

SOMMAIRE

Épidémiologie	Pharmacologie - Toxicologie
Pathologie	Biologie - Reproduction
Virologie	Alimentation - Nutrition
Bactériologie	Zootechne et génétique
Parasitologie	Économie de l'élevage
Protozoologie	Productions et industries animales
Helminthologie	Agropastoralisme
Entomologie	Cartographie - Télédétection

257 Actualité

ÉPIDÉMIOLOGIE

Communications

- 261 DEHOUX (J.P.), HOUNSOU-VE (G.). Épizootie de fièvre aphteuse au Nord-Bénin durant la saison sèche 1990-1991
- 263 NDI (C.), BAYEMI (P.H.), EKUE (F.N.), TAROUNGA (B.). Observations préliminaires sur les tiques et les maladies transmises par les tiques dans la province du Nord-Ouest du Cameroun. I. Babésiose et anaplasmose (en anglais)

PATHOLOGIE

- 267 OMEKE (B.C.O.), UGWU (D.O.). La trypanosomose porcine : anémie et histologie comparées des organes lymphoïdes (en anglais)

Communication

- 273 HAMID (M.E.), MOHAMED (G.E.), ABU SAMRA (M.T.), HAMAD (A.A.). Première observation de l'hépatite infectieuse nécrosante (black disease) parmi des chèvres nubiennes au Soudan (en anglais)

VIROLOGIE

Communication

- 277 HOUSAWI (F.M.T.), ABU ELZEIN (E.M.E.). Ecthyma contagieux chez la chèvre consécutif à la mise en place de boucle à l'oreille (en anglais)

PROTOZOOLOGIE

- 279 OTESILE (E.B.), AKPAVIE (S.O.), FAGBEMI (B.O.), OGUNREMI (A.O.). Pathogénicité de *Trypanosoma brucei brucei* chez des porcs infectés expérimentalement (en anglais)

Communication

- 283 ORAJAKA (L.J.E.), ANENE (B.M.), DIKE (M.C.). Prévalence des parasites de la plasmodiose chez la dinde dans la région de Nsukka, État d'Anambra, Nigeria (en anglais)

ENTOMOLOGIE

- 287 GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades
- 295 GOUTEUX (J.P.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal
- 301 BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), POUNEKROZOU (E.), LE MASSON (A.), N'DOKOUE (F.), MAINGUET (M.), D'AMICO (F.), LE GALL (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. III. Vulgarisation en milieu Mbororo

- 309** BAYEMI (P.H.). Dynamique saisonnière de l'infestation par les tiques (Ixodoidea) des bovins commercialisés dans la région de Yaoundé, Cameroun

BIOLOGIE - REPRODUCTION

- 319** DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.), LARE (K.). Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes Ndama et Baoulé
- 325** FAYE (B.), MULATO (C.). Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti
- 335** THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence de la castration partielle et totale sur les paramètres d'abattage et de découpe des béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun

ALIMENTATION - NUTRITION

- 345** FALL (S.T.). Digestibilité *in vitro* et dégradabilité *in situ* dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels au Sénégal. Premiers résultats
- 355** YO (T.). Utilisation directe des graines de coton décortiquées de variétés sans gossypol dans l'alimentation des poulets de chair en Côte-d'Ivoire

Communication

- 361** TUONG (N.P.). Note sur l'utilisation du tannate de berbérine (BertamixND) comme activateur de croissance dans l'élevage des porcs au Viêt-nam

AGROPASTORALISME

- 363** AUNE (J.B.). Régénération des plaines à *Panicum laetum* dans le Gourma malien
- 373** PAMO (E.T.). Réponse de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard à la fertilisation azotée et à différents rythmes d'exploitation en Adamaoua, Cameroun

Communication

- 381** KATUNGA MUSALE (M.), BALONGA (R.), FERNANDEZ (J.). Note préliminaire sur les ennemis de *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf et Hubbard, à Nioka, Zaïre
- 385** Analyse bibliographique

CONTENTS

Epidemiology	Pharmacology - Toxicology
Pathology	Biology - Reproduction
Virology	Feeding
Bacteriology	Zootechny - Genetics
Parasitology	Livestock economy
Protozoology	Animal products
Helminthology	Range management
Entomology	Mapping - Remote sensing

257 Current topics

EPIDEMIOLOGY

Short note

- 261** DEHOUX (J.P.), HOUNSOU-VE (G.). Outbreak of foot-and-mouth disease in North-Benin during the 1990-1991 dry season
- 263** NDI (C.), BAYEMI (P.H.), EKUE (F.N.), TAROUNGA (B.). Preliminary observations on ticks and tick-borne diseases in the North West Province of Cameroon. I. Babesiosis and anaplasmosis

PATHOLOGY

- 267** OMEKE (B.C.O.), UGWU (D.O.). Pig trypanosomosis : comparative anaemia and histopathology of lymphoid organs

Short notes

- 273** HAMID (M.E.), MOHAMED (G.E.), ABU SAMRA (M.T.), HAMAD (A.A.). First report of infectious necrotic hepatitis (black disease) among Nubian goats in Sudan

VIROLOGY

Short note

- 277** HOUSAWI (F.M.T.), ABU ELZEIN (E.M.E.). Orf infection following ear tagging in goats

PROTOZOOLOGY

- 279** OTESILE (E.B.), AKPAVIE (S.O.), FAGBEMI (B.O.), OGUNREMI (A.O.). Pathogenicity of *Trypanosoma brucei brucei* in experimentally infected pigs

Short note

- 283** ORAJAKA (L.J.E.), ANENE (B.M.), DIKE (M.C.). Prevalence of malaria parasites in turkeys of the Nsukka area in the Anambra State, Nigeria

ENTOMOLOGY

- 287** GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. I. Design and development of a suitable trap to seminomadic breeders
- 295** GOUTEUX (J.P.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. II. Characteristics of the bipyramidal trap
- 301** BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), POUNEKROZOU (E.), LE MASSON (A.), N'DOKOUE (F.), MAINGUET (M.), D'AMICO (F.), LE GALL (F.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. III. Popularization of trapping in Mbororo breeders

- 309** BAYEMI (P.H.). Seasonal dynamics of tick infestations (Ixodoidea) in cattle in the area of Yaoundé, Cameroon

BIOLOGY - REPRODUCTION

- 319** DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.), LARE (K.). Post-partum uterine involution and oestrus cycle resumption in trypanotolerant Ndama and Baoulé cows
- 325** FAYE (B.), MULATO (C.). Factors of variation of mineral, biochemical and enzymatic parameters in the blood plasma of dromedaries in Djibouti
- 335** THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence of partial and full castration on the slaughter parameters and on meatcuts of Poulfouli rams in the Far North Cameroon

FEEDING

- 345** FALL (S.T.). *In vitro* digestibility and *in situ* rumen degradability of browse plants from natural pastures in Senegal. First results
- 355** YO (T.). Use of dehulled glandless cottonseed (DGCS) in broiler diets in Côte-d'Ivoire

Short note

- 361** TUONG (N.P.). Note on the use of berberine tannate (BertamixND) for increasing the productivity of meat yielding in pig breeding in Vietnam

RANGE MANAGEMENT

- 363** AUNE (J.B.). Regeneration of the *Panicum laetum* plains in the Gourma region in Mali
- 373** PAMO (E.T.). Response of *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard to nitrogen fertilization and different cutting frequencies at Adamaoua, Cameroon

Short note

- 381** KATUNGA MUSALE (M.), BALONGA (R.), FERNANDEZ (J.). Preliminary note on the enemies of *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf and Hubbard, in Nioka (Zaire)
- 385** Book review

SUMARIO

Epidemiología	Farmacología - Toxicología
Patología	Biología - Reproducción
Virología	Alimentación - Nutrición
Bacteriología	Zootecnia - Genética
Parasitología	Economía de la ganadería
Protozoología	Producciones e industrias animales
Helmintología	Agropecuaria
Entomología	Cartografía - Teledetección

