régimes d'AS, et prenant en compte le type de céréales (facteur 1) et le type de complément protéique (facteur 2) montre à 30 j d'âge que la présence du maïs dans la ration entraîne une augmentation de la consommation d'eau, indépendamment de la quantité d'aliment ingérée ($p < 0,001$). A 45 jours d'âge, on observe que la présence du maïs ou du C2 dans une ration a un effet significatif sur la quantité d'eau ingérée ainsi que sur le rapport eau/aliment ($p < 0,05$).

Une deuxième analyse, unifactorielle, prenant en compte le facteur mode d'alimentation (les 6 traitements) a permis de comparer les moyennes (tabl. V). On remarque notamment une consommation d'eau et un rapport eau/aliment plus élevés pour l'aliment complet en granulé que pour celui en farine. La différence à 45 j n'est cependant pas significative ($p > 0,05$).

Expérience 2

Performances de croissance

Le poids vif des poulets de 4 à 8 semaines est indiqué dans le tableau VI. L'évolution du poids vif montre une nette supériorité de l'AS sur l'AC présenté en farine ($p < 0,05$). La différence est déjà de 100 g après seulement 2 semaines de

régime ; ce qui dénote la facilité d'adaptation des poulets de chair à ce mode d'alimentation. En fin d'essai à 8 semaines, on observe une différence de poids de 170 g au profit du régime expérimental.

Ingestion et indices de consommation

La consommation moyenne d'aliment (29-56 j) est plus élevée pour les animaux recevant l'AS ($p < 0,05$). Le taux de complément dans la ration est de 46 p. 100 au cours de la première semaine de régime (semaine 5). Ce taux descend ensuite à 38, 29 puis 27 p. 100 respectivement pour les semaines 6,7 et 8.

Les ingestions d'aliments, d'énergie et de protéines des poulets recevant une AS sont plus élevées ($p < 0,05$). Toutefois, les indices de consommation pour les périodes 5-6 et 7-8 semaines sont identiques pour les deux modes d'alimentation (tabl. VII).

TABLEAU VI Évolution du poids et du gain de poids vif.

	Aliment complet farine	Aliment séparé (maïs + C1)
Poids vif (g/an)		
4 semaines	731a	743a
6 semaines	1 592 ± 175b	1 698 ± 180a
8 semaines	2 512 ± 261b	2 680 ± 347a
GMQ* (g/an/j)		
5-6 semaines	61,5b	68,2a
7-8 semaines	65,7a	70,1a

* GMQ : gain moyen quotidien.

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

TABLEAU VII Consommation quotidienne moyenne d'aliment, d'énergie et de protéines et indice de consommation pour la période : 29-56 jours.

	Aliment complet en farine	Aliment séparé maïs + C1
Consommation		
Céréales (g/poulet/jour)	—	111
Complément (g/poulet/jour)	—	57
Total (g/poulet/jour)	154a	168b
Pourcentage de complément	—	33,9 p. 100
Protéines (g/poulet/jour)	29,7a	33,7b
Energie (kcal/poulet/jour)	448a	478b
Indice de consommation		
IC (g aliment/g gain)	2,42a	2,42a
Energie (kcal/g gain)	7,04a	6,87a
Protéines (g PB/g gain)	0,47a	0,49a

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Consommation d'eau

A 33 jours, la quantité d'eau consommée des poulets varie significativement avec le mode de distribution de l'aliment et est augmentée avec l'aliment séparé maïs + C1. A 47 jours, la différence entre traitements n'est plus significative (tabl. VIII). Lorsque l'on ramène l'ingéré hydrique à la consommation d'aliment ou au poids vif des animaux, il n'apparaît pas de différence significative entre les 2 régimes à 33 ou 47 jours d'âge ($p > 0,05$).

TABLEAU VIII Consommation hydrique des animaux (en grammes).

Âge (Température)		Aliment complet en farine	Aliment séparé maïs + C1
33 jours (24 °C)	Eau (ml/an/j)	224b	279a
	Eau/aliment (ml/g)	1,97a	2,28a
	Eau/poids vif (p. 100)	24	28
47 jours (26 °C)	Eau (ml/an/j)	376a	401a
	Eau/aliment (ml/g)	2,36a	2,34a
	Eau/poids vif (p. 100)	20	20

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Évaluation de l'intérêt économique de l'alimentation séparée

L'un des objectifs de l'alimentation séparée, avec utilisation de céréales non concassées, est la réduction du coût de l'alimentation. Un calcul économique succinct est effectué pour évaluer le "prix d'intérêt" du complément protéique à utiliser : prix plafond en dessous duquel l'AS est plus économique que l'AC. La présente analyse prend en compte les paramètres économiques et zootechniques suivants :

- x = prix d'intérêt du kg d'aliment complémentaire ;
- a = prix du kg d'aliment complet ;
- b = prix du kg de céréale ;
- c = part de la céréale dans la ration ingérée sur AS ;
- p = part du complément dans la ration ingérée sur AS ($p=1-c$) ;
- lac = indice de consommation sur AC ;
- las = indice de consommation sur AS.

A partir de ces paramètres, on peut effectuer les calculs économiques suivants :

- coût alimentaire/kg de gain sur AC = $a \cdot lac$
- coût alimentaire/kg de gain sur AS = $(b \cdot c \cdot las) + (x \cdot p \cdot las)$.

Le prix d'intérêt du complément est atteint lorsque les coûts d'alimentation/kg de gain de poids sur AS et sur AC s'équilibrent : $a \cdot lac = b \cdot c \cdot las + x \cdot p \cdot las$; d'où :

$$x = \frac{(a \cdot lac) - (b \cdot c \cdot las)}{p \cdot las}$$

Cette formule est ensuite appliquée aux paramètres de la présente étude (essai 1) en tenant compte des prix des aliments relevés sur le marché pendant la période considérée : aliment complet (117 F CFA/kg) ; maïs (50 F CFA/kg) et mil (90 F CFA/kg). Pour ce calcul, les données zootechniques obtenues avec chaque céréale (maïs et mil) ont été regroupées. La procédure de calcul ainsi que les prix d'intérêt de l'aliment complémentaire sont indiqués dans le tableau IX pour chaque type de céréale.

DISCUSSION

Les performances obtenues avec les poulets de chair au cours de ces 2 expériences montrent que le mode d'alimentation séparée est apte à assurer un gain de poids adéquat des animaux, supérieur de 4 à 7 p.100 à la croissance obtenue avec un aliment complet présenté en farine, et comparable à celui permis par un aliment complet en granulé. Ces résultats sont en accord avec ceux signalés par COWAN et MICHIE (7) et MASTIKA et CUMMING (21). L'indice de consommation, l'efficacité de l'énergie et des protéines obtenues avec ces régimes expérimentaux montrent aussi que le poulet de chair valorise les nutriments issus d'un régime séparé avec une efficacité voisine de celle obtenue avec un aliment complet classique (32).

Sur la période totale (0-8 S), les régimes C1 + maïs, C1 + mil et C2 + mil ont entraîné des consommations identiques. Les rations ingérées par les animaux étaient constituées pour 1/3 de complément protéique et pour 2/3 de céréales ; ce qui a abouti à une consommation moyenne de protéines de 16,5 à 17,5 g/animal/j comparable à l'ingestion observée sur aliment complet (16,3 g pour l'aliment farine et 17,5 g pour l'aliment granulé). Sur l'ensemble des périodes d'élevage, les animaux recevant les régimes séparés reconstituent par leur choix spontané une ration moyenne aux caractéristiques proches de celles des aliments complets. Avec l'âge, les poulets ont progressivement réduit la part d'aliment protéique dans leurs rations au profit des céréales : de 50 p. 100 au cours de la première semaine à 25-28 p. 100 à la huitième semaine. Ce qui a entraîné une augmentation progressive du ratio énergie/protéines conformément aux recommandations nutritionnelles de l'INRA (17) bien qu'en saison sèche, on a observé des fluctuations importantes du ratio énergie/protéines entre 3 et 4 semaines d'âge (fig. 1). Ce résultat semble indiquer qu'en régime séparé, les poulets de chair "perçoivent" les différences de niveau nutritionnel des aliments offerts et ajustent leur ingéré protéique et/ou énergétique de façon à consommer une ration compatible avec leurs besoins de croissance (7).

TABLEAU IX Évaluation de l'intérêt économique de l'alimentation séparée en fonction du prix de la céréale.

	Maïs + complément	Mil + complément	ACF	ACG
Poids vif à 8 semaines (g)	2 122	2 080	2 022	2 103
Gain de poids 0-8 semaines (g)	2 081	2 039	1 981	2 062
Ingéré				
– céréale (g)	3 332	3 416	–	–
– complément (g)	1 764	1 624	–	–
– Total (g)	5 096	5 040	4 648	4 872
– part de la céréale	0,65	0,68	–	–
– part du complément	0,35	0,32	–	–
Indice de consommation	2,45	2,47	2,35	2,36
Coût alimentaire/kg de gain	$(50 \times 0,65 + x \times 0,35) \times 2,45$	$(90 \times 0,68 + x \times 0,32) \times 2,47$	275	276
Prix plafond du complément (F CFA/kg)	228	157	–	–

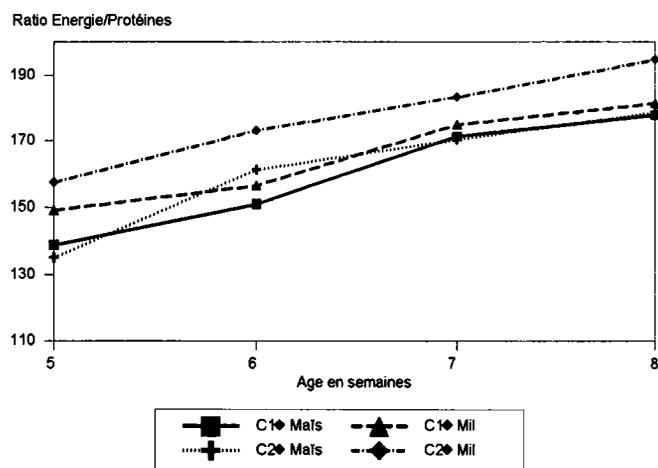
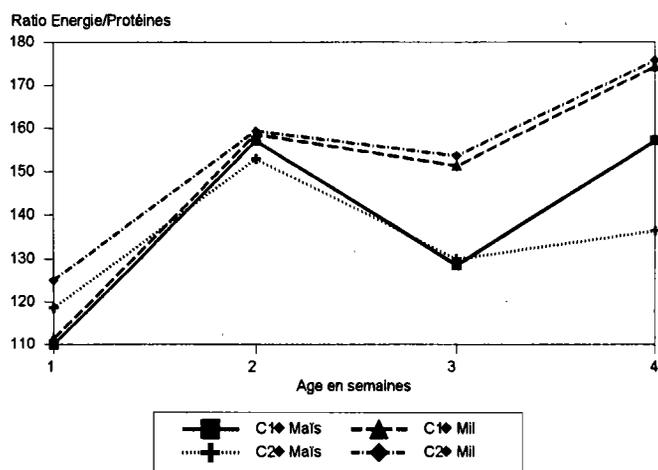


Figure 1 : Evolution du ratio énergie/protéines en périodes de démarrage (0-4S) et de croissance (5-8S).

Les résultats quelque peu irréguliers obtenus dans les mêmes conditions avec l'association C2 + maïs (sous-consommation du maïs) suggèrent que le besoin nutritionnel, bien que facteur majeur (27), ne constitue pas le seul déterminant du choix fait par l'animal. Plusieurs auteurs ont montré que le type de céréales (8, 9), la composition et la présentation des aliments (19) peuvent influencer sur le choix de l'animal. Selon HUGHES (15), le choix fait par l'animal est, en définitive, le résultat d'un compromis entre les besoins nutritionnels de l'animal et l'appétibilité relative des aliments offerts au choix.

MASTIKA et CUMMING (21) ont par ailleurs indiqué que l'aptitude à opérer un choix correct requiert un apprentissage. Pendant cette période, l'animal établit le lien entre l'apparence physique et le niveau nutritionnel de l'aliment, d'une part et ses besoins physiologiques internes, d'autre part (3). La durée de l'apprentissage serait fonction du nombre d'aliments offerts au choix et de leurs différences de concentration en nutriments (27). Le taux élevé d'aliment protéique sélectionné en première semaine par des poulets de 28 jours mis brutalement en AS (expérience 2) confirme l'existence d'une période d'adaptation. Afin d'éviter un gaspillage de protéines chez les poulets de chair en AS, il semble plus indiqué de démarrer ce régime dès les premiers jours au moment où l'animal a besoin d'ingérer une ration à haute teneur en protéines. La comparaison des performances réalisées au cours des 2 expériences suggère un effet favorable de la saison fraîche sur l'ingestion d'aliment et le gain pondéral à 8 semaines (+ 25 p. 100). Cette différence n'apparaît qu'après 4 semaines d'âge et semble essentiellement due à la diminution importante d'ingéré alimentaire en milieu chaud (22). Ces résultats montrent l'effet de la saison sur le niveau d'ingestion et la croissance des poulets. Cependant, le dispositif expérimental utilisé n'a pas permis de mesurer l'interaction éventuelle entre la forme physique de l'aliment (granulé, farine) et la saison.

Les données obtenues sur la consommation hydrique montrent que dans l'environnement de l'étude, le poulet de chair boit 2 à 3 fois plus qu'il n'ingère d'aliment. Cette

consommation est largement supérieure aux données indiquées pour les zones tempérées où le rapport eau/aliment est d'environ 1,5 (17). Ces résultats sont en accord avec le modèle proposé par SAUVEUR (28) qui estime que l'ingéré hydrique est multiplié par 2 entre 21 et 32°C. La quantité d'eau bue et, surtout, le rapport eau/aliment semblent liés à la présentation de l'aliment. Les aliments présentés sous forme de grains (aliment séparé, aliment complet granulé) ont tendance à entraîner une consommation d'eau plus élevée que l'aliment présenté en farine. L'effet de la taille des particules sur la consommation d'eau est confirmé par la comparaison maïs/mil. Les poulets consommant les gros grains de maïs boivent plus que ceux qui reçoivent les petits grains de mil. Ce comportement, qui a été également rapporté par STEVENSON (34), s'expliquerait probablement par le fait que l'eau bue sert également à ramollir les grains très secs et durs et à faciliter leur broyage dans le gésier. Il semble s'atténuer lorsque le poulet devient plus âgé ; c'est-à-dire que la taille de son tube digestif augmente en fonction de la taille des particules alimentaires ingérées.

En définitive, l'AS apparaît comme une solution possible aux problèmes d'alimentation des poulets de chair en climat chaud. Grâce à l'utilisation directe de céréales non concassées, éventuellement produites sur l'exploitation, la technique d'AS pourrait permettre de réduire les achats d'aliments composés, les coûts de transport et de broyage ainsi que les problèmes liés aux difficultés de conservation. Toutefois, son intérêt dépendra des coûts du complément et du prix de vente de la céréale utilisée, par rapport au prix de l'aliment complet. L'analyse économique effectuée (tab. IX) montre, pour le maïs, que l'alimentation séparée est plus avantageuse tant que le coût du complément n'est pas supérieur au double du prix de l'aliment complet. Le mil est une céréale peu cultivée dans la zone d'étude (centre de la Côte d'Ivoire); ce qui explique son prix de vente élevé et son faible intérêt économique comme aliment de volailles dans cette région. En revanche, dans les régions du Nord, notamment au Sahel, où la culture du mil est répandue, son utilisation en alimentation séparée pourrait se révéler beaucoup plus intéressante. La mise au point d'aliments complémentaires à base de sous-produits locaux permettra une évaluation exacte de l'économie réalisée, au niveau d'une exploitation, avec cette méthode. Au niveau macro-économique, la réduction des quantités d'aliments composés utilisés en aviculture pourrait se traduire par une réduction des dépenses d'investissement et d'exploitation des infrastructures de fabrication de provende.

CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de la présente étude montrent que la méthode d'alimentation séparée, à base de céréales non concassées et d'un complément protéique, constitue une alternative crédible à l'aliment complet classique. En plus de l'économie des coûts de transport et de broyage des céréales, l'utilisation de cette technique permettrait la valorisation directe des surplus de céréales et l'intégration d'un élevage avicole semi-intensif, voire intensif, dans les systèmes agricoles

locaux. Pour ce faire, il s'avère nécessaire de mettre au point un complément protéique d'excellente qualité mais de composition économiquement optimisée dans les conditions locales.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié d'un financement du Fonds d'Aide à la Coopération (FAC) dans le cadre du programme "Recherche-développement pour l'association agriculture-élevage en zone de savane". Les compléments protéiques utilisés ont été mis à notre disposition par l'UFAC (Vigny, France).

BIBLIOGRAPHIE

1. AIN BAZIZ (H.), GERAERT (P.A.), GUILLAUMIN (S.). Effects of high temperature and dietary composition on growth, body composition and energy retention in broilers. In: Proc. 8th Europ. Poultry Conf., Barcelona, 25-28 June 1990. p. 626-629.
2. BENABDELJELIL (K.), MERAT (P.). Test de types génétiques pour une production avicole locale au Maroc. *Prod. anim.*, 1992, **5** (3) : 173-178.
3. BLUNDELL (J.E.), HILL (A.J.). Nutrition, serotonin and appetite: case study in the evolution of a scientific idea. *Appetite*, 1987, **8**: 183-194.
4. BOTTJE (W.G.), HARRISON (P.C.). Effect of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperatures. *Poult. Sci.*, 1985, **64**: 1285-1292.
5. BUSHMAN (D.). Alimentation en vue de la production d'oeufs en zones tropicales et subtropicales. *Revue mond. Zootech.*, 1974, **12** : 14-18.
6. CARRE (B.), ROZO (E.). La prédiction de la valeur énergétique des matières premières destinées à l'aviculture. *Prod. anim.*, 1990, **3** (3) : 163-169.
7. COWAN (P. J.), MICHIE (W.). Choice feeding of the turkey use of a high protein concentrate fed with either whole wheat barley oats or maize. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkd.*, 1977, **39** (3): 124-130.
8. COWAN (P.J.), MICHIE (W.). Environmental temperature and choice feeding of the broiler. *Br. J. Nutr.*, 1978, **40** (2): 311-315.
9. COWAN (P.J.), MICHIE (W.). Choice feeding of the male and female broiler. *Br. Poultry Sci.*, 1978, **19** (2): 149-152.
10. DAGHIR (N.J.). Nutrient requirements of laying hens under high temperature conditions. In: Poultry production in hot climates of middle east and far east. 2nd international DLG-symposium, 16-19 juin Goslar-Hahnenklee, RFA, 1985. p. 81-98.
11. DALE (N.M.), FULLER (H.L.). Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. 1. Dietary fat levels. *Poult. Sci.*, 1979, **58**: 1529-1534.
12. DALE (N.M.), FULLER (H.L.). Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. 2. Constant vs cycling temperatures. *Poult. Sci.*, 1980, **59**: 1434-1441.
13. EL HUSSEINY (O.), CREGER (C.R.). The effect of ambient temperature on carcass energy gain in chickens. *Poult. Sci.*, 1980, **59**: 2307-2311.
14. GERAERT (P.A.). Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *Prod. anim.*, 1991, **4**(3) : 257-267.
15. HUGHES (B. O.). The principles underlying choice feeding behaviour in fowls- with special reference to production experiments. *Wild Poultry Sci. J.*, 1984, **40** (2): 141-150.

16. HURWITZ (S.), WEISELBERG (M.), EISNER (U.), BARTOV (I.), RIESENFELD (G.), SHARVIT (M.), NIV (A.), BORNSTEIN (S.). The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys as affected by environmental temperature. *Poult. Sci.*, 1980, **59**: 2290-2299.
17. INRA. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. Paris, INRA, 1980. 282 p.
18. JANSSEN (W.M.M.A.). European table of energy values for poultry feedstuffs. 2nd ed. Grafischbedrijf Ponson et Looijen bv Wageningen, 1988. p. 1-13.
19. KARUNAJEEWA (H.), THAM (S.H.). Choice feeding of the replacement pullet on whole grains and subsequent performance on laying diets. *Br. Poult. Sci.*, 1984, **25** (1): 99-109.
20. MASTIKA (M.), CUMMING (R. B.). Performance of two strains of broiler chickens offered free choice from different ages. In: Energy and Environment in the Eighties. Proc. 4th Austral. Poult. and Stock Feed Convention, Perth, 12-15th October, 1981. p. 79-85.
21. MASTIKA (M.), CUMMING (R.B.). Effects of previous experience and environmental variations on the performance and pattern of feed intake of choice fed and complete fed broiler. Microbiology and nutrition. University of New England. In: FARREL (J) ed. Recent advances in animal nutrition in Australia. 1981. p. 260-282.
22. OSMAN (A.M.A.). Einfluss von Stalltemperatur und Geschlecht in Abhängigkeit vom Mastalter auf die Mastleistung, den Schlachtkörperwert und die Fleischbeschaffenheit beim Masthuhn. Th. Doct., Université de Kassel, RFA, 1988. 198 p.
23. PICARD (M.). Heat effects on the laying hen: Protein nutrition and food intake. In: Proc. 5th Europ. Symp. Poult. Nutr. Maale Hachamisha, Israel, 27-31 Oct. 1985. p. 65-72.
24. PICARD (M.), PLOUZEAU (M.). Nutritional aspects of adaptation of poultry to heat stress: laying hens. In: Proc. 7th Europ. Symp. Poult. Nutr., Iloret de Mar Giro, Espagne, June 19-21, 1989. p. 83-98.
25. PICARD (M.), SAUVEUR (B.), FENARDJI (F.), ANGULO (I), MONGIN (P.). Ajustements technico-économiques possibles de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *Prod. anim.*, 1993, **6** (2) : 87-103.
26. ROBINSON (D.). Performance of laying hens as affected by split time and split composition dietary regimens using ground and unground cereals. *Br. Poult. Sci.*, 1985, **26** (3): 299-309.
27. ROSE (S.P.), KYRIAZAKIS (I.). Diet selection of pigs and poultry. *Proc. Nutr. Soc.*, 1991, **50**: 87-98.
28. SAUVEUR (B.). Reproduction des volailles et production d'oeufs. Paris, INRA, 1988. 449 p.
29. SAXENA (H.C.). Rearing broilers in sub-tropics: cool is comfortable. *Wild Poult.*, 1990, **6** (4): 21.
30. SCHOLTYSSSEK (S.). Beitrag zur Wahlfütterung von Broilern. *Arch. Geflügelk.*, 1982, **46** (6): 243-247.
31. SEEMANN (G.). Mastleistung und Schlachtkörperqualitaet nach Wahlfütterung von Broilern. 2. *Arch. Geflügelk.*, 1984, **48** (3): 100-106.
32. SINURAT (A. P.), BALNAVE (D.). Free-choice feeding of broilers at high temperatures. *Br. Poult. Sci.*, 1986, **27** (4): 577-584.
33. SMITH (A.J.). Poultry. London. The Mcmillan Press Ltd. 1990. 218 p.
34. STEVENSON (M.H.). The nutritional value of cassava root meal in laying diets. *J. Sci. Fd. Agric.*, 1984, **35**: 36-40.
35. VALENCIA (M.E.), MAIORINO (P.M.), REID (B.L.). Energy utilization by laying hens. 2. Energetic efficiency and added tallow at 18.3 and 35°C. *Poult. Sci.*, 1980, **59**: 2071-2076.

YO (T.), PICARD (M.), GUERIN (H.), DAUVILLIERS (P.). Free choice feeding (whole cereal grains + pelleted complementary feed) of broilers under hot climate. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 319-327

Food intake and growth of broilers are limited by high environmental temperatures. Free choice feeding (FCF), including whole grains (cereals) and a complementary concentrate, was compared to a complete feed, ground (CFG) or pelleted (CFP) to study the ability of broilers to adjust their energy and protein intake to their needs. 1 012 "JV15" broilers were divided into 24 groups in two experiments, either during dry season (DS) or cooler rainy season (RS). Each group received one of six diets: CFG, CFP or one of four FCF combinations composed of maize or millet and of two complementary concentrates. 56 day old broilers weighed 25 % more during RS than in DS. Whatever the season, FCF fed broilers weighed 4-7 % more than the CFG fed broilers. On the contrary, the liveweight of FCF and CFP fed broilers were similar during the DS (CFP not tested during RS). A week of adaptation to FCF was necessary; after this delay, energy/protein ratio was similar for the 4 FCF diets and CFP. With this technic, the direct use of grain is possible without transport, grinding, mixing and pelleting. The shadow price of complementary feed depends on those of grains and CFP.

Key words : Broiler - Feeding system - Food ressource - Growth - Tropical climate - Côte d'Ivoire.

YO (T.), PICARD (M.), GUERIN (H.), DAUVILLIERS (P.). Alimentación libre (granos enteros de cereales + pienso complementario en gránulos) para pollos de engorde en clima cálido. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3) : 319-327

Las temperaturas elevadas limitan el consumo alimenticio y el crecimiento de los pollos de engorde. Se comparó una alimentación libre (AL), incluyendo granos enteros de cereales y un pienso complementario, con un pienso completo de harina (PCH) o de gránulos (PCG) con objeto de estudiar la aptitud de los pollos para acomodar la ingestión de energía y de proteínas a las necesidades nutritivas. Durante dos ensayos realizados en la estación seca (ES) y la estación lluviosa (EL), más fresca, se observaron 1 012 pollos JV15 repartidos entre 24 grupos; cada uno de dichos grupos recibió 6 regimenes alimenticios: PCH, PCG y 4 combinaciones de AL comprendiendo maíz o mijo con dos fórmulas de piensos complementarios. Los pesos a 56 días de edad fueron más elevados con EL que con ES (25 p. 100). Cualquiera que sea la estación, los crecimientos con AL fueron de 4 a 7 p. 100 superiores a los obtenidos con PCH. En cambio, en ES los rendimientos de los grupos con AL y PCG estaban globalmente idénticos (PCG no experimentado en EL). La AL necesitó una semana de adaptación, después de lo cual la relación energía/proteínas fue próxima de la de los piensos completos. Permite utilizar las cereales locales sin gastos de transporte, de molienda, de mezcla o de granulación. Se puede determinar el precio tope del pienso complementario mediante los de las cereales y del PCG.

Palabras clave : Pollo de engorde - Sistema de alimentación - Recurso alimentario - Crecimiento - Clima tropical - Côte d'Ivoire.

Preliminary study of the incidence of pre-weaning mortality in exotic and West African dwarf pigs in South Nigeria

O.J. Uko¹, A.M. Ataja¹, G.M. Babatunde²

UKO (O.J.), ATAJA (A.M.), BABATUNDE (G.M.). Etude préliminaire de l'incidence de la mortalité jusqu'au sevrage, chez les porcs de races exotiques et naine de l'Afrique de l'Ouest au Nigeria-Sud. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 329-332

Les auteurs ont recherché l'incidence de la mortalité jusqu'au moment du sevrage, chez les porcs importés et ceux de la race naine de l'Afrique de l'Ouest. L'étude a été conduite à Ibadan (Nigeria-Sud) pendant douze mois. La mortalité, de la naissance au sevrage, a été de 29,3 et 44,8 p. 100 pour les porcelets importés et les porcelets indigènes, respectivement. La plupart de ces pertes sont intervenues pendant la première semaine de vie (26,9 et 37,9 p. 100 dans les races exotiques et la race indigène, respectivement). Les porcelets exotiques étaient plus lourds ($p < 0,01$) à la naissance que les porcelets de race locale ou indigène avec des poids moyens de $1,21 \pm 0,20$ et $0,64 \pm 0,06$ kg respectivement. Les porcelets indigènes parvenus au sevrage étaient significativement plus lourds ($p < 0,05$) à la naissance que leurs compagnons de même portée morts à la naissance ; cependant, cette différence n'était pas significative ($p > 0,05$) chez les porcelets exotiques. La taille de la portée a varié ($p < 0,05$) entre les deux types de races mais n'a eu d'effet significatif ($p < 0,05$) sur le taux de mortalité que chez la race indigène. Les causes apparentes de la mortalité chez les porcelets exotiques et indigènes ont été les suivantes, respectivement : traumatisme, 16,0 et 1,8 p. 100 ; gastro-entérite, 2,1 et 5,4 p. 100 ; mortalité, 0,6 et 2,9 p. 100 ; détresse respiratoire, 0,3 et 1,5 p. 100 ; causes non identifiées, 10,33 et 33,3 p. 100. Aucune incidence notable de la saison n'a été constatée sur la mortalité. Les effets spécifiques du poids à la naissance, ceux des maladies infectieuses et de l'alimentation n'étaient pas discernables, compte tenu du niveau de l'étude. Ils feront l'objet de prochaines recherches.