257 Actualidad

EPIDEMIOLOGÍA

Breves notas

- 261** DEHOUX (J.P.), HOUSOUN-VE (G.). Epizootia de fiebre aftosa en el norte Benin durante la estación seca 1990-1991
- 263** NDI (C.), BAYEMI (P.H.), EKUE (F.N.), TAROUNGA (B.). Observaciones preliminares sobre las garrapatas y las enfermedades transmitidas por las garrapatas en la provincia del Noroeste de Camerún. I. Babesiosis y anaplasmosis

PATOLOGÍA

- 267** OMEKE (B.C.O.), UGWU (D.O.). Tripanosomosis del cerdo : Comparación de la anemia y de la histopatología de los órganos linfoides

Breve nota

- 273** HAMID (M.E.), MOHAMED (G.E.), ABU SAMRA (M.T.), HAMAD (A.A.). Primera observación de la hepatitis infecciosa necrosante (black disease) en cabras nubienses en Sudán

VIROLOGÍA

Breve nota

- 277** HOUSAWI (F.M.T.), ABU ELZEIN (E.M.E.). Ectima contagioso en la cabra después de la colocación de pendiente de oreja

PROTOZOOLOGÍA

- 279** OTESILE (E.B.), AKPAVIE (S.O.), FAGBEMI (B.O.), OGUNREMI (A.O.). Patogenicidad de *Trypanosoma brucei brucei* en cerdos infectados experimentalmente

Breve nota

- 283** ORAJAKA (L.J.E.), ANENE (B.M.), DIKE (M.C.). Prevalencia de los parásitos de la plasmodiosis en la pava en la región de Nsukka, estado de Anambra, Nigeria

ENTOMOLOGÍA

- 287** GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República Centroafricana. I. Puesta a punto de una trampa adaptada a un medio de ganaderos seminómados
- 295** GOUTEUX (J.P.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República Centroafricana. II. Características de la trampa bipiramidal
- 301** BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), POUNEKROZOU (E.), LE MASSON (A.), N'DOKOUE (F.), MAINGUET (M.), D'AMICO (F.), LE GALL (F.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República Centroafricana. III. Vulgarización en medio Mbororo

- 309** BAYEMI (P.H.). Dinámica estacional de la infestación por garrapatas (Ixodoidea) de los bovinos comercializados en el área de Yaundé (Camerún)

BIOLOGÍA - REPRODUCCIÓN

- 319** DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.), LARE (K.). Involución uterina y nuevo ciclo post-partum en hembras tripanotolerantes Ndama y Baoulé
- 325** FAYE (B.), MULATO (C.). Factores de variación de los parámetros proteo-energéticos, enzimáticos y minerales del plasma en el dromedario de Djibouti
- 335** THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influencia de la castración parcial y total sobre los parámetros de matanza y de descuartizamiento de moruecos Poulfouli del extremo-norte de Camerún

ALIMENTACIÓN - NUTRICIÓN

- 345** FALL (S.T.). Digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* en la panza de forrajes leñosos disponibles en pastos naturales en Senegal. Primeros resultados
- 355** YO (T.). Utilización directa de semillas de algodón descascarilladas de variedades sin gossypol en la alimentación de pollos de engorde en Costa de Marfil

Breve nota

- 361** TUONG (N.P.). Nota sobre la utilización del tanato de berberina (BertamixND) como activador de crecimiento en la cría de cerdos en Vietnam

AGROPECUARIA

- 363** AUNE (J.B.). Regeneración de los llanos a *Panicum laetum* en el Gourma, Mali
- 373** PAMO (E.T.). Influencia de la fertilización nitrogenada y de diferentes ritmos de explotación sobre *Brachiaria ruziziensis* Germain y Evrard en Adamaoua, Camerún

Breve nota

- 381** KATUNGA MUSALE (M.), BALONGA (R.), FERNANDEZ (J.). Nota preliminar sobre las plagas de *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf y Hubbard en Nioka, Zaire
- 385** Comentario bibliográfico

ACTUALITÉ

Le point sur l'encéphalopathie spongiforme bovine et ses conséquences

L'apparition chez les bovins, au milieu des années 1980, d'une nouvelle maladie voisine de la tremblante du mouton a eu d'importantes conséquences, dans les pays atteints et sur leurs échanges commerciaux.

Appelée encéphalopathie spongiforme bovine ou BSE (selon les initiales de son nom en anglais), elle a été reconnue pour la première fois en Grande-Bretagne en novembre 1986, mais le premier cas clinique y était vraisemblablement apparu dès avril 1985.

Depuis, l'incidence de la BSE n'a fait que croître dans ce pays, pour atteindre environ 15 000 cas par an en 1990 et 1991. D'autres pays, à savoir l'Irlande, puis la Suisse et la France, ont également signalé quelques cas sur leur territoire (respectivement 46, 10 et 5 au 31 décembre 1991).

Les problèmes auxquels ils ont dû faire face sont de deux ordres : tout d'abord restaurer ou maintenir la confiance des consommateurs dans la salubrité des produits qui leur étaient livrés et rétablir au moins partiellement les courants d'exportation interrompus par les autorités sanitaires des pays traditionnellement clients, notamment en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.

Ceci a été possible grâce aux recherches entreprises, tout particulièrement au Royaume-Uni, pour acquérir des connaissances sur la BSE qui permettent de concevoir des mesures sanitaires propres à éliminer tout risque, aussi hypothétique soit-il, de transmission de la maladie à l'homme et aux animaux.

Dès 1988, débutaient en Grande-Bretagne des études épidémiologiques visant à déterminer l'origine de cette affection. Les résultats ont permis de conclure que les bovins avaient été exposés à l'agent d'une encéphalopathie spongiforme transmissible (EST) par l'intermédiaire d'aliments contenant des protéines de ruminants, en l'occurrence des farines de viande et d'os. Des incertitudes subsistent encore quant à l'identité de cet agent : il s'agirait soit de celui de la tremblante du mouton, soit d'un agent causant une EST adaptée aux bovins.

L'augmentation de l'exposition à l'agent au sein de la population bovine du Royaume-Uni a résulté, selon toute vraisemblance, de modifications survenues en 1981-82 dans les techniques de fabrication d'aliments pour le bétail. Dans la plupart des usines de retraitement des déchets d'origine animale, l'arrêt de l'utilisation de solvants pour extraire les graisses a joué un rôle essentiel.

En ce qui concerne les caractéristiques de la maladie, la BSE ressemble à la tremblante par sa longue période d'incubation (deux à huit ans au moins), ses

symptômes, son incidence selon l'âge, son évolution. Les lésions anatomopathologiques rappellent aussi celles de cette maladie, ainsi que d'autres EST chez d'autres espèces.

Des différences existent cependant entre la BSE et la tremblante : la transmission maternelle constitue un événement exceptionnel en ce qui concerne la BSE ; parmi les tentatives de transmission par voie orale ou par inoculation intracérébrale à la souris d'une grande variété de tissus provenant de cas confirmés de BSE, seules celles ayant fait appel à de la matière cérébrale ont, à ce jour, été concluantes.

Les pays atteints ont mis en place des mesures nationales de lutte contre la maladie en tenant compte de l'ensemble de ces informations. Celles-ci se ressemblent à bien des égards ; elles prévoient toutes :

- l'obligation de déclarer toute suspicion de BSE, d'abattre les animaux concernés et de détruire leur carcasse en cas de confirmation du diagnostic ;

- l'instauration de systèmes de surveillance épidémiologique permettant de répertorier si possible tous les cas, grâce à une information appropriée des éleveurs, des vétérinaires praticiens et des agents des services vétérinaires intervenant sur le terrain ;

- la mise en place de circuits permettant aux laboratoires habilités à pratiquer les examens anatomopathologiques nécessaires au diagnostic, de recevoir l'encéphale des bovins suspects ;

- l'interdiction de nourrir les bovins avec des farines contenant des protéines provenant de ruminants (à l'exception des protéines du lait) afin d'éliminer le facteur épidémiologique prédominant de propagation que constitue la contamination par voie digestive, en l'absence de tout traitement reconnu efficace pour détruire ou inactiver l'agent responsable.