Mots clés : Porcin - Mortalité - Poids à la naissance - Poids au sevrage - Sevrage - Nigeria.

INTRODUCTION

Neonatal mortality in farm animals will continue to receive attention from researchers due to its conspicuous economic importance in livestock production. Several studies have demonstrated that lighter animals at birth suffer higher mortality than the heavier ones (3, 4, 7, 14). BAUMAN *et al.* (1) reported that over 50 % of deaths usually occur before the end of the second day of life in pigs. A large proportion of mortality among baby pigs can be attributed to failure to suckle within the first few hours of life (1).

Some of these animals are normal-sized, apparently well-developed pigs that are born at term (2). However, the small-sized pigs are at a disadvantage in reaching teats placed too high or covered by the dam's body and may

not be able to nurse vigorously during the time that colostrum or milk are available (3). This predisposes light piglets to losses caused by crushing by the dam and other fatal traumatic injuries that constitute the highest mortality group among live-born pigs. Most of the injuries occur within the first 36-48 hours post-partum (2). RANDALL (10) has shown that one of the main factors in the aetiology of pig mortality during delivery is anoxia from premature rupture of the umbilical cord, impeded umbilical blood flow or tenuous connections between placenta and uterus. Pre-weaning losses in pigs are also related to litter size (6, 12) which is determined by several factors (5, 8, 9, 11).

Information on swine problems in Nigeria is limited. The West African dwarf pig is particularly neglected. The study was therefore intended to relate several factors to mortality in the indigenous piglet. The exotic breeds in Nigeria were used for comparison.

MATERIALS AND METHODS

Breeds of pigs used in this survey were Large White, Landrace and Large White x Landrace crosses, referred to as exotic breeds, and West African dwarf pigs, commonly known as indigenous breed. They were aged about 1-4 years and with a weight range of 85-180 and 45-80 kg for exotic and indigenous breeds, respectively, at the time of first mating in this study. Accurate records on parity of the sows were not kept on the farm. The animals belonged to the University of Ibadan Teaching and Research Farm, South Nigeria. The breeding herds consisted of 37 sows and 3 boars of exotic breeds from the commercial unit and 45 sows and 7 boars of indigenous breed from the Rockefeller Foundation Research unit on the farm. Although the indigenous pigs are basically kept by rural dwellers as scavengers in several instances, both breeds (exotic and indigenous) were reared intensively under natural conditions with temperature and relative humidity ranges of 25-28°C and 55-85 %, respectively, on concrete floors throughout the 12 months of the study. A total of 853 exotic and 587 indigenous piglets were used for the study, born in 92 and 111 litters, respectively, during the period of 12 months.

The farrowing pens had farrowing rails and separate creep areas for the piglets and were heated by infrared lamps. All pens were cleaned, disinfected and lime-washed after each litter. The pens were routinely cleaned daily while housing the sow and her litter. Gestating and

1. Faculty of Veterinary Medicine, Usmanu Danfodiyo University, PMB 2346, Sokoto, Nigeria.

2. Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Reçu le 31.8.1992, accepté le 13.9.1994.

lactating diets with the following composition: DE, 13.0 MJ/kg; CP, 14 and 16% and lysine, 4.5 and 7.0 %, respectively, were offered at 2.0 and 5.0 kg/pig/day to the exotic pigs. The same diets were also offered to the indigenous pigs at 1.5 and 3.0 kg/pig/day.

All the diets were supplemented with brewer's spent grains and water was provided *ad libitum*. Two weeks before farrowing the sows were moved to new concrete pens and dewormed with piperazine citrate. They were later transferred to their respective farrowing pens a week before they were due to farrow. The mammary glands of the sows were washed with detergent and antiseptic (Dettol®, Reckitt & Coleman, Hull, UK) to eliminate possible excessive loads of pathogens. Daily farm visits throughout the duration of the study were made at about 07.00 hours in order to collect data and to observe general conditions of the animals, maternal instincts and possible causes of death of the piglets.

The piglets were identified by ear tattoo and weighed on the first day of life on a baby scale. The litter size and mortality of pre-weaned piglets were also recorded. Each of the piglets received 100 mg of iron dextran preparation intramuscularly at one and two weeks of age. A pelleted creep feed was offered in the 4th week of life. The sick and weak piglets were isolated from their litter mates as soon as they were noticed. The piglets were weaned at 6 weeks of age.

Post mortem examinations of all carcasses were carried out but no specimens were taken for bacteriological identification. The apparent causes of death were classified as trauma, starvation and stillbirth according to the method proposed by SHARPE (12). Gastroenteritis was incriminated as the cause of death when the piglets were diarrhoeic.

Respiratory distress was considered to be the cause of death when clinical signs and *post mortem* lesions were confined to the respiratory system. Piglets that had congenital abnormalities, runts, etc., but whose immediate cause of death was starvation, trauma, etc. were classified as such. Statistical analyses were performed using Student's test (13).

RESULTS

The exotic piglets were significantly ($p < 0.01$) heavier at birth than the indigenous breed. The birth weights ranged from 0.88-1.95 and 0.47-1.00 kg for exotic and indigenous piglets, respectively. The average birth weight of the indigenous piglets that died was lower ($p < 0.05$) than that of those that survived. However, this difference was marginal ($p > 0.05$) among the exotic breeds. The birth weights of piglets are presented in table I.

Approximately 83 % of the exotic breeds that weighed 1.00 kg and above at birth survived to weaning age while 51.0 % survival rate was recorded among the piglets that

TABLE I Average birth weight of exotic and indigenous piglets.

Weight (kg) ± Standard error	Breed		Standard error difference (t-test)
	Exotic	Indigenous	
Weight of total piglets born	1.21 ± 0.20	0.64 ± 0.06	0.22**
Weight of weaned piglets	1.23 ± 0.18 ^a	0.73 ± 0.05 ^a	0.19
Weight of dead piglets	1.19 ± 0.22 ^a	0.54 ± 0.07 ^b	0.23

^{a, b} Average weights with different superscripts in the same breed differed ($p < 0.05$); ** significant difference ($p < 0.01$) in average weights between the two breeds.

TABLE II Relationship between birth weight and mortality rate in exotic and indigenous piglets.

Breed	Birth weights (kg)	Number died	Number survived	Total number	Mortality (%)
Exotic	0.80-0.89	51	30	81	63.0
	0.90-0.99	107	132	239	44.8
	1.00-1.39	64	235	299	21.4
	1.40-1.59	22	148	170	12.9
	≥ 1.60	6	58	64	9.4
	Total	250	603	853	(29.3)
Indigenous	0.40-0.49	41	5	46	89.1
	0.50-0.59	172	92	264	65.2
	0.60-0.69	43	127	170	25.3
	0.70-0.79	5	54	59	8.5
	≥ 0.80	2	46	48	4.2
	Total	263	324	587	(44.8)

Figures in parenthesis represent mortality rate in the number of pigs born.

weighed less than 1.00 kg. In the indigenous breed, 82.0 % of the piglets that weighed between 0.60 and 1.00 kg at birth were weaned whereas a survival rate of approximately 31.0 % was observed in those piglets that weighed less than 0.60 kg. The relationship between birth weight and mortality rate ($r = -0.78$ and -0.86 for exotic and indigenous breeds, respectively) in both breeds of the pigs is shown in table II.

Litter size differed significantly ($p < 0.05$) between the two breeds. The effect of litter size on the mortality rate (table III) was significant only in the indigenous breed.

Two hundred and fifty exotic and 263 indigenous piglets died before weaning, giving a mortality rate of 29.3 and 44.8 % in the exotic and indigenous breeds, respectively (tables II, IV). Most of the losses occurred during day 0-first week of life (26.9 and 37.9 % for exotic and indigenous, respectively) with smaller losses (exotic, 2.4 % and indigenous, 6.9 %) in the subsequent weeks (2-6). The immediate causes of death have been summarized in table IV.

Apparently, trauma accounted for the highest cause of death in the exotic breed whereas starvation/unidentified causes were the most important single cause of death in

TABLE III Effect of litter size on mortality rate.

Parameters	Breed	
	Exotic	Indigenous
Litter size*	4-7, 8-9, 10-12, 13-14	3-5, 6-8
Number of litters	18, 37, 30, 7	89, 22
Average number of pigs weaned per litter	5.0, 6.3, 7.4, 8.3	2.9, 3.0
Average number of pigs died per litter	1.4, 2.1, 3.8, 4.8	1.8, 4.7
Pigs that survived per litter (p. 100)	78.1, 75.0, 66.1, 63.3	61.7, 39.1
Mortality per litter (%)*	21.9, 25.0, 33.9, 36.7	38.3, 60.9

*, * : Litter size differed ($p < 0.05$) between the two breeds but its effect on the mortality rate was significant ($p < 0.05$) only in the indigenous breed, respectively.

TABLE IV Apparent causes of mortality expressed as a percentage of the total pigs born.

Causes of deaths (%)	Breed	
	Exotic	Indigenous
Trauma	16.0 (54.6)	1.8 (4.0)
Starvation/unidentified causes	10.3 (35.2)	33.3 (74.1)
Stillbirth	0.6 (2.0)	2.9 (6.5)
Gastroenteritis	2.1 (7.2)	5.4 (12.1)
Respiratory distress	0.3 (1.0)	1.5 (3.3)
Total	29.3 (100)	44.8 (100)

Figures in parenthesis are percentages of the total deaths.

the indigenous pigs. Gastroenteritis as manifested in the form of diarrhoea was the third major cause of mortality in both of the breeds. Cases of stillbirth were relatively fewer among the exotic than in the indigenous breed. The majority of the traumatized (exotic, 14.4 % and indigenous, 1.6 %) and starved (exotic, 9.3 % and indigenous, 31.8 %) piglets died within the first week of life while deaths due to scour (exotic, 1.9 % and indigenous, 3.7 %) were more predominant in the second to the sixth week of age.

DISCUSSION

The significantly lower birth weight of the indigenous breed compared with exotic breed was presumably genetic. The high mortality rate recorded in light piglets of the indigenous breed in this survey is consistent with other reports (4, 7, 14). Several reasons have been previously advanced for this; however, the possibility of small pigs being less mature in other ways than their litter mates (6, 12) was more apparent in the indigenous breed. The significant difference in the birth weights of the dead and weaned indigenous piglets further demonstrated the relationship between birth weight and mortality rate. However, it is still difficult in this study to assess precisely the effect of birth weight on piglet mortality, so, the role of birth weight must be considered within the litter.

Litter size in the indigenous pigs was significantly smaller with an average of 6.2 piglets per litter when compared with the exotic breeds which have a mean size of 9.8 piglets per litter. Apart from the breed factor which is known to determine the size of litter (8), SCOFIELD (11) reported that prenatal losses of potential piglets in sows are often between 30 and 40 % ovulation rate. Perhaps the losses may be higher in the indigenous sows due to placental insufficiency (9) to support large number of foetuses, even if numerous ova were shed, because of miniature nature of the pigs. The litter size in both of the breeds has an inverse relationship with the birth weights of the piglets and therefore a direct effect on the deaths of lighter piglets. This is also more pronounced in the indigenous breeds, probably because of the limited capacity of the uterus to sustain numerous heavier foetuses.

The high number of cases of traumatic injuries with subsequent death in the exotic piglets was caused by restlessness and disregard for the piglets by the dams, while the negligible incidence in the indigenous piglets is suggestive of the better behavioural tendency of the sow towards her young ones. Deaths of piglets attributed to starvation cannot be fully accounted for at this stage of the study for the following reasons: (a) absence of ingesta in the digestive tract which was used as an indication of starvation is only a guide since diseased animals may not ingest food; (b) although the first 2-3 pairs of mammary glands in many of the farrowed indigenous dams secreted little or no milk, starvation caused as many as 35.2 % of the deaths in exotic piglets in spite of adequate milk production by the dams; and (c) no histological examination of tissues or samples were taken for bacteriological examination to confirm the health status of the piglets. There was no noticeable seasonal influence on the mortality of piglets resulting from reduced voluntary feed intake or milk production by the dams (not shown). Indeed, Ibadan, South Nigeria does not experience extreme temperature variations due to seasonality like the Northern part of Nigeria; moreover, the indigenous pigs are native to the environment. As for the exotic breeds, the breeding stocks were imported into the University Farm about 30 years ago and all the progeny of the stocks have also adapted to the environment. In an earlier study with Large White and Landrace in Ibadan, Nigeria, PAYNE (8) observed the fecundity of these animals to be about the same as it would be in the temperate zone but weaning weights were low and stillbirth and piglet mortality rates were high. However, he could not state with any certainty what part of this lower productivity was due to the effects of the climatic environment. Therefore, starvation and infections will be further investigated as possible causes of piglet losses. More cases of dystocia were recorded in the indigenous than in the exotic sows and this accounted for the higher percentage of stillborn piglets in the former breed. Piglets with pleural petechiation were classified as respiratorily distressed and this was responsible for about half of the mortality in this group.

CONCLUSION

There was marked interplay between the various contributory factors to the mortality in both breeds. The indigenous piglet was particularly vulnerable to pre-weaning mortality probably due to its conspicuous miniature nature. The small litter size and body weight of the indigenous sow make it imperative that intensive selection for improved litter and body size traits as well as viability rate of its piglets be practiced to take advantage of its good behavioural instinct and adaptability to the local environment for profitable commercial pig production. The roles of birth weight, infections and nutrition as causes of piglet losses are not discernible at this stage of the survey. These will, however, be investigated in future studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the assistance of staff of the Teaching and Research Farm, piggery unit, University of Ibadan. The secretarial work of Mrs. Edna Onakpa is also appreciated.

REFERENCES

1. BAUMAN (R.H.), KADLEC (J.E.), POWLEN (P.A.). Some factors affecting death losses in baby pigs. West Lafayette, Purdue Univ., 1966. (Res. Bull. no 810)
 2. BILLE (N.), NIELSEN (N.C.), SVENSEN (J.). Pre-weaning mortality in pigs: 3. Traumatic injuries. *Nord. VetMed.*, 1974, **26**: 617-625.
 3. ENGLISH (P.R.), SMITH (W.J.). Some causes of deaths in neonatal piglets. *Vet. A.*, 1975, **50**: 95-104.
 4. ENGLISH (P.R.), SMITH (W.J.), MCLEAN (A.). The swine: improving her efficiency. 3rd edn. London, Farm Press Ltd., 1977. p. 96.
 5. EUSEBIO (J.A.). Pig production in the tropics. Harlow, Essex, Longman Scientific and Technical Group UK Ltd., 1980. p. 44.
 6. FAHMY (M.H.), BERNARD (C.). Causes of mortality in Yorkshire pigs from birth to 20 weeks of age. *Can. J. Anim. Sci.*, 1971, **51**: 351-359.
 7. OTEBILE (E.B.), ODUYE (O.O.). Studies on West African dwarf sheep: incidence of perinatal mortality in Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44**: 9-14.
 8. PAYNE (W.J.A.). An introduction to animal husbandry in the tropics. 4th edn. Harlow, Essex, Longman Scientific Technical Group UK Ltd, 1990. p. 640-645.
 9. POMEROY (R.W.). Infertility and neonatal mortality in the sow. 3: neonatal mortality and foetal development. *J. agric. Sci.*, 1960b, **44**: 31-56.
 10. RANDALL (G.C.B.). Perinatal mortality. *Adv. vet. Sci. Comp. Med.*, 1978, **22**: 53-67.
 11. SCOFIELD (A.N.). Embryonic mortality in pigs. *Vet. A.*, 1975, **50**: 91-94.
 12. SHARPE (H.B.A.). Pre-weaning mortality in a herd of Large White pigs. *Br. vet. J.*, 1966, **122**: 99-111.
 13. STEELE (R.G.D.), TORRIE (J.H.). Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill Co., 1960.
 14. WITTERIMORE (C.T.). Pigs production, the scientific and practical principles. *Vet. Rec.*, 1981, **3**: 13-17.
- UKO (O.J.), ATAJA (A.M.), BABATUNDE (G.M.). Preliminary study of the incidence of pre-weaning mortality in exotic and West African dwarf pigs in South Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 329-332
- UKO (O.J.), ATAJA (A.M.), BABATUNDE (G.M.). Estudio preliminar sobre la incidencia de la mortalidad pre-destete en cerdos exóticos y cerdos enanos de Africa del Oeste en el sur de Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, **47** (3): 329-332
- Durante un período continuo de 12 meses, se estudió la incidencia de la mortalidad pre-destete en cerdos exóticos y cerdos autóctonos enanos de Africa del Oeste en Ibadán, Nigeria del sur. La mortalidad del nacimiento al destete en cerdos exóticos y autóctonos fue de 29,3 y 44,8 p. 100 respectivamente. La mayoría de estas pérdidas se ocurrieron durante la primera semana de vida (26,9 y 37,9 p. 100 en razas exóticas y autóctonas respectivamente). Los lechones exóticos fueron más pesados ($p < 0,01$) al nacimiento que los autóctonos, con un peso promedio de $1,21 \pm 0,20$ y $0,64 \pm 0,06$ kg respectivamente. Los cerdos autóctonos destetados fueron significativamente más pesados ($p < 0,05$) al nacimiento que aquellos de la misma camada que murieron. Sin embargo, esta diferencia no es significativa ($p > 0,05$) en los lechones exóticos. El tamaño de la camada difirió ($p < 0,05$) entre las dos razas, pero solamente en la raza autóctona presentó un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la tasa de mortalidad. Entre las posibles causas de muerte, tanto en la raza exótica como en la autóctona, están: traumatismos, 16,0 y 1,8 p. 100; gastroenteritis, 2,1 y 5,4 p. 100; natimortos, 0,6 y 2,9; disfunción respiratoria, 0,3 y 1,5 y causas no identificadas, 10,3 y 33,3 p. 100, respectivamente. No se observó una influencia estacionaria sobre la mortalidad de los lechones. Los efectos específicos del peso al nacimiento, de las infecciones y de la nutrición sobre la mortalidad de los lechones no se identificaron en esta etapa del estudio. Sin embargo, este punto será investigado en estudios futuros.

Key words: Swine - Mortality - Birth weight - Weaning weight - Weaning - Nigeria.

Palabras clave: Cerdo - Mortalidad - Peso al nacimiento - Peso al destete - Destete - Nigeria.

Étude économique de la production bovine villageoise dans une région du nord de la Côte d'Ivoire infestée par les glossines

P. Itty¹, G.J. Rowlands², D. Traub³, P. Hecker³, L. Coulibaly³, G. d'Ieteren²

ITTY (P.), ROWLANDS (G.J.), TRAUB (D.), HECKER (P.), COULIBALY (L.), D'IETEREN (G.), Étude économique de la production bovine villageoise dans une région du nord de la Côte d'Ivoire infestée par les glossines. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 333-343

Cette étude examine la production de troupeaux bovins villageois principalement trypanotolérants, dans la région de Boundiali, au nord de la Côte d'Ivoire. Le but est d'évaluer la rentabilité de ce système de production dans une région affectée par la trypanosomose et d'identifier les principales contraintes économiques. Des données biologiques collectées entre janvier 1986 et décembre 1989 et des données économiques et financières collectées en 1988 sont utilisées dans un Modèle de Troupeau. Ce modèle bio-économique de simulation permet d'obtenir des projections sur 10 ans de la structure des troupeaux, de la production de lait et de viande, et des estimations de rentabilité. Les résultats indiquent une rentabilité économique très élevée pour l'économie ivoirienne. De plus, la récente dévaluation du franc CFA devrait accroître la compétitivité de l'élevage. Ces résultats sont encourageants au vu des efforts du gouvernement pour soutenir l'élevage. La rentabilité financière pour les producteurs est en revanche modeste, en particulier en raison des coûts élevés du gardiennage car les bouviers Peul reçoivent une large part du lait produit. Une augmentation de la productivité et de la rentabilité financière paraît difficile tant que subsiste ce système de gestion.

Mots clés : Bovin - Trypanosomose - *Glossina* - Economie - Rentabilité - Analyse coût-bénéfice - Production de viande - Production laitière - Méthode d'élevage - Pastoralisme - Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

La trypanosomose est une contrainte majeure à la production animale en Afrique et l'utilisation de races de bétail trypanotolérant constitue une méthode de contrôle de cette maladie. En 1977, l'Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (IEMVT) et le Centre international pour l'Élevage en Afrique (CIPEA) ont constaté qu'il n'y avait que peu de données disponibles sur le bétail trypanotolérant (10). Les études économiques sur le contrôle de la trypanosomose sont également très rares et il n'y a pratiquement rien sur l'économie de la production du bétail trypanotolérant (17). Le Réseau africain d'Étude du bétail trypanotolérant, coordonné par le CIPEA, a été créé afin de combler ces lacunes et d'améliorer la production animale dans les régions infestées par les glossines. Les travaux du Réseau ont déjà contribué à l'élaboration de nouvelles connaissances sur la santé et la productivité des races try-

panotolérantes (8, 16). La présente communication s'intègre dans ces travaux en examinant la rentabilité de la production villageoise de bovins principalement trypanotolérants à Boundiali, au nord de la Côte d'Ivoire. Le Département de Boundiali est affecté par la trypanosomose et ce site du Réseau a été établi conjointement avec la Société de Développement de la Production animale (SODEPRA) et la Coopération technique allemande (GTZ).

Description du site

La Côte d'Ivoire est traditionnellement importatrice de produits de l'élevage. Il a été estimé qu'en 1991, le pays ne couvrait que 27 p. 100 de ses besoins en viande de boeuf et 15 p. 100 en lait (12, 13). Pour faire face à une hausse de la demande due à la croissance démographique et du pouvoir d'achat, le gouvernement a créé, en 1972, la SODEPRA. Le rôle de cette dernière est d'accroître la production locale par un appui aux producteurs. Le troupeau bovin national compte actuellement un peu plus d'un million de têtes dont 86 p. 100 se trouvent dans le nord du pays (9) où le risque trypanosomien est moins élevé. Historiquement, un important noyau d'élevage n'a pu se développer que grâce à la présence de taurins indigènes trypanotolérants (Baoulé et N'Dama) (7). De nombreux troupeaux Peul se sont installés plus récemment sous l'effet de la sécheresse qui a frappé les pays sahéliens voisins. Ces troupeaux sont constitués principalement de zébus, plus sensibles à la trypanosomose. Cet afflux, en contribuant largement au doublement de la population bovine nationale entre 1975 et 1985, a fortement augmenté la production locale. La population humaine du département de Boundiali est constituée de trois principaux groupes ethniques : les Sénoufo largement majoritaires, les Malinké (20 p. 100 de la population à Boundiali) et les Peul (2). Dans le domaine agricole, les deux premiers groupes s'occupent surtout de cultures, tandis que les Peul, qui ne représentent que 2 p. 100 de la population totale, possèdent la moitié des bovins du nord de la Côte d'Ivoire (2). En moyenne, 25 p. 100 des exploitations possèdent des bovins (23).

Le système de production des agriculteurs Sénoufo et Malinké

Dans le système traditionnel, l'élevage n'est pas considéré comme une activité productive, mais beaucoup plus comme un moyen d'accumulation des surplus dégagés par l'activité essentielle que sont les cultures (11). Cet

1. Institut d'Économie rurale, École polytechnique fédérale de Zurich, 8092 Zurich, Suisse.

2. CIPEA/ILCA, POB 46847, Nairobi, Kenya.

3. Projet SODEPRA/GTZ/CIPEA, BP 143, Boundiali, Côte d'Ivoire.

Reçu le 15.6.1993, accepté le 19.10.1994.

aspect d'épargne reste très important car il y a peu d'autres possibilités d'investissement. Le Sénoufo a deux préoccupations principales par rapport à ses animaux : éviter le vol (préserver son capital) et éviter les dégâts aux cultures (préserver sa source de revenus).

La consommation de viande de boeuf est exceptionnelle en raison du prix élevé. Les adultes consomment très peu ou pas de lait. Le fumier est rarement utilisé et la majorité des paysans ne semble pas en connaître la valeur organique. La traction animale connaît en revanche un essor important même si une large majorité des exploitations cultive encore à la main. Le gardiennage est généralement confié à des bouviers Peul qui traitent partiellement les vaches le matin avant de laisser les veaux téter leurs mères. Le lait est vendu par les femmes Peul qui conservent le produit des ventes. En plus des pâturages, les animaux ont accès aux résidus de cultures après les récoltes. La plupart des propriétaires n'affouragent pas de suppléments alimentaires.

Le système de production des pasteurs Peul

Bien qu'une transhumance partielle soit encore pratiquée durant la saison sèche, les Peul se sédentarisent. La plupart des Peul qui habitent la région utilisent des boeufs de trait pour leurs cultures. On se rapproche d'une exploitation permanente des terres avec rotation entre jachère et cultures et utilisation du fumier (poudrette de parc surtout). Selon BERNARDET (3), les interactions agriculture-élevage et l'intensification de l'agriculture sont plus le fait des Peul que des Sénoufo.

L'afflux de troupeaux Peul depuis les années soixante-dix a intensifié les interactions entre Peul et cultivateurs. Les échanges de lait contre du grain ou de la main-d'oeuvre, l'emploi de Sénoufo dans les champs Peul et les troupeaux Peul pâturant des résidus de cultures des Sénoufo en y déposant du fumier sont des conséquences positives de ces interactions. Du côté négatif, des conflits dus à des dégâts de cultures ont causé mort d'hommes et provoqué le reflux de 50 000 bovins Peul vers les pays sahéliens (1). Le gouvernement ivoirien s'efforce d'intégrer les systèmes agraires Peul et Sénoufo afin d'atténuer les conflits et tirer profit des connaissances complémentaires.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sept troupeaux villageois ont été choisis pour un suivi mensuel de la santé et de la productivité des bovins. De janvier 1986 à décembre 1989, des données biologiques ont été récoltées sur ces animaux et sur le risque trypanosomien. Les méthodes appliquées sont décrites dans MURRAY *et al.* (21) et LEAK *et al.* (20). La détection des trypanosomes dans le sang des bovins a été effectuée au microscope à fond noir par examen du buffy coat. Les troupeaux numérotés de 1 à 5 appartiennent à des

Sénoufo ou Malinké et ceux portant les numéros 6 et 7 appartiennent à des Peul sédentarisés. Au départ, le choix des troupeaux s'est effectué dans le but exclusif d'un suivi biologique. L'accent a porté sur le nombre de bêtes, ce qui explique que trois de ces troupeaux appartiennent à des propriétaires fortunés vivant dans de grandes villes. Comme le système de gestion des troupeaux confiés à la parenté restée au village n'est ni intensif ni particulièrement innovant, on peut présumer que les résultats enregistrés reflètent raisonnablement la situation des troupeaux encadrés par la SODEPRA. Il est à relever que les données de la SODEPRA indiquent des performances zootechniques supérieures pour les troupeaux encadrés par rapport à ceux non encadrés (22). En octobre 1988, des données sur les coûts et les prix ainsi que des informations qualitatives sur les systèmes d'élevage ont été collectées pour compléter les données biologiques (17).