On note toutefois quelques disparités. Celles-ci concernent l'abattage subventionné des troupeaux où un cas a été diagnostiqué : si une telle décision est concevable là où l'incidence de la maladie est faible, sa répercussion sur l'évolution de la maladie au Royaume-Uni serait très faible pour un coût très élevé. Les différences portent également sur les espèces auxquelles s'applique l'interdiction d'incorporer des farines de viande et d'os dans leur nourriture (Royaume-Uni : toutes les espèces ; Irlande et Suisse : tous les ruminants ; France : seulement les bovins).

Il fallait aussi éviter tout risque de contamination de l'homme par son alimentation. Les autorités du Royaume-Uni ont donc pris, dès 1989, des décisions basées sur les connaissances relatives à la tremblante. Elles ont abouti au retrait systématique de la consommation des abats (encéphale, moelle épinière, amygdales, thymus, rate et intestins), lorsque ceux-ci proviennent de bovins âgés de plus de six

mois. Si une mesure similaire a été prise en Suisse, on a cependant considéré ailleurs que la faible incidence de la BSE sur le territoire ne justifiait pas cette mesure.

Les dispositions réglementaires prises à l'intérieur des pays atteints n'ont pas, pour autant, résolu leurs problèmes d'exportations de produits d'origine bovine, en l'absence d'un consensus international sur les précautions à prendre afin d'éviter la dissémination de la maladie au niveau mondial.

C'est tout d'abord au sein de la Communauté économique européenne que des dispositions sanitaires ont été prises en 1990 pour réglementer les échanges de bovins vivants et de viandes. Rien cependant n'a été prévu pour les farines de viande et d'os, car elles n'entraient pas dans le champ des produits couverts par une directive communautaire. Les décisions sont donc restées de la compétence des États membres. Il s'avère, au moins pour l'Irlande et la France, que les mesures d'interdiction relatives aux farines importées du Royaume-Uni ont été prises trop tardivement, puisque des cas ont pu être rapportés, selon toute probabilité, à une source alimentaire.

Mais les perturbations engendrées par la BSE ne se sont pas cantonnées aux limites de la CEE. Pour cette raison, l'assistance de l'Office international des épizooties (OIE) a été requise, tant par les pays atteints que par ceux ayant une demande intérieure en lait et en viande bovine à satisfaire, et qui étaient prêts à s'approvisionner auprès des premiers, moyennant la présentation de garanties sanitaires suffisantes avant la réouverture de leurs frontières.

Un groupe ad hoc a été créé au sein de l'OIE. Son rapport, rédigé en septembre 1990, contenait une première synthèse des informations scientifiques disponibles, et donnait un certain nombre d'indications quant aux risques de diffusion à l'occasion des mouvements internationaux. Il soulignait notamment que les échanges de lait, produits laitiers, semence, cuirs et peaux d'origine bovine pouvaient être poursuivis sans restrictions particulières, car aucun de ces produits n'avait de pouvoir infectieux décelable. En outre, des recommandations proches des dispositions en vigueur au sein de la Communauté européenne ont été faites pour les bovins vivants et les viandes bovines en provenance des pays où l'incidence de la BSE était élevée, c'est-à-dire, en fait, du Royaume-Uni : seuls les animaux n'ayant pas consommé de farines contenant des protéines de ruminants pouvaient être exportés. Les abats étaient quant à eux interdits.

Enfin, il fallait apporter toute garantie du point de vue de la santé publique en ce qui concernait les viandes provenant d'élevages où la BSE avait été signalée. Au Royaume-Uni, il convenait, dans la pratique, d'éliminer la plus grande quantité possible de tissus nerveux et lymphatique au moment de la découpe des carcasses.

Le Comité international de l'OIE (assemblée plénière des chefs des services vétérinaires des Pays membres) a pris note de ce rapport en mai 1991, et a demandé que les recommandations élaborées par le groupe ad hoc fassent l'objet de dis-

positions à inclure dans le code zoo-sanitaire international, recueil des règles sanitaires recommandées par l'OIE dans les échanges internationaux d'animaux et de produits animaux.

La commission du code zoo-sanitaire international, avec l'aide des membres du groupe ad hoc, a établi un projet de chapitre particulier sur la BSE, auquel a été adjoint un document très détaillé justifiant chacune des mesures codifiées. Ce projet de chapitre sera soumis à l'approbation du Comité international de l'OIE lors de sa prochaine session générale en mai 1992. En cas d'accord, il constituera la position officielle de l'OIE sur ce sujet.

Le groupe ad hoc et la commission du code ont cependant laissé en suspens les problèmes liés à l'usage de produits d'origine bovine à des fins thérapeutiques chez l'homme (ou les animaux), car ils ont considérés que ceux-ci étaient essentiellement du ressort de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

L'OMS, pleinement consciente des interrogations soulevées dans nombre de pays, a organisé une réunion de spécialistes en novembre 1991. Les recommandations élaborées au sein de l'OIE ont été approuvées lors de cette réunion, qui a permis d'établir des directives sur l'élimination de tout risque professionnel, même théorique, pour les agents travaillant dans les abattoirs, les chercheurs des laboratoires ou les vétérinaires praticiens. Ces directives portaient également sur la collecte, le traitement et l'utilisation des produits à usage médical (extraits tissulaires, catgut...) préparés à partir de matières d'origine bovine. Ces recommandations devraient recevoir bientôt une large diffusion.

Cependant, bien des questions sur les encéphalopathies spongiformes transmissibles restent encore sans réponse : nature des agents responsables, mécanismes génétiques influençant leur expression, moyens de les inactiver totalement, ou de les détecter chez un être vivant. L'émergence récente de la BSE aura eu pour avantage, nonobstant les difficultés et les craintes qu'elle a suscitées, de relancer l'intérêt porté à ce groupe de maladies. On peut donc espérer que, dans un proche avenir, des progrès décisifs interviendront pour parfaire les connaissances que nous en avons.

Enfin, sur un sujet aussi sensible que la BSE à l'échelle mondiale, il était essentiel que l'OIE et l'OMS favorisent l'instauration d'un dialogue et d'une collaboration entre les pays. La communauté internationale attend des réponses claires et précises sur une maladie où les certitudes absolues sont rares et où la seule approche envisageable repose sur une évaluation des risques basée sur des informations scientifiques fiables et réactualisée grâce aux résultats de la recherche médicale et vétérinaire.

Dr T. CHILLAUD

Chef du service de l'Information et des échanges internationaux. Office international des épizooties (OIE), 12, rue de Prony, 75017 PARIS.

Communication

Épizootie de fièvre aphteuse au Nord-Bénin durant la saison sèche 1990-1991

J.P. Dehoux¹

G. Hounsou-Ve¹

DEHOUX (J.P.), HOUNSOU-VE (G.). Épizootie de fièvre aphteuse au Nord-Bénin durant la saison sèche 1990-1991. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 261-262

Durant la saison sèche de 1990-1991 (novembre à mai), une épizootie de fièvre aphteuse a ravagé le nord du Bénin. Provenant des pays voisins, la maladie s'est répandue très rapidement dans la région, essentiellement par l'intermédiaire des troupeaux transhumants. Aucune mesure n'existe jusqu'à ce jour au Bénin pour limiter cette infection endémique qui connaît régulièrement des flambées de recrudescence. Des prélèvements sérologiques ont révélé que les types viraux A, 0 et SAT 2 ont sévi durant cette épizootie. **Mots clés** : Bovin Borgou - Fièvre aphteuse - Bénin.