Analyses coûts-bénéfices

Une analyse économique au niveau de la société a été effectuée afin d'évaluer les coûts et les bénéfices des troupeaux pour l'économie ivoirienne. Une analyse financière au niveau privé a été ensuite effectuée afin d'examiner la rentabilité pour les propriétaires de troupeaux. Les valeurs qu'attribuent les individus aux intrants et aux produits diffèrent de la valeur de ces derniers pour l'économie du pays à cause d'imperfections du marché et de l'absence de marché pour certains intrants et produits. Les prix virtuels utilisés pour évaluer les coûts et bénéfices économiques pour la société diffèrent ainsi des prix du marché utilisés pour évaluer les coûts et bénéfices financiers pour les propriétaires. Toutes les valeurs sont données dans la monnaie locale, le Franc de la Communauté financière africaine (F CFA), exprimées en termes constants de 1988. On estime ainsi que l'inflation générale exerce le même effet relatif sur les coûts et les bénéfices. La méthodologie appliquée suit la description de GITTINGER (14).

La performance des entreprises d'élevage est estimée en termes de rentabilité du capital investi. Les critères de rentabilité utilisés sont le ratio bénéfices nets-investissement (RNK) et le taux de rentabilité interne (TRI). Le premier est le résultat de la division de la valeur actualisée des bénéfices nets par la valeur actualisée de l'investissement et le second donne le taux d'intérêt pour lequel la valeur des bénéfices actualisés égale celle des coûts actualisés. Un RNK supérieur à 1 indique que le projet est acceptable car le bénéfice net actualisé excède l'investissement net actualisé. Un TRI supérieur au coût d'opportunité du capital, par exemple 10 p. 100, indique que le projet est acceptable car le taux de rentabilité du capital investi est plus haut que le taux d'intérêt qui peut être obtenu en investissant dans la meilleure alternative.

Les coûts et bénéfices sont projetés sur une période de dix ans en utilisant le Modèle de Troupeau pour Microor-

dinateur mis au point par le CIPEA (19). C'est un modèle dynamique qui simule sur 10 ans l'évolution du troupeau, sa production et sa performance économique sur la base de valeurs de la structure du troupeau, sa productivité et des données économiques. Il est déterministe du fait que des valeurs moyennes sont utilisées pour la simulation, sans variations aléatoires.

Les données utilisées dans le modèle et leurs calculs sont expliqués ci-dessous. Afin de simplifier la présentation, des références sont aussi faites aux moyennes annuelles des coûts obtenues par les projections du modèle (17).

Données biologiques

Par rapport à d'autres régions infestées par les glossines, le risque trypanosomien et la prévalence des trypanosomes dans le bétail à Boundiali peuvent être qualifiés de moyens (17). Le risque trypanosomien (nombre de glossines capturées par piège/jour multiplié par le taux d'infection) atteint 8,5. Les espèces capturées sont *Glossina palpalis* et *G. tachinoides*. La densité apparente des glossines a diminué entre 1986 et 1989, passant de 3,7 à 0,68 glossines par piège/jour pour *G. palpalis* et de 0,7 à 0,02 glossine par piège/jour pour *G. tachinoides*. Bien que *G. morsitans* soit également présente dans la région, elle n'est capturée que très rarement. La moyenne mensuelle de la prévalence des trypanosomes atteint 11,2 p. 100. Dans une étude antérieure au nord de la Côte d'Ivoire, CAMUS (6) a trouvé que malgré un faible taux d'infection des bovins de 6 p. 100, 52 p. 100 des troupeaux étaient contaminés.

Bien qu'il soit reconnu que le bétail fournit d'autres produits et remplit d'autres fonctions, l'attention des auteurs s'est portée sur la production de lait et de viande. Les données mensuelles ont été prises en compte pour calculer les valeurs biologiques de base pour chaque troupeau. Pour estimer les performances du "troupeau moyen", la moyenne arithmétique des valeurs de chaque troupeau individuel a été considérée. La composition phénotypique des troupeaux et les principales valeurs utilisées pour l'analyse sont résumées au tableau I. D'importantes variations de performances apparaissent entre les troupeaux. On note en moyenne une forte mortalité (26 p. 100 jusqu'à un an d'âge, 10 p. 100 de 1 à 2 ans et 8 p. 100 pour les plus de 2 ans), une production modeste de lait prélevé pour la consommation humaine (215 l par lactation) et un taux de reproduction relativement satisfaisant (taux de vêlage 65 p. 100 ; âge au premier vêlage 41 mois). Les taux de vêlage et de mortalité des veaux ont été calculés en incluant les avortements et les mortinatalités.

Données économiques et financières

Pour l'analyse économique, il a fallu obtenir des estimations du coût d'opportunité du capital investi dans les entreprises d'élevage, du coût des intrants et de la valeur

des produits, aussi bien pour l'économie ivoirienne que pour les producteurs individuels. Les tableaux II et III présentent respectivement les moyennes annuelles des valeurs économiques (prix virtuels) et des valeurs financières (prix du marché) des principaux intrants associés à la production de bovins. L'estimation de la valeur des intrants et des produits est expliquée ci-après.

Coût d'opportunité du capital

Celui-ci est le taux de rentabilité qu'il est possible d'obtenir dans la meilleure alternative. Il a été présumé que ce taux se montait, en termes réels (c.à.d. abstraction faite de l'inflation), à 10 p. 100, aussi bien pour la société que pour les propriétaires de bovins. Comme le critère du TRI est utilisé pour les résultats, les valeurs calculées du TRI peuvent être comparées directement avec toute autre estimation du coût d'opportunité du capital.

Taux de change

Pour l'analyse financière, le taux de change officiel d'octobre 1988 (300 F CFA pour 1 US\$) a été utilisé. Des estimations de la Banque Mondiale plaçaient la surévaluation du F CFA à 30 p. 100 (14). Le taux virtuel utilisé pour convertir les biens échangés dans l'analyse économique est donc de 429 F CFA pour 1 US\$.

Coûts de gardiennage

Selon la taille du troupeau, un ou deux bouviers sont nécessaires. Le coût économique de la main-d'oeuvre dépend des possibilités d'emploi dans la meilleure solution de rechange. Comme le bouvier Peul est une personne peu encline à travailler dans un secteur autre que celui de l'élevage, son coût économique est faible (120 000 F CFA par an). En ce qui concerne les coûts financiers, les bouviers sont payés en espèces (par troupeau et/ou par animal gardé) et en nature (habits, logement, lait). Le tableau IV donne les coûts privés de gardiennage pour chaque troupeau avec la part ou la quantité de lait attribuée séparément. La gestion du troupeau 7 appartenant à une famille Peul est différente des autres car les enfants assurent le gardiennage et ne touchent pas de salaire. La valeur de ce travail est obtenue en estimant la somme à laquelle la famille renonce en employant les enfants pour s'occuper des bêtes, au lieu d'effectuer un autre travail.

Parc de nuit et couloir de contention

Les troupeaux bénéficient chacun d'un parc et d'un couloir du type SODEPRA. Les coûts économiques sont les suivants : les parcs, qui durent 5 ans, coûtent 96 000 F CFA pour des troupeaux de 100 à 200 bêtes et 43 000 F CFA pour des troupeaux comptant 50 à 100

TABLEAU I Résumé des données biologiques des troupeaux bovins à Boundiali, Côte d'Ivoire (1986-1989).

Rubrique	Unité	Moyenne	Numéro du troupeau						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Sous-espèces et races*</i>									
Trypanotolérant × zébu	p. 100	41	11	1	43	7	75	88	64
Baoulé	p. 100	38	57	59	47	57	15	4	24
N'Dama	p. 100	18	32	41	8	36	0	2	5
Zébu	p. 100	3	0	0	1	0	9	6	7
<i>Structure du troupeau</i>									
veaux < 1 an	Nb	32,9	24,7	41,0	52,0	24,0	24,8	25,8	33,5
femelles 1-3 ans	Nb	25,1	15,2	35,6	52,8	14,4	25,7	16,0	23,2
femelles > 3 ans	Nb	54,2	31,9	61,8	106,7	42,3	50,7	45,6	45,7
mâles 1-3 ans	Nb	19,6	14,0	22,9	25,8	22,0	21,4	19,7	6,9
mâles > 3 ans	Nb	5,5	2,3	4,7	5,8	6,6	6,8	8,2	1,8
Total	Nb	137,3	88,1	166,0	243,1	109,3	129,4	115,3	111,1
<i>Poids vifs</i>									
veaux 1 an	kg	100	104	113	91	81	85	95	132
femelles > 3 ans	kg	230	214	233	219	213	222	244	265
mâles > 3 ans	kg	263	284	274	214	222	239	262	347
<i>Reproduction</i>									
taux de vêlage	p. 100	65	82	74	43	66	56	65	66
âge au 1 ^{er} vêlage	mois	41	36	38	44	46	45	42	38
<i>Production laitière</i>									
	kg	215	192	199	215**	217	234	215**	233
<i>Taux de mortalité</i>									
0-1 an	p. 100	26,4	12	23	33	30	28	31	29
1-2 ans	p. 100	10,4	8	3	15	7	5	15	20
> 2 ans	p. 100	7,5	7	4	7	3	10	7	14
<i>Taux d'exploitation</i>									
femelles < 1 an	p. 100	0,4	0	0	3	0	0	0	0
femelles 1-2 ans	p. 100	- 2,9	- 5	0	1	- 8	- 13	0	5
femelles 2-3 ans	p. 100	1,4	0	0	9	0	- 11	4	8
femelles > 3 ans	p. 100	6,4	4	- 2	19	6	9	8	1
mâles < 1 an	p. 100	1,3	0	0	7	0	0	2	0
mâles 1-2 ans	p. 100	6,7	17	2	23	0	- 31	3	33
mâles 2-3 ans	p. 100	32,3	56	52	58	24	- 3	9	30
mâles > 3 ans	p. 100	49,4	50	60	46	52	39	49	35

* Estimations basées sur l'observation des phénotypes.

** Ces troupeaux n'ont pas été suivis pour la production laitière, les rendements présentés proviennent des valeurs calculées pour le troupeau moyen.

TABLEAU II Coûts économiques des intrants à Boundiali, Côte d'Ivoire (prix virtuels, moyennes annuelles des projections).

Rubrique	Unité	Troupeau moyen	Numéro du troupeau						
			1	2	3	4	5	6	7
Gardiennage	F CFA/troup.	171 600	120 000	240 000	240 000	120 000	240 000	120 000	120 000
Parc et couloir	F CFA/troup.	65 120	55 920	69 840	69 840	69 840	69 840	69 840	50 700
Services vétérinaires	F CFA/bovin	610	610	610	610	610	610	610	610
Traitements vétérinaires	F CFA/bovin	2 120	2 160	1 590	2 260	1 510	2 480	2 930	1 890
Production fourragère	F CFA/troup.	37 500	0	262 500	0	0	0	0	0
Suppléments alimentaires	F CFA/bovin	90	840	30	0	0	0	0	0
Magasin graines coton	F CFA/troup.	10 000	70 000	0	0	0	0	0	0
Minéraux	F CFA/bovin	650	1 050	470	190	1 140	900	550	900

TABLEAU III Coûts financiers privés des intrants à Boundiali, Côte d'Ivoire (prix du marché, moyennes annuelles des projections).

Rubrique	Unité	Troupeau moyen	Numéro du troupeau						
			1	2	3	4	5	6	7
Gardiennage	F CFA/troup.	761 690	854 550	647 720	1 139 790	584 480	982 980	321 060	120 000
Parc et couloir	F CFA/troup.	21 180	15 960	22 920	22 920	22 920	22 920	22 920	17 700
Traitements vétérinaires	F CFA/bovin	1 290	1 335	946	1 411	878	1 506	1 813	1 174
Production fourragère	F CFA/troup.	7 440	0	52 050	0	0	0	0	0
Suppléments alimentaires	F CFA/bovin	54	529	21	0	0	0	0	0
Magasin graines coton	F CFA/troup.	4 290	30 000	0	0	0	0	0	0
Minéraux	F CFA/bovin	275	444	200	83	481	382	236	381

TABLEAU IV Coûts annuels privés de gardiennage par troupeau à Boundiali, Côte d'Ivoire.

Rubrique	Unité	Troupeau moyen	Numéro du troupeau						
			1	2	3	4	5	6	7
Taille du troupeau (moyenne des projections sur 10 ans)	Nb	143	98	194	131	119	142	114	98
Nombre de bouviers	Nb	1,43	1	2	2	1	2	1	1
Rémunération en espèce par troupeau	F CFA	313 714	252 000	504 000	648 000	12 000	380 000	280 000	120 000
par bovin	F CFA	14	0	0	0	100	0	0	0
Rémunération en nature quantité de lait	kg	219	0	1 278	0	0	0	365	0
part de lait trait	p. 100	57	100	0	100	100	100	0	0

têtes. Les couloirs, d'une durée moyenne de 3 ans, coûtent 140 000 F CFA. Le troupeau 7 constitue une exception, car le parc a été construit à moindres frais par les propriétaires. Les frais de construction (30 000 F CFA, durée 5 ans) sont estimés à l'aide du coût d'opportunité du travail familial et du matériel. Les coûts financiers du parc et du couloir sont très inférieurs aux coûts économiques car la SODEPRA accordait, en 1988, 50 p. 100 de subsides sur le fil barbelé utilisé pour le parc et 78 p. 100 sur les frais du couloir.

Coûts des services vétérinaires

Des soins vétérinaires étaient prodigués par l'équipe du projet SODEPRA/GTZ/CIPEA afin d'encourager la coopération des propriétaires. Les services réguliers de la SODEPRA sont bien développés et fournissent des prestations similaires. Pour calculer les coûts économiques, les coûts du budget SODEPRA 1988 pour le secteur de Boundiali ont été pris comme base en corrigeant les prix des biens échangés pour la surévaluation du F CFA, et en ajustant les salaires du personnel non qualifié par les coûts d'opportunité du travail. On a présu-

mé que les bovins, qui représentent 75 p. 100 des ruminants du secteur, engendrent 90 p. 100 des frais. Le coût annuel ainsi obtenu est de 610 F CFA par bovin. Soixante-neuf p. 100 des coûts concernent les frais de personnel, les 31 p. 100 restants, ceux de transport. Les services vétérinaires ne représentent pas un coût financier pour les propriétaires de bovins car les frais sont pris en charge par l'Etat.

Coûts des traitements vétérinaires

Ils sont calculés sur la base du prix par traitement pour les médicaments (antibiotiques, Bérénil® contre la trypanosomose, acaricides plus pulvérisateur et vermifuges) et les vaccins (peste bovine, péripneumonie, pasteurellose et charbon symptomatique) et assignés aux animaux selon le nombre de traitements et les dosages reçus durant la période du suivi. Les coûts économiques annuels moyens par animal s'élèvent à 2 120 F CFA, répartis de la manière suivante : antibiotiques 66 p. 100, Bérénil® 15 p. 100, acaricides 10 p. 100, vermifuges 7 p. 100 et vaccins 2 p. 100. Les coûts financiers se montent à 1 290 F CFA par animal et par an et sont plus bas en raison des subventions accordées par la SODEPRA.

Production fourragère

Seul le troupeau 2 bénéficie de pâturages améliorés (12,5 ha établis par la SODEPRA). Les coûts économiques s'élèvent à 2 000 000 F CFA pour l'établissement du pâturage et 62 500 F CFA/an pour l'entretien (5). Les coûts financiers sont beaucoup plus faibles grâce aux diverses subventions accordées. Ils s'élèvent à 208 000 F CFA pour l'établissement et 31 250 F CFA/an pour l'entretien.

Suppléments alimentaires

Des graines de coton sont données en supplément aux animaux des troupeaux 1 et 2. Les coûts économiques annuels se montent à 840 F CFA/animal pour le troupeau 1 et 30 F CFA/animal pour le troupeau 2. Du fait de la grande quantité de graine offerte en supplément au troupeau 1, il faut également comptabiliser le coût d'un magasin pour l'entreposage. Le magasin coûte 350 000 F CFA et dure 5 ans. Des subventions étant également accordées pour la graine de coton et le magasin, les coûts financiers sont les suivants : troupeau 1, graine de coton 529 F CFA/animal/an, magasin 150 000 F CFA tous les 5 ans et le troupeau 2, 21 F CFA/animal/an.

Sels minéraux

Tous les propriétaires donnent des sels minéraux à leurs animaux mais à des degrés variables. Le coût économique annuel moyen est de 650 F CFA/bovin et le coût financier 275 F CFA/bovin du fait de subventions.

Prix du bétail de reproduction

Les animaux de reproduction ne sont pas échangés. Leur coût économique est donc égal à leur coût financier (prix du marché) qui est de 300 F CFA/kg de poids vif (PV).

Prix de la viande de boeuf

La viande de boeuf est en partie importée et le prix virtuel est donc obtenu en prenant le prix de parité à l'importation. Ce prix est celui du marché mondial corrigé en fonction des frais de transport et de commercialisation (26). Les prix internationaux, exprimés en US\$, sont convertis en F CFA en utilisant le taux de change virtuel. Le prix de la viande de boeuf obtenu se monte à 592 F CFA/kg PV. Le prix du marché pris en compte pour l'analyse financière est nettement inférieur : 300 F CFA/kg PV.

Prix du lait

Le prix virtuel est calculé similairement au prix du boeuf car la Côte d'Ivoire importe du lait. Le prix de parité à l'importation est de 215 F CFA/kg d'équivalent-lait liquide. Le prix moyen du marché atteint seulement 50 p. 100 du prix virtuel, soit 112,5 F CFA/kg.

Traite et commercialisation du lait

Dans l'analyse économique, le calcul du prix de parité à l'importation du lait prend en compte la traite et la commercialisation. Dans l'analyse financière, les revenus du lait au seuil de l'exploitation sont calculés en déduisant les frais dus à la traite (par les bouviers) et à la commercialisation du lait (par les femmes des bouviers), du revenu brut (quantité de lait produite multipliée par le prix du marché). Les observations faites ont permis d'estimer le travail nécessaire et d'établir les coûts d'opportunité annuels suivants : 37 500 F CFA par bouvier pour la traite et 30 000 F CFA par femme de bouvier pour la commercialisation.

RÉSULTATS

Des projections sur 10 ans de l'utilisation d'intrants, de la production laitière, des sorties d'animaux et de la structure du troupeau ont été obtenues pour chaque troupeau. Ces projections, combinées avec les paramètres économiques et financiers, fournissent des estimations des coûts et bénéfices et de la rentabilité des entreprises de production bovine.

Analyse économique au niveau de la société

Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau V. La rentabilité économique de la production bovine est élevée (TRI moyen de 37 p. 100). La variation des résultats entre les troupeaux est toutefois considérable (TRI variant de 21 p. 100 à 47 p. 100). Les achats de bovins représentent la part majeure des coûts (60 p. 100 en moyenne) et les frais médicamenteux sont importants (15 p. 100 en moyenne). Les sorties (ventes, abattages) de bovins représentent 57 p. 100 des revenus tandis que le lait compte pour 31 p. 100 de ceux-ci.

Dans l'analyse, on a pris en compte la surévaluation du F CFA sur la base d'une estimation de 30 p. 100. Cette surévaluation s'est accentuée au fil des années, au point que le F CFA a été effectivement dévalué de 50 p. 100 en janvier 1994. Si, en 1988, la surévaluation avait été de 50 p. 100 (taux de change 600 F CFA pour 1 US\$), la rentabilité économique aurait été encore plus grande : TRI de 49 p. 100. Le prix virtuel de la viande utilisé pour l'analyse économique est basé sur le prix du marché mondial du boeuf argentin, corrigé pour les frais de transport et de commercialisation (549,9 F CFA/kg PV). Ce calcul peut être discuté car la viande importée au niveau de Boundiali provient essentiellement du Mali. Selon les indications de l'Office malien du Bétail et de la Viande, la moyenne des prix (1988) aux producteurs dans ce pays est de 294 F CFA/kg PV. Il est très difficile de calculer les frais de transport et de commercialisation mais même en utilisant la limite inférieure de 300 F CFA/kg PV (26) comme prix de parité à l'importation, la rentabilité économique se maintient à un niveau raisonnable: TRI de 23,1 p. 100.

TABLEAU V Résultats économiques de la production bovine à Boundiali, Côte d'Ivoire.

Rubrique	Unité	Troupeau moyen	Numéro du troupeau						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Coûts</i>									
Coûts annuels non actualisés/bovin	F CFA	10 840	12 000	10 530	15 270	9 450	11 080	11 730	12 490
Coûts actualisés/bovin	F CFA	89 510	94 960	88 280	135 710	76 850	88 380	96 710	106 960
Répartition des coûts actualisés :									
Achat des bovins	p. 100	59,9	50,6	54,9	72,7	59,4	55,4	61,6	68,4
Traitements vétérinaires	p. 100	15,0	14,3	11,2	11,9	12,4	17,6	19,2	11,6
Gardiennage	p. 100	8,5	8,2	8,9	8,5	8,3	12,1	6,9	7,3
Services vétérinaires	p. 100	4,4	4,1	4,4	3,0	5,1	4,5	4,1	3,7
Minéraux	p. 100	4,5	6,8	3,3	1,0	9,1	6,3	3,6	5,4
Parc et couloir	p. 100	3,8	4,5	3,0	2,9	5,7	4,1	4,7	3,6
Fourrages et suppléments alimentaires	p. 100	3,9	11,6	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Revenus</i>									
Revenus annuels non actualisés/bovin	F CFA	33 740	43 940	42 850	35 780	32 340	23 570	32 210	33 660
Revenus actualisés/bovin	F CFA	192 290	253 950	243 240	234 980	182 880	128 910	184 000	196 050
Répartition des revenus actualisés :									
Sorties de bovins	p. 100	56,9	62,9	64,1	75,3	58,8	44,3	56,4	50,8
Lait	p. 100	31,5	28,2	26,2	20,5	29,7	38,4	30,7	38,0
Valeur finale du troupeau	p. 100	11,6	8,9	9,7	4,2	11,5	17,3	13,0	11,2
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>									
RNK		2,74	3,87	3,52	1,97	3,16	1,77	2,38	2,16
TRI	p. 100	37,3	55,5	47,2	34,7	42,5	21,4	32,7	30,4

Analyse financière au niveau privé

Les résultats financiers privés sont présentés dans le tableau VI. En moyenne, la rentabilité est modeste mais satisfaisante (TRI 11,8 p. 100). Les coûts de gardiennage représentent en particulier une lourde charge (34 p. 100 des coûts en moyenne) et le lait ne contribue qu'à 26 p. 100 des revenus. Le troupeau 2 se distingue par des résultats supérieurs, les troupeaux 1, 4, 6 et 7 ont des performances financières modestes, tandis que celles-ci sont clairement insuffisantes pour les troupeaux 3 et 5.

L'impact d'une dévaluation du F CFA sur la rentabilité pour les producteurs a été examiné. Les résultats indiquent qu'une dévaluation de 50 p. 100 aurait abaissé le taux de rentabilité financière à 9,1 p. 100 en raison d'un effet direct sur le coût des intrants importés. Suite à la dévaluation, il y a eu également une hausse des prix des produits de l'élevage (15 à 30 p. 100 au premier trimestre 1994 pour le boeuf en Côte d'Ivoire (25)). Pour les troupeaux étudiés, cela aurait dû suffire à maintenir la rentabilité financière au niveau précédant la dévaluation.

Les possibilités de financement des services de vulgarisation par les producteurs sont de plus en plus discutées en Afrique, notamment par la Banque Mondiale. Les coûts des services vétérinaires ont donc été ajoutés dans l'analyse financière. Les résultats montrent que le financement privé réduit le TRI pour les producteurs à 10,6 p. 100 et que si, en plus, les subventions accordées par la SODEPRA pour les autres intrants sont supprimées, la rentabilité atteinte est faible (TRI 8,4 p. 100).

DISCUSSION

Les troupeaux obtenant les meilleurs résultats zootechniques (troupeaux 1 et 2) ont généré les plus hauts revenus et sont donc les plus rentables. Les taux de reproduction et de survie ont particulièrement contribué à ces performances (tabl. I). Ces deux troupeaux ont bénéficié de fourrages améliorés et/ou de graines de coton. Les troupeaux ayant de faibles performances zootechniques (troupeaux 3 et 7) enregistrent une diminution de leur

TABLEAU VI Résultats financiers de la production bovine à Boundiali, Côte d'Ivoire.

Rubrique	Unité	Troupeau moyen	Numéro du troupeau						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Coûts</i>									
Coûts annuels non actualisés/bovin	F CFA	12 550	16 350	9 740	20 210	11 040	13 850	11 010	10 290
Coûts actualisés/bovin	F CFA	98 740	119 950	79 760	166 980	85 320	104 800	91 690	92 500
Répartition des coûts actualisés :									
Achat des bovins	p. 100	54,3	40,0	60,8	59,1	53,5	46,7	65,0	79,1
Gardiennage	p. 100	33,6	44,9	26,3	33,8	34,8	40,9	19,3	8,4
Traitements vétérinaires	p. 100	8,3	7,0	7,4	6,0	6,5	9,0	12,5	8,3
Minéraux	p. 100	1,7	2,3	1,5	0,3	3,5	2,3	1,6	2,6
Parc et couloir	p. 100	1,1	1,0	1,1	0,8	1,7	1,1	1,6	1,5
Fourrages et suppléments alimentaires	p. 100	0,8	4,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Revenus (1)</i>									
Revenus annuels non actualisés/bovin	F CFA	19 430	24 670	24 220	18 480	18 660	13 990	18 940	19 370
Revenus actualisés/bovin	F CFA	105 260	136 800	131 710	118 400	100 440	71 340	102 320	107 150
Répartition des revenus actualisés :									
Sorties de bovins	p. 100	52,7	59,1	60,0	75,8	54,2	40,5	51,4	47,1
Lait	p. 100	26,2	24,3	22,1	15,9	24,8	28,1	25,3	32,4
Valeur finale du troupeau	p. 100	21,1	16,6	18,0	8,3	20,9	31,3	23,3	20,5
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>									
RNK		1,12	1,33	2,01	0,52	1,32	0,41	1,17	1,20
TRI	p. 100	11,8	15,0	24,6	- 3,2	14,9	0,2	12,8	13,5

(1) Déduction faite du coût d'opportunité de la traite et de la commercialisation du lait.

taille durant les 10 ans projetés (tabl. I, IV). Ceci a pour résultat un investissement important par bovin pour l'achat du troupeau (tabl. V, VI). Le troupeau 3 procure des revenus relativement hauts en dépit de résultats zootecniques médiocres. Ceci est dû, entre autres, à la cadence d'exploitation élevée qui permet d'obtenir des revenus importants grâce à la rapidité de génération de bénéfices (majeure partie des revenus provenant des sorties de bovins). Cette rapidité est un facteur déterminant à cause du procédé d'actualisation appliqué aux analyses coûts-bénéfices. Cette exploitation intensive se fait toutefois au détriment du capital de production (le troupeau de reproduction), ce qui a pour conséquence une rentabilité inférieure. Cette discussion montre qu'une augmentation de la productivité biologique, reproduction et survie en premier lieu, a un effet considérable sur la rentabilité.