Introduction

La fièvre aphteuse est une maladie ubiquiste et bien connue. En Afrique, où elle demeure endémique, elle peut constituer un des nombreux obstacles au développement de l'élevage. Elle sévit régulièrement au Bénin mais le virus n'y avait pas encore été typé.

La présente note décrit l'apparition et la propagation de la maladie au nord du Bénin, dans le département du Borgou, qui compte plus de 600 000 bovins, essentiellement de race taurine Borgou, soit près de 70 p. 100 du cheptel béninois. Elle confirme la présence du virus aphteux au Bénin.

Situation épidémiologique

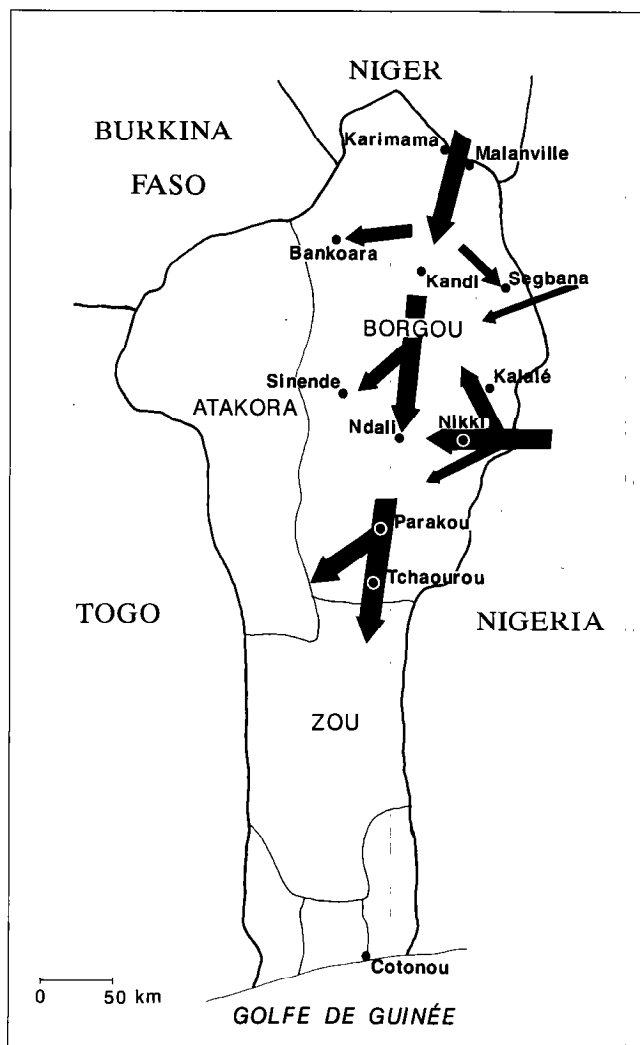
L'épizootie s'est déclenchée en novembre 1990, période coïncidant avec le début de la saison sèche. La maladie s'est introduite par deux voies : Karimama et Malanville au nord et Nikki à l'est. A partir de ces deux régions, l'infection s'est répandue très rapidement dans le département du Borgou. Celui-ci a été entièrement contaminé en janvier 1991. Le virus a ensuite progressé vers les départements de l'Atakora et du Zou (carte 1, tabl. I).

Le plus grand nombre d'animaux malades a été observé en janvier 1991, l'épizootie perdant en virulence et en intensité les mois suivants.

Il faut noter que seule l'espèce bovine a été touchée ; aucun cas n'aurait été observé chez les ruminants et chez les porcs.

1. Projet de développement pastoral intégré dans le Borgou, BP 23, Parakou, Bénin.

Reçu le 24.5.1991, accepté le 18.9.1991.



Carte 1 : Voies d'entrée et axes de propagation de la fièvre aphteuse dans le Nord-Bénin (département du Borgou) durant la saison sèche 1990-1991.

Symptomatologie

La symptomatologie est classique et caractéristique (2). Une chute brutale de la lactation, une anorexie et une forte fièvre précèdent l'apparition d'une stomatite aiguë très douloureuse, trahie par une salivation abondante. Des aphtes apparaissent sur la muqueuse buccale, sur la langue et au niveau de l'espace intergigite, entraînant de fortes boiteries. Les lésions se compliquent fréquemment d'infections bactériennes secondaires. De nombreux avortements complètent le tableau clinique alors que les lésions mammaires sont peu observées.

Dans huit troupeaux examinés en janvier 1991 aux alentours de Nikki (319 animaux), le taux de morbidité était de 80 à 100 p. 100, celui de la mortalité des adultes avoisinait 2 p. 100. Ce taux chez les veaux âgés de 0 à 3 mois atteignait 80 p. 100.

Communication

TABEAU I Moment d'apparition, localisation et importance des foyers de fièvre aphteuse au Bénin.

Année	Mois	Localité*	Animaux malades**
1986	—	—	Aucun
1987	Mai	5, 8	125
	Juin	4, 5, 8, 9, 10	1 545
	Juillet	4, 5, 7, 8, 9, 10, 11	5 945
	Août	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	1 743
	Septembre	7	459
1988	Mars	3	227
1989	Mars	11	4
1990	Mars	8, 10	32
	Juillet	9	30
	Août	3	120
	Novembre	1, 2, 9	155
	Décembre	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9	1 001
1991	Janvier	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11	2 906
	Février	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	2 433
	Mars	4, 7, 8	783
	Avril	4, 7, 8	92
	Mai	7	186

D'après les rapports mensuels et annuels du Projet de développement de l'élevage bovin dans le Borgou (3).

* 1 Karimama, 2 Malanville, 3 Banikoara, 4 Kandi, 5 Segbana, 6 Sinende, 7 Kalale, 8 Ndali, 9 Nikki, 10 Parakou, 11 Tchaourou.

** Ce terme vague désigne les cas de bovins particulièrement atteints par la maladie au sein des troupeaux contaminés.

Un animal malade met environ un mois à se remettre. Les éleveurs, essentiellement de l'ethnie Peul, qui connaissent et redoutent cette infection, soignent les lésions avec du pétrole, de l'huile de karité et parfois du crésyl.

Identification du virus

En janvier 1991, au plus fort de l'épizootie, 18 sérums ont été prélevés à partir du sang de bovins Borgou provenant d'un troupeau particulièrement touché par la maladie. Ces sérums ont été congelés à - 20 °C et envoyés par courrier à l'Animal Virus Research Institute (Pirbright, Royaume-Uni) (1).

Le laboratoire a confirmé la présence d'anticorps antiaphteux dans les sérums contre les types viraux A, O et SAT 2.

Discussion

En même temps qu'au Bénin, plusieurs pays limitrophes (Niger, Togo, Burkina Faso) (PETIT, comm. pers.) ont connu une recrudescence de la fièvre aphteuse. Le type viral SAT 2 a été incriminé dans ces pays.

Le déclenchement de la maladie correspond à l'installation de la saison sèche, période d'importants mouvements de transhumance. L'apparition de l'infection à Nikki

et Karimama-Malanville n'est donc pas due à un hasard ; ces villes sont situées au centre de zones par où transitent nombre de troupeaux. Le virus s'est propagé vers le sud et vers l'ouest, le long des axes de transhumance ; il a également été favorisé par la campagne annuelle de vaccination antibovipestique (janvier 1991) et par la tenue hebdomadaire des marchés à bétail.

La fièvre aphteuse est endémique au Bénin (3). Sur la base de la symptomatologie, quelques foyers sporadiques sont répertoriés régulièrement. Mais le pays connaît, périodiquement, une recrudescence de la maladie. Ainsi, une épizootie tout aussi redoutable a touché le Borgou durant l'année 1987.