Par rapport aux autres sites couverts par l'étude plus exhaustive (17), on note que les traitements vétérinaires représentent une lourde charge, non seulement par rap-

port aux coûts totaux (15 p. 100 des coûts économiques et 8 p. 100 des coûts financiers) mais aussi en valeur absolue. Durant le suivi, le projet a fourni gratuitement les médicaments pour les sept troupeaux à titre de dédommagement et d'incitation à participer à l'étude. Du fait de cette gratuité des soins, il est possible que cette demande de médicaments ait été plus forte que la moyenne dans la région. Il faut donc relativiser quelque peu l'importance de ces coûts telle qu'elle apparaît ici dans les résultats.

La forte rentabilité économique (tabl. V) est encourageante au vu des efforts déployés par le gouvernement pour soutenir l'élevage local. Une des raisons de cette rentabilité tient au faible coût d'opportunité du travail des pasteurs, qui engendre des frais de gardiennage peu élevés si on les compare à d'autres sites africains (17). La raison première est toutefois la surévaluation élevée du F CFA qui renchérit les prix virtuels des biens échangés. Cette rentabilité économique, qui se trouve accrue par une augmentation de la surévaluation du F CFA, illustre

un des effets escomptés d'une dévaluation accompagnée d'une libéralisation des prix. Ces mesures devraient relancer les secteurs produisant des biens échangés, tels que le boeuf et le lait, du fait d'une amélioration de leurs prix et de leur compétitivité internationale (25, 26). Suite à la dévaluation, le lait et la viande importés d'outre-mer coûtent plus cher, ce qui augmente la demande relative pour le lait et la viande du pays et de la zone CFA. Les analyses de sensibilité suggèrent que la rentabilité financière n'a probablement pas été fortement affectée par la dévaluation. Celle-ci est toutefois trop récente pour qu'on puisse en tirer des enseignements définitifs (25). Les limites du développement des filières locales et les effets de l'inflation, notamment sur les prix des productions et leur consommation, exercent également, en effet, des influences déterminantes sur l'économie de l'élevage.

La rentabilité financière des troupeaux est moindre par rapport à la rentabilité économique. Elle est causée par une combinaison de coûts plus élevés et de revenus plus bas (tabl. VI). Ceci suggère qu'un examen des résultats est indiqué car il pourrait révéler des contraintes importantes sur le plan financier privé. Bien que les intrants soient subventionnés et que l'utilisation du taux de change officiel diminue le prix des intrants importés, les coûts financiers actualisés sont plus élevés que les coûts économiques. Cela provient des coûts privés de gardiennage qui sont, en moyenne, plus de quatre fois supérieurs aux coûts économiques (761 690 F CFA contre 171 600 F CFA/troupeau/an). Les frais de gardiennage déterminent largement le niveau total des coûts. Les troupeaux 2, 6 et 7 ont des coûts totaux modérés car les bouviers ne bénéficient pas de la totalité du produit de la traite. La participation des bouviers aux bénéfices (lait) s'apparente au métayage. Les hypothèses suivantes pourraient expliquer ce système (17, 24). Les propriétaires possèdent des bovins, non pas pour le lait mais en premier lieu comme investissement. Il y a asymétrie d'information car les Peul ont une bien meilleure connaissance de la gestion du bétail. Le lait donné aux bouviers leur fournit une incitation à effectuer un travail de qualité malgré le fait qu'une étroite surveillance des bouviers ne soit possible. Contrairement aux propriétaires Peul, les propriétaires Sénoufo et Malinké ne considèrent pas le lait attribué aux bouviers comme un coût (la demande de lait frais par les adultes Sénoufo et Malinké est faible). Si ce système de gestion est certainement logique, il représente une contrainte importante à une augmentation de la productivité bovine et de la rentabilité pour les producteurs. En effet, ceux-ci ne bénéficiant pas de la totalité des gains résultant d'une hausse de la productivité, ils ne sont pas nécessairement encouragés à effectuer des investissements dans ce sens. Ces résultats n'ont pas seulement des implications pour la Côte d'Ivoire, mais également pour de nombreuses régions africaines, en particulier en bordure du Sahel, où le système de gestion est semblable (4, 18).

Les analyses simulant la participation des propriétaires aux frais des services vétérinaires ainsi qu'à la prise en charge des subsides accordés par la SODEPRA devraient inciter à une réflexion sur la durabilité de systèmes basés sur une large prise en charge des coûts par l'État. Les revenus financiers ne représentent que 57 p. 100 des revenus économiques (19 430 F CFA contre 33 740 F CFA/bovin en moyenne) pour les valeurs non actualisées (tabl. V et VI). Ceci est dû aux prix du marché du lait (112,5 F CFA/kg) et de la viande (300 F CFA/kg) très inférieurs aux prix virtuels (respectivement 215 F CFA/kg et 592 F CFA/kg). Les prix des importations de lait et de viande ont été maintenus à des niveaux artificiellement bas à cause de la surévaluation du F CFA et des subsides à l'exportation accordés par l'Union Européenne pour leurs excédents. Ceci a contribué à exercer une pression vers le bas sur les prix de ces produits en Côte d'Ivoire (25, 26).

CONCLUSION

Cette étude montre que l'élevage de bétail principalement trypanotolérant dans cette région infestée par les glossines est rentable. Le système de production examiné à Boundiali est particulièrement rentable du point de vue de l'économie ivoirienne. Ces résultats sont, de plus, extrêmement stables par rapport à diverses hypothèses examinées. Les résultats financiers au niveau privé révèlent une rentabilité aux producteurs en moyenne satisfaisante mais indiquent d'importantes contraintes. Les profits générés sont modestes et la marge de manoeuvre pour des investissements est réduite. Les différences de performances zootechniques entre les troupeaux expliquent largement la grande variabilité des résultats. Cela montre dans quelle mesure une amélioration de la productivité biologique conduit à une rentabilité supérieure.

La contrainte majeure à un accroissement de la production bovine est apparente lorsque l'on compare les analyses économiques et financières. La rentabilité financière modeste est principalement due aux coûts élevés de gardiennage. Ceux-ci sont dus au système de gestion des troupeaux séparant la propriété (les propriétaires sont en général des cultivateurs) du gardiennage (effectué par les pasteurs). Il est difficile d'améliorer la productivité du système tant que subsiste le système de paiement des bouviers qui bénéficient du lait produit. Seule une partie de la production revient en effet aux propriétaires.

La récente dévaluation du F CFA devrait relancer le secteur de l'élevage qui, d'une part, fournit du lait et de la viande maintenant plus compétitifs par rapport aux produits importés d'outre-mer et, d'autre part, utilise surtout des intrants locaux dont les prix ne sont que peu affectés par cette mesure économique. Considérant ces développements, l'avenir de l'élevage au nord de la Côte d'Ivoire apparaît donc prometteur.

REMERCIEMENTS

Notre gratitude va aux agriculteurs et aux bouviers de Boundiali pour leur collaboration lors de la collecte des données et au personnel de la SODEPRA-Nord pour l'appui accordé lors du travail de terrain. Nous aimerions également remercier P. Rieder de l'Institut d'Économie rurale de l'École polytechnique fédérale de Zurich, les membres actuels et précédents du Réseau africain d'Étude du Bétail trypanotolérant, S. Nagda et M. Rarieya en particulier, pour leur appui au projet de recherche. Nous sommes reconnaissants à J. McIntire sans qui l'étude économique n'aurait pas été initiée et à S. Sandford et T. Williams pour leurs suggestions. Nous remercions également les trois lecteurs anonymes pour leurs commentaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACKAH (A.P.). Opération d'encadrement des éleveurs du Nord. Rapport annuel 1987. Korhogo, Côte d'Ivoire, Ministère de la Production animale, SODEPRA-Nord, 1988.
2. BAKAYOKO (K.). Rapport trimestriel Janvier-Mars 1988. SODEPRA-Nord, zone de Boundiali. Boundiali, Côte d'Ivoire, Ministère de la Production animale, 1988.
3. BERNARDET (P.). Association agriculture élevage en Afrique. Les Peul semi-transhumants de Côte d'Ivoire. Paris, France, Editions l'Harmattan, 1984. 236 p.
4. BRANDL (F.E.). Economics of trypanosomiasis control in cattle. Kiel, Allemagne, Wissenschaftsverlag, 1988. 220 p.
5. BURHIN (M.), DJIBRIL (M.). Dynamique et rentabilité du pâturage artificiel sous fortes charges avec différents systèmes de production bovine dans le nord de la Côte d'Ivoire. Premiers résultats. Korhogo, Côte d'Ivoire, Ministère de la Production animale, SODEPRA-nord, 1988. 10 p.
6. CAMUS (E.). Epidémiologie et incidence clinique de la trypanosomose bovine dans le nord de la Côte d'Ivoire. Perspectives d'avenir en fonction de la diffusion croissante du sang zébu. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1981, **34** (3) : 289-295.
7. CAMUS (E.), LANDAIS (E.), POIVEY (J.P.). Structure génétique du cheptel bovin sédentaire du nord de la Côte d'Ivoire. Perspectives d'avenir en fonction de la diffusion croissante du sang zébu. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1981, **34** (2) : 187-198.
8. CIPEA. Production animale dans les régions d'Afrique infestées par les glossines. Compte rendu d'une réunion organisée à Nairobi (Kenya) du 23 au 27 novembre 1987. Nairobi, Kenya, CIPEA, 1988. 530 p.
9. Côte d'Ivoire. Programme de développement de nouveaux systèmes de production (élevages bovins et ovins), rapport d'identification. Abidjan, Côte d'Ivoire, Ministère de la Production Animale, Direction et Contrôle des Grands Travaux, 1988.
10. COULOMB (J.), GRUVEL (J.), MOREL (P.C.) et al. La trypanotolérance : synthèse des connaissances actuelles. Maisons-Alfort, IEMVT, Paris, Ministère de la Coopération, 1977. 277 p.
11. ESCAFRE (A.). Projet d'aménagements pastoraux. Korhogo, Côte d'Ivoire, SODEPRA-Nord, 1983.
12. FAO. Annuaire de la production. 1992.
13. FAO. Annuaire du commerce. 1992.
14. GITTINGER (J.P.). Analyse économique des projets agricoles. 2e edn. Institut de Développement économique de la Banque Mondiale. Paris, France, Editions Economica, 1985.
15. HUBAND (M.). Cost to Paris of African franc zone fuels devaluation debate. *The Financial Times*, 21st March 1990 : 4.
16. ILRAD/ILCA. Proceedings of Workshop Towards Increased Utilisation and Adoption of Trypanotolerance. Current Status and Future Directions. Nairobi, Kenya, ILRAD/ILCA, 1993.
17. ITTY (P.). Economics of village cattle production in tsetse affected areas of Africa. A study of trypanosomiasis control using trypanotolerant cattle and chemotherapy in Ethiopia, Kenya, The Gambia, Côte d'Ivoire, Zaire and Togo. Constance, Allemagne, Hartung-Gorre Verlag, 1992. 316 p.
18. ITTY (P.), SWALLOW (B.M.), ROWLANDS (G.J.), AGYEMANG (K.), DWINGER (R.H.). Economics of village production of N'Dama cattle in The Gambia. *Q. J. int. Agric.*, 1993, **32** (3) : 293-307.
19. KAUFMANN (Von R.), McINTIRE (J.), ITTY (P.). ILCA Bio-Economic Herd Model for Microcomputer (IBIEHM). User's Manual and Technical Reference Guide. Addis Abeba, Ethiopie, CIPEA, 1990. 38 + 65 p.
20. LEAK (S.G.A.), AWOUME (K.), COLARDELLE (C.), DUFFERA (W.), FERON (A.), MAHAMAT (B.), MAWUENA (K.), MINENGO (M.), MULUNGO (M.), NANKODABA (G.), ORDNER (G.), PELO (M.), SHERIA (M.), TIKUBET (G.), TOURÉ (M.). Détermination de la pression glossinaire et ses relations avec la prévalence des trypanosomes dans le bétail trypanotolérant dans les sites du Réseau africain d'étude du bétail trypanotolérant. In: Production animale dans les régions d'Afrique infestées par les glossines. Compte rendu de réunion 23-27 novembre 1987. Nairobi, Kenya. CIPEA/ILRAD, 1988. p. 48-60.
21. MURRAY (M.), TRAIL (J.C.M.), TURNER (D.A.), WISSOCQ (Y.). Productivité et trypanotolérance. Manuel de formation pour les activités du Réseau. Addis Abeba, Ethiopie, CIPEA, 1983. 221 p.
22. ROBINET (O.). L'élevage bovin dans la zone de savane de Côte d'Ivoire. Concurrence et complémentarités avec la culture cotonnière. Mémoire DESS. Maisons Alfort, France, IEMVT, 1987. 194 p.
23. SCHUETTERLE (A.), COULIBALY (M.). Aspects socio-économiques de la production du bétail au nord de la Côte d'Ivoire. In: Production animale dans les régions d'Afrique infestées par les glossines. Compte rendu de réunion 23-27 novembre 1987. CIPEA/ILRAD, Nairobi, Kenya. 1988. p. 435-446.
24. SINGH (N.). Theories of sharecropping. In: BARDHAN (P.) ed. The economic theory of agrarian institutions. Oxford, Royaume Uni, Clarendon press., 1989. p. 33-72.
25. SOLAGRAL. Bétail et viandes en Afrique de l'Ouest et du Centre. Paris, France, Solagral, Réseau Stratégies Alimentaires, 1994.
26. WILLIAMS (T.O.). Livestock pricing policy in sub-Saharan Africa: objectives, instruments and impact in five countries. *Agric. Econ.*, 1993, **8**: 139-159.

ITTY (P.), ROWLANDS (G.J.), TRAUB (D.), HECKER (P.), COULIBALY (L.), D'ETEREN (G.). Economic study of village cattle production in a *Glossina*-infested area in northern Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3): 333-343

This study examines the production of predominantly trypanotolerant village cattle herds under risk of trypanosomosis in Boundiali area, northern Côte d'Ivoire. The aim is to estimate returns and identify the major economic constraints. Biological data collected between January 1986 and December 1989 and economic and financial data collected in 1988 are used in a Herd Model. 10-year projections of herd structure, meat and milk production and returns were obtained from this bio-economic herd simulation model. The results reveal very high economic returns to the country's economy. The recent devaluation of the F CFA should in addition increase the competitiveness of the livestock sector. These results are positive in view of the government's efforts to enhance livestock production. The financial returns to the producers are, however, modest, particularly because of high herding costs as the Peul herdsmen receive a large share of the milk produced. Increased productivity and financial returns appear difficult to achieve under this management system.

Key words: Cattle - Trypanosomosis - *Glossina* - Economics - Profitability - Cost profit analysis - Meat production - Milk yield - Animal husbandry method - Pastoralism - Côte d'Ivoire.

ITTY (P.), ROWLANDS (G.J.), TRAUB (D.), HECKER (P.), COULIBALY (L.), D'ETEREN (G.). Estudio económico de la producción bovina aldeana en una región del norte de Côte d'Ivoire infestada por glosinas. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1994, 47 (3) : 333-343

Este estudio examina la producción de los hatos bovinos a nivel aldeano, principalmente tripano-tolerantes, en la región de Boundiali, al norte de Côte d'Ivoire. El objetivo es el de evaluar la rentabilidad de este sistema de producción en una región afectada por la tripanosomosis, así como la identificación de los principales obstáculos económicos. Los datos biológicos, colectados entre enero 1986 y diciembre 1989 y los datos económicos y financieros, colectados en 1988, se utilizan en un Modelo de Hato. Este modelo bio-económico de simulación, permite obtener proyecciones a 10 años de la estructura del hato, de la producción de leche y de carne, así como estimaciones de la rentabilidad. Los resultados indican una rentabilidad económica muy elevada para la economía del país. La reciente devaluación del franco CFA, debería además aumentar la competitividad de la crianza. Los resultados son alentadores considerando los esfuerzos gubernamentales para impulsar la crianza. La rentabilidad financiera para los productores es, en cambio, modesta, debido en primer lugar, a los elevados costos de cuidado, ya que los vaqueros Peul reciben una gran parte de la leche producida. Mientras se mantenga este sistema de manejo, un aumento en la productividad y en la rentabilidad financiera parece difícil.

Palabras clave : Bovino - Tripanosomosis - *Glossina* - Economía - Rentabilidad - Análisis de costo y beneficio - Producción de carne - Producción lechera - Método de crianza - Pastoralismo - Côte d'Ivoire.

Note de lecture/Analyse de thèse

Note de lecture

Ectoparasites des animaux et méthodes de lutte. Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties, 1994, 13 (4). Paris, OIE, 1994. 472 p. Prix public : 250 FF (ISBN 92-9044-365-0) (ISSN 0253-1933)

Quoique moins spectaculaires que ceux des grandes épizooties, les effets spoliateurs et la pathologie des ectoparasites ont un impact très important sur l'économie de l'élevage et de la production animale, tout particulièrement dans les pays tropicaux ou subtropicaux où ces affections trouvent un terrain et des conditions propices à leur développement.

Pendant longtemps la lutte a consisté presque uniquement en un recours aux agents chimiques employant des insecticides et des acaricides, naturels ou de synthèse. Mais l'utilisation de ces produits pose un certain nombre de problèmes :

- leur toxicité pour les animaux et pour l'homme ;
- la pollution de l'environnement, surtout les pesticides répandus directement dans la nature ;
- les résidus laissés dans les tissus des animaux, les peaux, les produits laitiers et la laine qui peuvent être nuisibles pour les consommateurs ou l'utilisateur, surtout lorsque les pesticides ont été appliqués directement sur les animaux ;
- leur coût prohibitif pour de nombreux pays en développement, qui manquent de devises ;
- le développement enfin, chez les ectoparasites, de phénomènes de résistance à l'égard de tous les groupes utilisés jusqu'à présent.

Ce dernier point implique la recherche continue de nouvelles molécules ayant un mode d'action différent. Mais cette recherche est de plus en plus coûteuse et difficile, du fait notamment des réglementations chaque fois plus strictes portant sur la toxicité chronique et sur les résidus. Les nouveaux produits sont donc nécessairement plus chers que les précédents. Il résulte de ces contraintes que les fabricants ne les développent que lorsque la recherche s'avère rentable, c'est-à-dire lorsqu'il existe un marché suffisamment rémunérateur. Dans le cas contraire, la recherche ou la production sont bien souvent tout simplement abandonnées.

Tous les problèmes liés à la lutte chimique ont donc pris, peu à peu, une ampleur considérable. Ce qui remet en cause aujourd'hui le principe même de l'utilisation de ces pesticides, et est à l'origine d'une évolution indiscutable dans les principes et les moyens d'action.

La tendance actuelle va vers une lutte intégrée, combinant au mieux les méthodes biologiques, immunologiques, mécaniques, génétiques et chimiques. Dans certains cas, il faut y ajouter des mesures de surveillance et de contrôle afin d'empêcher une extension géographique du parasite en cause.

Ce numéro thématique de l'OIE fait le point des nouvelles connaissances, retrace cette évolution et ouvre des perspectives nouvelles pour conduire au mieux la lutte contre les principaux groupes d'ectoparasites. Il ne s'agit donc ni d'un traité académique, ni d'une encyclopédie. La présentation est austère et l'iconographie spartiate. Mais les contributions émanent des experts les plus compétents et les plus réputés dans leur domaine respectif. Notons au passage une recommandation importante dans l'article de KUNZ et KEMP sur la résistance et l'impact sur l'environnement des pesticides et acaricides : "If significant resistance to a particular pesticide exists, do not treat with **this pesticide at any concentration in any formulation**" (p.1259), ou cette réflexion des mêmes auteurs : "Acaricide residues give rise to important, politically-sensitive and emotive issues which must be handled with care and common sense, and with adequate provision of scientific information" (p.1278).

Les chercheurs et les praticiens, et parmi eux les spécialistes du conditionnement des cuirs et peaux, ne seront pas déçus quant au contenu de ce volume, d'autant que la coordination et la préparation en ont été confiées au professeur G. UILENBERG, lui-même co-rédacteur d'un exposé sur les tiques et les moyens de lutte. Qu'il en soit remercié ainsi que l'OIE et tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de cet excellent ouvrage.

A. ROBINET

Analyse de thèse

D'AMICO (F.). Rôle de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 dans la transmission des trypanosomes bovines en Afrique centrale. Cas de la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun (République centrafricaine). 160 p. et annexes

Thèse soutenue le 13 décembre 1993 à l'université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc pour l'obtention du doctorat, spécialité Biologie des populations.

L'élevage bovin en République centrafricaine est constitué essentiellement de zébus *Mbororo* trypanosensibles. Leur activité pastorale étant articulée autour de trois domaines (aire de repos, abreuvoir et pâturage), les animaux sont exposés à trois espèces de trypanosomes : *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei*. Au centre du pays, en rapport probable avec le mode de conduite pastorale, les prévalences sont plus faibles chez les veaux que chez les adultes mais sont comparables entre elles chez les taureaux et chez les vaches.

Glossina fuscipes fuscipes Newstead, 1910, espèce inféodée aux galeries forestières et opportuniste sur le plan trophique, héberge au moins cinq espèces de trypanosomes : *T. grayi*, *T. simiae*, *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei*. Le taux d'infections matures des trois dernières est de 0,60 p. 100. Cette glossine est considérée comme

Analyse de thèse/Analyse bibliographique

le vecteur principal de ces parasites en les transmettant aux bovins autour des abreuvoirs. Les stomoxes, en particulier *Stomoxys nigra* Macquart, 1851, seraient des vecteurs accessoires, en assurant une transmission mécanique de ces trypanosomes, au niveau de l'aire de repos du bétail.

Le piège bipyramidal, utilisé dans ce travail pour l'échantillonnage des populations de *G. f. fuscipes*, est également un excellent outil de lutte contre cette glossine. Disposé à l'abreuvoir, il en abaisse les densités et rajeunit les populations. La conséquence directe est une baisse des prévalences trypanosomiennes bovines (6,37 p. 100 contre 16,63 p. 100 en l'absence de piégeage).

Dans le cadre d'un programme commun du CIRAD-EMVT et de l'ORSTOM en RCA, Frank D'AMICO a réalisé là une étude remarquable. Il fournit des éléments importants pour une meilleure compréhension de l'épidémiologie de la trypanosomose bovine, qui pourraient être utiles pour l'amélioration de la lutte contre ce fléau.

Il dégage l'hypothèse (qui reste à valider définitivement) que *G. f. fuscipes* et les stomoxes interviennent tous les deux dans la transmission de *T. vivax*. La glossine le transmet par voie cyclique au niveau de l'abreuvoir tandis que les stomoxes le transfèrent par voie mécanique au niveau de l'aire de repos où ils sont très nombreux. Les veaux, qui y sont attachés en permanence, sont plus exposés aux stomoxes que les adultes, qui sont également soumis à la pression vectorielle des glossines à l'abreuvoir. Ce schéma est d'ailleurs compliqué par le fait que quelques glossines fréquentent à la fois le pâturage et l'aire de repos, surtout en saison des pluies ; de la même façon, des stomoxes se rencontrent parfois au niveau des abreuvoirs et du pâturage.

Les méthodes parasitologiques classiques indiquent une baisse progressive de la prévalence de *T. vivax* avec l'âge, ce qui pourrait résulter d'une conduite pastorale des veaux différente de celle des adultes et d'une acquisition progressive de l'immunité contre ce parasite. L'hypothèse de l'importance de la transmission mécanique par les stomoxes est renforcée par le fait que la lutte continue, au niveau des abreuvoirs à bétail, par piège bipyramidal contre *G. f. fuscipes*, conduit à une baisse très significative des prévalences de *T. congolense* et *T. brucei* chez le bétail, mais ne modifie pas celle de *T. vivax*, telle que déterminée par des méthodes parasitologiques classiques.

Il est à noter toutefois que non seulement la baisse de *T. congolense* et de *T. brucei* est beaucoup moins importante lorsque la méthode ELISA - par capture d'antigènes par anticorps monoclonaux - est employée, mais que la prévalence de *T. vivax* augmente avec l'âge avec cette même méthode. On sait que les anticorps utilisés n'ont pas encore été validés de façon satisfaisante et que de sérieux doutes ont été émis dernièrement sur leur spécificité et leur sensibilité.

L'auteur envisage aussi d'utiliser le piège bipyramidal à tsé-tsé contre les stomoxes au niveau de l'aire de repos, ceux-ci étant fortement attirés par la couleur bleue des pièges. Une autre façon possible de lutter à la fois contre les glossines et les stomoxes est l'usage des traitements de type "pour on" d'insecticide pyréthrinoides.

On peut conclure que ce travail apporte une contribution de premier plan à la lutte contre les trypanosomoses en confirmant que les tsé-tsé n'en sont pas les seuls vecteurs, tout en laissant espérer que le même piège peut être utilisé pour les glossines et les stomoxes, dans des conditions valables pour la RCA.

G. UILENBERG

Analyse bibliographique

GOYFFON (M.), HEURTAULT (J.). *La fonction venimeuse*. Paris, Masson, 1994. 286 p., 6 p. en couleur. (Collection Biodiversité, série Sciences naturelles). Prix public : 220 FF. (ISBN 2-225-84463-1)

Sous la direction de P.E. PILET et de D. DOUMENC, la collection Biodiversité de chez Masson vient de s'enrichir d'un ouvrage remarquable auquel ont collaboré 20 auteurs, dont notre confrère René CHERMETTE, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort. Le livre est en tout point conforme à l'esprit de la collection tournée à la fois vers la biologie expérimentale et vers les sciences naturelles dans le sens qui leur est maintenant attribué. Le présent ouvrage, coordonné par M. GOYFFON et J. HEURTAULT, est préfacé par Yves COINEAU qui rappelle opportunément que ces deux chercheurs ont mis sur pied le cours du Muséum national d'Histoire naturelle sur les animaux venimeux.

Présente dans tous les embranchements et dans de nombreuses classes du règne animal, la fonction venimeuse apparaît sous des formes organiques d'une extrême diversité. L'appareil inoculateur peut être oral, dérivé du tube digestif ; les enzymes présents dans le venin assurent alors une véritable prédigestion. Il peut être terminal, dérivé de l'appareil génital, et destiné à la capture des proies. Il peut encore se présenter comme une annexe de divers revêtements tégumentaires et assurer un rôle défensif. Il arrive que l'appareil venimeux ne dérive apparemment d'aucun organe préexistant et se présente alors comme l'une de ces productions de la nature animale purement gratuites et incongrues aux yeux du zoologiste. La diversité des toxines répond à celle des organes. Bien qu'elles soient généralement de nature protéique, leur structure chimique varie considérablement d'un ordre à un autre, voire d'une espèce à une autre. Il en va de même de leur mode d'action et des stratégies d'attaque ou de défense qu'elles induisent.

Deux coquilles ont été cependant relevées dans le petit glossaire. L'une porte sur le mot *trypanosomiase* à propos de la maladie de Chagas (p. 268). Le terme est aujourd'hui obsolète, et depuis dix ans, chercheurs et praticiens ne parlent plus que de la *trypanosomose*, conformément à la règle internationale. L'autre est plus difficile à admettre, à moins qu'il ne s'agisse d'une simple omission. La *tachycardie* (p. 270) (du grec *takhus*, rapide) n'est pas le ralentissement des battements cardiaques mais bien leur accélération par rapport à une fréquence de référence dans une unité de temps donnée.

À ces détails près, cet ouvrage fera référence, car il constitue une base de documentation sur une fonction des plus représentatives de la biodiversité animale. Il est rédigé d'une façon brève, accessible à un public de non-initiés, sans abus de termes techniques. Les données bibliographiques sont nombreuses et précises. On trouve aussi un résumé introductif et un condensé par chapitre en anglais ainsi qu'une table des matières dans les deux langues. Le glossaire définit près de 150 mots clés ou termes de référence.

A. ROBINET