Jusqu'à présent, aucune mesure n'a été prise pour limiter ou enrayer cette infection au Bénin alors que plusieurs pays voisins entreprennent des campagnes de vaccination antiaphteuse. Au contraire, durant l'épizootie, les mouvements et les regroupements continuaient d'avoir lieu, à tel point que dans plusieurs régions de nombreux éleveurs préféraient ne pas amener leurs animaux à la vaccination contre la peste bovine.

Conclusion

Bien que les autres grandes endémies soient contrôlées par des campagnes annuelles de vaccination, la fièvre aphteuse continue de sévir, parfois de manière très spectaculaire, au Bénin.

Quand on constate les pertes occasionnées régulièrement par une épizootie de la fièvre aphteuse, on ne peut que s'interroger sur le fait qu'aucune mesure ne soit prise pour en limiter les effets.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'Animal Virus Research Institute pour avoir eu l'amabilité d'effectuer les examens confirmant la présence d'anticorps antiaphteux dans les sérums envoyés.

DEHOX (J.P.), HOUNSOU-VE (G.). Outbreak of foot-and-mouth disease in North-Benin during the 1990-1991 dry season. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 261-262

An outbreak of foot-and-mouth disease damaged the North-Benin during the 1990-1991 dry season (November to May). Coming from outside the Benin, it spread out very quickly in the country essentially because of transhumant herds. No measures have been taken to limitate this sickness which is endemic and which regularly exhibits outbreaks in Benin. Antibodies to types A, O and SAT2 of the foot-and-mouth disease virus were detected in the sera during this outbreak. *Key words* : Borgou cattle - Foot-and-mouth disease - Benin.

Bibliographie

1. ABU ELZEIN (E.M.E.), NEWMAN (B.J.), CROWTHER (J.R.), BARNETT (I.T.R.), McGRANE (J.J.). The prevalence of antibodies against foot-and-mouth disease in various species of sudanese livestock following natural infection. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (1) : 7-12.
2. BLOOD (D.C.), RADOSTIS (O.M.). Foot-and-mouth disease (FMD) in veterinary medicine. 7th ed. London, Baillière Tindall, 1989. P. 824-831.
3. Projet de développement de l'élevage bovin dans le Borgou. Ministère du développement rural et de l'action coopérative (MDRAC), rapports mensuels et annuels. Parakou, Bénin, 1986-1991.

Communication

Preliminary observations on ticks and tick-borne diseases in the North West Province of Cameroon. I. Babesiosis and anaplasmosis

C. Ndi¹

P.H. Bayemi¹

F.N. Ekue²

B. Tarounga¹

NDI (C.), BAYEMI (P.H.), EKUE (P.N.), TAROUNGA (B.). Observations préliminaires sur les tiques et les maladies transmises par les tiques dans la province du Nord-Ouest du Cameroun. I. Babésiose et anaplasmosis. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 263-265

Une enquête sur les tiques et les maladies transmises par les tiques dans la province du Nord-Ouest du Cameroun, au marché au bétail de Bamenda a été effectuée. Les tiques identifiées ont été *Boophilus annulatus* (20 p. 100) et *B. decoloratus* (80 p. 100). Plus de 50 p. 100 de ces tiques ont été collectées au cours de la saison sèche. Sur 524 étalements de sang, 47,3 p. 100 ont été positifs pour *Babesia bovis*, 31,1 p. 100 pour *B. bigemina* et 2,2 p. 100 pour *Anaplasma marginale* ; le reste a été négatif, soit 19,4 p. 100. *Mots clés* : Tique - Babésiose - Anaplasmosis - Bétail - Cameroun.

Introduction

Ticks and the disease they transmit are of great importance to both developed and developing nations (9), especially those whose economies are based largely upon cattle. Bovine anaplasmosis and babesiosis are supposed to be enzootic in Cameroonian indigeneous cattle (8, 10) even though outbreaks of cattle disease are rare. The status of these diseases in both the highly susceptible exotic and the relatively resistant indigenous breeds in Cameroon is unknown.

Ticks and tick-borne diseases have long been incriminated as major obstacles to efficient livestock production, and production losses may be due to tick irritation ; "worry" compounded by irritation and allergic responses ; blood losses from feeding and physical damage to hide ; paralysis or toxicosis ; deaths or debilitating effects ; predisposition of animals to infections such as dermatophilosis and transmission of pathogenic organisms (1, 3, 4, 6, 7, 12, 13, 16, 17). Even though the existence of ticks in the North West Province of Cameroon has been well established (10, 11) no effort has been made to correlate this existence with the diseases they transmit in this region. In a recent epidemiological survey of cattle in the

North West Province, particular attention was paid to the localisation of *Boophilus* spp. in cattle, their seasonal variation and the occurrence of the diseases they transmit here, mainly anaplasmosis and babesiosis.

Materials and Methods

Tick collection

Ticks were handpicked from cattle assembled at the Bamenda cattle market and from the sedentary cattle at the Animal Research Centre, Bambui (CRZ). The above-mentioned market serves as a collection market for local grazers and as a consumption - distribution market for butchers and cattle traders from all over the North West Province of Cameroon (5). Tick collection was carried out at the market once per fortnight, from October 1987 to September 1988, in cattle which after purchase were usually intended for slaughter at the Bamenda municipal abattoir (5). Tick collection was carried out directly into 8 screw-cap bottles containing 70 % alcohol, the bottles being labelled according to the parts of the animal's body from which the ticks were being picked, namely head, neck, ears, legs, genitalia, anus, tail, and rest-of-body. Identification of the ticks was carried out in the Veterinary Laboratory of the Centre de Recherches Zootechniques (CRZ). Blood smears were made from these cattle simultaneously with tick collection.

Clinical symptoms

Most of the clinical observations were made on cattle at the CRZ. These animals being sedentary, their health status can readily be monitored and every year they are vaccinated against rinderpest, pasteurellosis, blackquarter and anthrax. However tick infestations remain a real problem at the centre because acaricide spraying (instead of dipping) has been less effective and too expensive.

Bovine babesiosis and anaplasmosis are characterized by a high body temperature (40 - 42 °C), anorexia, haemoglobinuria, anaemia, jaundice, general weakness, reluctance to move, and death sometimes occurs with very little warning. Affected animals may exhibit irritability and aggression. There may be also signs of cerebral derangement such as circling, head pressing, mania and convulsions.

Diagnosis

Anaplasma and babesia were readily detected in blood smears from areas such as the tail tip or ear in live animals and from organs such as the brain, kidney, heart, liver, spleen and lung in dead animals. Anaplasmosis and babesiosis were diagnosed by thin to thick blood films fixed in methanol, stained with Giemsa and examined microscopically for the intraerythrocytic forms. Thick blood films for the detection of parasitaemia were of considerable value as they allowed the detection of much lower numbers of parasites than with thin blood films.

1. IRZ-Bambui, POB 51, Bamenda, Cameroon.

2. CRZ-Wakwa, POB 65, Ngaoundéré, Cameroon.

Reçu le 16.3.90, accepté le 16.4.91.

Communication

Necropsy findings

Haemorrhage of the endocardium, congestion of the brain and visceral organs, marked swelling of the spleen, jaundice, anaemia, excess quantities of thick granular bile and haemoglobinuria were common observations in animals which died from anaplasmosis and babesiosis.

Results

Two species of ticks were identified : *Boophilus annulatus* and *Boophilus decoloratus* (Tables I and II). It was observed that the head, ears and tail were the least infested.

Of the 524 blood smears prepared from animals infested by these ticks, 248 (47,3 %) were positive for *Babesia bovis*, 163 (31,1 %) for *Babesia bigemina*, 12 (2,2 %) for *Anaplasma marginale* and 203 smears were negative.

Discussion and Conclusion

Even though transmission experiments were not carried out it is almost certain that in the North West Province of Cameroon, babesiosis and anaplasmosis are transmitted by ticks of the genus *Boophilus* (*Boophilus annulatus* and *Boophilus decoloratus*). *Babesia bovis* infection is by far

much greater than that by *Babesia bigemina*. The incidence of anaplasmosis is almost insignificant (2,2 %). MERLIN *et al.* (10) suspected the presence of babesiosis here due to the abundance of *Boophilus* spp. Even though the incidence of *Babesia* is apparently high it would have been much higher, if blood from *Babesia* animals was not always infective, which was not the case (14). The seasonal variation of ticks in the North West Province of Cameroon does not seem to correspond with any variation of *Babesia* in cattle. This may be in keeping with the fact that there is no exact correlation between the percentage of erythrocytes which contain *Babesia* and the severity of the clinical symptoms, and that a positive smear in all cases confirms the diagnosis, but a negative smear does not eliminate it (2).

From the ticks collected, *Boophilus decoloratus* was the dominating species (tables I, II). These ticks represented more than 80 % of the *Boophilus* ticks collected. More than 50 % of the *Boophilus* spp. were collected during the dry season (fig. 1). However, cattle were infested by the three stage (larva, nymph, adult) of *Boophilus* throughout the year and the number of *Boophilus* ticks in each animal varied greatly in the course of the year.

TABLE I Localisation of *Boophilus* spp. on cattle.

	Part of animal									
	Head	Ears	Neck	Legs	Genitalia	Anus	Tail	Rest-of body	Total by	
Larva	0	8	31	67	48	60	0	9	223	1.4
Nymph	2	27	388	309	254	153	0	98	1 231	7.8
<i>B. annulatus</i> ♂	0	0	20	215	147	13	0	30	425	2.7
♀	0	3	26	537	300	4	0	80	950	6.0
<i>B. decoloratus</i> ♂	18	13	429	554	568	367	1	650	2 600	16.5
♀	97	53	1 567	2 492	2 599	1 056	4	2 469	10 337	65.63
Total	117	104	2 461	4 174	3 916	1 653	5	3 396	15 760	100
%	0.74	0.66	15.61	26.48	24.84	10.48	0.03	21.16	100	

TABLE II Seasonal variation (dynamics) of *Boophilus* spp.

	Month											
	0	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Larva	1	18	36	16	14	58	13	7	3	0	20	44
Nymph	51	113	167	142	136	162	12	39	69	24	121	218
<i>B. annulatus</i> ♂	22	54	121	39	73	17	9	14	2	9	22	29
♀	34	141	249	91	69	119	48	60	17	17	48	73
<i>E. decoloratus</i> ♂	99	191	282	735	417	298	58	52	77	65	135	182
♀	507	904	1 294	1 876	1 267	1 029	554	291	512	363	656	954
Rainfall	216	66	0	27.7	15	90.2	338.8	219.4	228.5	261.6	327.4	459
T. max. (°C)	29	25.2	25.8	26.2	27.4	26.2	—	24.7	23.5	21.5	21.6	22
T. min. (°C)	15.9	15.4	14.4	14.9	16.9	17.3	—	16.6	15.5	15.5	15.3	15.4

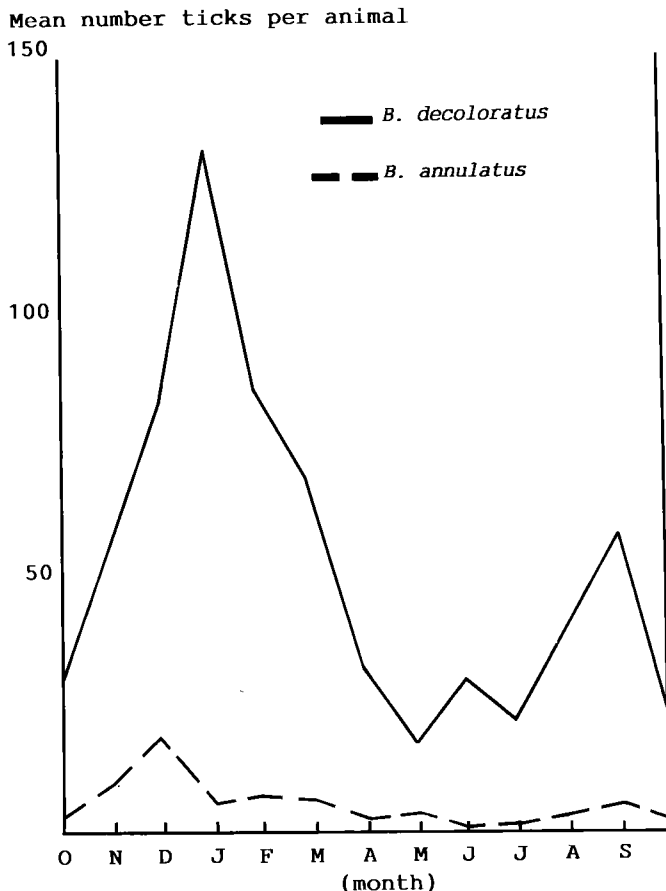


Fig. 1 : Dynamics of *Boophilus*.

During the dry season, most cattle go on transhumance where there is neither access to acaricide spraying nor dipping. The Fulani herdsman also maintain a meticulous hand deticking policy, but this hardly reduces the effect on immediate disease transmission as only engorged ticks are seen and picked.

The prospects for the eradication of ticks in Africa are dim (15). When tick control is the only measure taken against tick-borne disease, it should be as intensive as possible especially where susceptible breeds are concerned, with the disadvantage that a precious endemic stability as regards babesiosis and anaplasmosis may be lost for local breeds. In order to maintain this stability, an integrated tick control programme including acaricides, pasture spelling, resistant cattle and genetic manipulations might lead to a great success.

This practice contributes to numerically reducing subsequent tick populations, and its effect is thus not negligible as far as the epidemiology is concerned.

Acknowledgements

Our thanks go to the technicians of the Veterinary Laboratory, CRZ-Bambui who always assisted us both in the field work and the laboratory : MM. Sali DJANGO, William ATANGA, Moses MOKOM and Mrs Mary FONM-BOHA.

NDI (C.), BAYEMI (P.H.), EKUE (P.N.), TAROUNGA (B.). Preliminary observations on ticks and tick-borne diseases in the North West Province of Cameroon. I. Babesiosis and anaplasmosis. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 263-265

During a survey on ticks and tick-borne diseases in the North-Western Cameroon at the Bamenda cattle market, the ticks identified were *Boophilus annulatus* (20 %) and *B. decoloratus* (80 %). More than 50 % of the ticks were collected during the dry season. Of 524 blood smears 47.3 % were positive for *Babesia bovis*, 31.1 % for *B. bigemina* and 2.2 % for *Anaplasma marginale*. 19.4 % were negative. **Key words** : Tick - Babesiosis - Anaplasmosis - Cattle - Cameroon.

References

- BIDA (A.). Epizootiological and pathological study of bovin dermatophilosis (Kirchi) in Northern Nigeria. Ph. doct. thesis, Zaria, Nigeria, Ahmadu Bello Univ. 1973.
- BLOOD (D.C.), RADOSTITS (O.M.), HERNDSON (J.A.). Veterinary medicine. 6th ed. London, Baillière et Tindall, 1983. Pp. 867-875.
- CALLOW (L.L.). Ticks and tick-borne diseases as a barrier to the introduction of exotic cattle to the tropics. *Wild Anim. Rev.*, 1978, **28** : 20-25.
- GRETTY (R.H.C.). Control of cattle ticks by dipping. *Span*, 1971, **14** : 16-18.
- HOLTZMAN (J.), STAATZ (J.), WEBER (M.). Livestock marketing in the North West province. North West province marketing study. Michigan State University consultants to USAID, Yaoundé and COOP/MUT, Ministry of Agriculture, 1979. 98 p.
- JONHSON (L.A.Y.), HAYDOCK (K.P.). The effect on cattle tick (*Boophilus microplus*) on production of Brahma-cross and British-breed cattle in Northern Australia. *Aust. Vet. J.*, 1969, **45** : 175-179.
- LITTLE (D.A.). The effect of cattle tick infestation on the growth rate of cattle. *Aust. Vet. J.* 1963, **39** : 6-10.
- MBAH (D.A.). Mortalités dues aux rickettsioses, trypanosomoses, piroplasmoses et streptothricoses chez six génotypes de bovins à Wakwa, Cameroun. *Revue Sci. Tech. Yaoundé II*, 1982 (2-3) : 81-87.
- McKOSKER (P.J.). Global aspects of management and control of ticks of veterinary importance. Vol. II. Rome, FAO, Animal Production and Health Division, 1979. 46 p.
- MERLIN (P.), TSANGUEU (P.), ROUSVOAL (D.). Dynamique saisonnière de l'infestation des bovins par les tiques (*Ixodoidea*) dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun. I. Étude de trois sites autour de Bamenda pendant un an. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 367-376.
- MERLIN (P.), TSANGUEU (P.), ROUSVOAL (D.). Dynamique saisonnière de l'infestation par les tiques (*Ixodoidea*) dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun. II. Élevage extensif traditionnel. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (2) : 133-140.
- O'KELLY (J.C.), SEEBECK (R.M.), SPRINGELL (P.H.). Alterations in host metabolism by the specific and anorectic effects of the cattle tick (*Boophilus microplus*). II. Changes in blood composition. *Aust. J. biol. Sci.*, 1971, **24** : 381-389.
- O'KELLY (J.C.), SEIFFERT (G.W.). The effect of tick (*Boophilus microplus*) infestation on the blood composition of Shorthorn x Hereford cattle on high and low planes of nutrition. *Aust. J. biol. Sci.*, 1970, **23** : 681-690.
- UILENBERG (G.). Notes sur les babésioses et l'anaplasmoses des bovins à Madagascar. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23** (4) : 439-454.
- UILENBERG (G.). Ticks and tick-borne diseases of veterinary interest in Europe and Africa : prospects for control and eradication. In : JOHNSTON (L.A.Y.), COOPER (M.G.) eds, Ticks and tick-borne diseases. Sidney, Australian Veterinary Association. 1980. Pp. 1-3.
- WHARTON (R.H.), NORRIS (K.R.). Control of parasitic arthropods. *Vet. Parasit.*, 1980, **6** : 135-164.
- WILKINSON (P.R.). Pest management concepts and control of tick paralysis in British Columbia. *J. ent. Soc. Br. Colum.*, 1968, **65** : 3-9.

B.C.O. Omeke¹D.O. Ugwu¹

Pig trypanosomosis : comparative anaemia and histopathology of lymphoid organs

OMEKE (B.C.O.), UGWU (D.O.). La trypanosomose porcine : anémie et histologie comparées des organes lymphoïdes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 267-272

Après avoir infecté expérimentalement des porcs par des espèces pathogènes de *Trypanosoma brucei brucei* et de *Trypanosoma congolense* (le premier se montrant plus virulent que le second), les auteurs ont étudié un syndrome d'anémie accompagné des symptômes cliniques caractéristiques, les modifications hématologiques et d'histopathologie des organes lymphoïdes. Les périodes moyennes d'incubation ont été de 4 à 7 jours et on a observé des niveaux, généralisés mais variables, de la parasitémie et de la pyrexie sans mortalité. Les autres symptômes ont été l'hyperémie, des hémorragies pétéchiales conduisant à des plaques ou à des lésions, de l'innapétence, de la déshydratation avec ou sans ascites. La trypanosomose a abaissé significativement ($P < 0,01$) la valeur de l'hématocrite (PCV), la concentration en hémoglobine et les globules rouges. Elle a par contre accru la numération différentielle des globules blancs des animaux infectés. Les trypanosomes étaient localisés dans les tissus lymphatiques qu'ils ont détruits et dont les lésions essentielles étaient des hémorragies, la prolifération des infiltrations par les mononucléaires, la déformation des follicules et la nécrose ou la fibrose des tissus. Les auteurs mettent bien en évidence les effets significatifs résultant de l'immunosuppression, l'érythrophagocytose et par voie de conséquence des infections secondaires qui sont le lot de la production porcine dans les zones de trypanosomoses endémiques. *Mots clés* : Porc - Trypanosomose - Anémie - Histopathologie - Organe lymphoïde - Nigeria.

INTRODUCTION

Recent findings on African trypanosomosis (1, 11) confirm that trypanosomes other than *Trypanosoma simiae* are pathogenic to pigs. Similar observations have been made here at the Veterinary Teaching Hospital of the University of Nigeria, Nsukka.

Anaemia is a consistent finding (2) and tends to adversely limit livestock production (10, 14). It is suggested that consequent destruction of lymphoid organs predispose infected animals to severe anaemia. Besides normal functions of lymphoid organs including body defence mechanisms and erythropoiesis (4, 15), are impaired. To what extent this is true for pigs is subject to proper investigations.

In view of significance being placed on this disease (1, 11) in the recent times, the present study was carried out to comparatively evaluate haematological parameters and histopathology of certain lymphoid organs (lymph nodes, spleen, and liver) of pigs experimentally infected with pathogenic strains of *Trypanosoma brucei brucei* and *T. congolense*. Findings are related to pig productivity in endemic areas.

MATERIALS AND METHODS

Eighteen crossbred pigs aged between 11 and 13 months were purchased from a tsetse-free area of Northern Nigeria and used in the study between November 1989 and August 1990.

On arrival at Nsukka, they were quarantined in a fly-proof house for 6 weeks. During this period they were screened for haemoparasites, dewormed with Piperazine Adepate[®] and given Amprolium[®] in the feed. They were maintained on a concentrate diet (16 % crude protein) at a rate of 1.4 to 1.6 kg/pig/day.

At the end of acclimatisation, the pigs were randomly divided into three equal groups (A, B and C) of 6 each, and kept in three separate pens. Pigs in group A were infected with strain Y58/98 of *T. brucei* while those in group B were infected with strain Y58/35 of *T. congolense*. Both pathogenic trypanosomes were obtained from the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), Vom, where they were characterized. Pigs in group C were left as uninfected controls.

To obtain trypanosome strains for the pig infection, a sample was first injected into a group of mice at NITR. They were brought live to Nsukka. At peak parasitaemia, mice were bled using disodium ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) as anticoagulant. Each trypanosome suspension was diluted to a known concentration using a phosphate buffered saline (PBS) solution. About 1.8×10^6 trypanosomes of a particular strain was injected intraperitoneally to each pig in the respective groups.

Pigs were monitored daily for clinical symptoms and for levels of parasitaemia according to methods described by ASHMANN and SEED (3). Haematological value including packed cell volume (PCV), haemoglobin concentration (Hb), red cell corpuscles (RBC), and white cell cor-

¹ Department of Veterinary Physiology and Pharmacology, University of Nigeria, Nsukka

Reçu le 9.11.90, accepté le 26.5.91

*. Pfizers'Nig. Ltd.

** Merck, Sharpe, and Dohme. Ag. Vet.

puscles (WBC) were determined on a regular basis and according to the methods of KELLY (12) and COLES (5). All pigs were weighed at the start of the experiment and at slaughter.

Upon slaughter, aspirates were taken from the lymph node, spleen and liver and injected intraperitoneally into groups of healthy mice. Tail blood of these mice was microscopically examined each day for at least 10 days for the presence of trypanosomes. Part of each lymphoid organ was rinsed twice in PBS and cut into two, so that impression smears were made from the freshly cut surfaces. Smears were stained with Grunwald-Giemsa and examined under the microscope for presence of trypanosomes. The other part was fixed in Zenker's formol solution for 24 h, washed in running water for 24 h, processed through isopropanol chloroform series, and embedded in paraffin wax. Sections were cut at 5 μ , mounted on clean slides and stained with Ehrlich's haematoxylin and eosin for microscopic studies.

RESULTS

Mean incubation periods of 4 and 7 days, maximum (fluctuating levels of parasitaemia of 8 and 23 trypanosomes per high power microscopic field (HPF), and onset of clinical symptoms after 6 and 11 days post-infection were recorded for *T. b. brucei* and *T. congolense* infected pigs respectively (table I). None of the pigs consequently died, although infected groups gained less body weight than the controls which appeared healthy.

TABLE I Incubation period, levels of parasitemia, and body weights of pigs experimentally infected with *Trypanosoma brucei brucei* (A) and *Trypanosoma congolense* (B).

Variables	Animal groups		
	A	B	C (controls)
Number of pigs used	6	6	6
Incubation period (days) (average)	3-7 (4)	6-11 (7)	—
*Levels of parasitemia (average)	3-16 (8)	8-33 (23)	—
Mean body weights (kg) at start of experience	56.3 $\pm$ 1.7 ^a	54.2 $\pm$ 0.9 ^a	56.3 $\pm$ 0.9 ^a
at slaughter	59.8 $\pm$ 3.6 ^a	59.6 $\pm$ 1.4 ^a	75.0 $\pm$ 1.3 ^b
Mean weight gain	3.5 $\pm$ 2.4 ^a	5.4 $\pm$ 2.0 ^a	18.7 $\pm$ 1.6 ^b

* Parasitemia fluctuated, including a parasitemia in some individual pigs.

^{a,b} : P < 0.05.

Clinical symptoms were similar for both groups of infected pigs, except that they appeared more severe for those in group A. Symptoms included fluctuating pyrexia (38.4 - 41.4 °C), hyperaemia and parasitaemia ; loss of appetite, petechiations of the ears, genitals and ventral abdomen and dullness. Later on, dehydration ascites and scrotal plaques and/or lesions were observed.

Figure 1 shows that both trypanosomes significantly (P < 0.01) and progressively lowered the haematological values, except for the WBC differentials that rather tended to increase (table II). Values for control pigs were

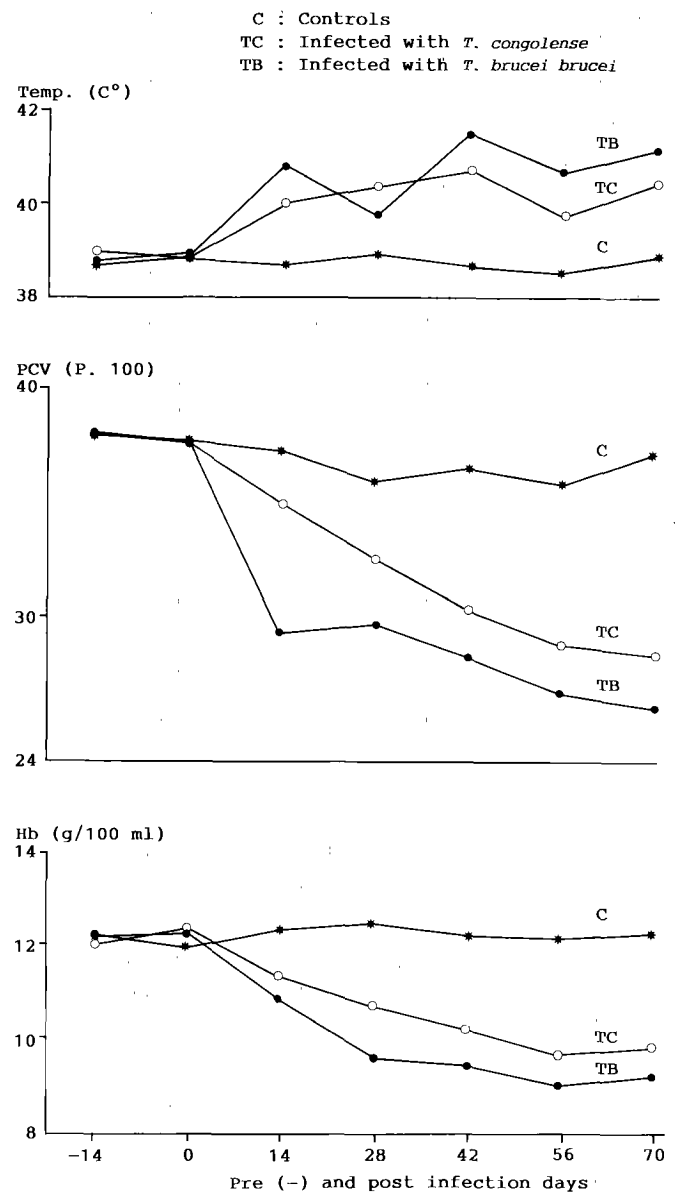


Fig. 1 : Mean body temperature, packed cell volume and haemoglobin concentration of pigs infected with trypanosome.

TABLE II Mean ^aRBC and ^bWBC (differentials) of pigs experimentally infected with Trypanosoma brucei brucei and T. congolense.

Treat- ment group	Blood cell types	Post infection weeks					
		- 2	0	2	4	6	8
A	RBC (× 10 ⁶ /mm ³)	6.7	6.8	4.7	4.3	4.4	4.1
	WBC (× 10 ³ /mm ³)	7.3	7.0	10.0	13.1	16.3	15.1
	% neutrophils	40.3	31.8	28.3	19.9	19.7	21.7
	% lymphocytes	51.6	52.0	70.0	73.0	71.0	72.3
	% monocytes	4.5	3.8	3.0	5.3	6.3	4.7
	% eosinophiles	1.5	0.8	2.3	0.6	1.0	0.3
	% basophiles	—	—	—	—	—	—
	Presence of trypanosomes	—	+ve (4)*	+ve (3)	+ve (1)	+ve (3)	+ve (2)
B	RBC	6.2	6.8	5.5	5.1	5.1	4.8
	WBC	6.4	8.5	8.3	10.7	16.7	18.5
	% neutrophils	41.5	42.0	29.3	25.0	30.1	28.3
	% lymphocytes	52.2	52.7	64.7	67.0	62.6	77.3
	% monocytes	5.0	5.3	5.0	6.0	6.3	5.7
	% eosinophiles	1.2	0.8	0.6	0.6	1.0	0.3
	% basophiles	0.3	—	—	—	0.1	—
	Presence of trypanosomes	—	—	+ve (6)	+ve (4)	+ve (5)	+ve (5)
C	RBC	6.1	6.2	5.9	5.8	5.0	5.9
	WBC	7.4	7.0	6.8	6.9	6.8	6.8
	% neutrophils	36.3	37.4	36.3	39.6	38.0	38.0
	% lymphocytes	54.0	54.6	56.0	57.0	55.0	56.4
	% monocytes	6.7	5.6	4.6	3.0	4.2	4.0
	% eosinophiles	2.4	1.4	1.1	2.4	2.8	2.7
	% basophiles	0.6	—	—	—	—	—
	Presence of trypanosomes	—	—	—	—	—	—

^aRBC : red blood corpuscles ; ^bWBC : white blood corpuscles.
* : number of pigs positive with trypanosomes.

TABLE III Localisation of Trypanosoma brucei brucei (A), and T. congolense (B) in lymphoid organs of infected pigs.

Pig		Post-infection slaughter week	Organ smears						Mean incu- bation in mice (days)
Group	Identity		L.N.	Spleen	Liver	L.N.	Spleen	Liver	
A	Tb ₁	2	++	+	+	P	P	P	4.2
	Tb ₂	4	++	++	+	P	P	P	4.6
	Tb ₃	6	+++	++	+	P	P	P	5.1
	Tb ₄	8	+++	++	++	P	P	P	5.1
	Tb ₅	9	++	++	+	P	—	—	6.2
	Tb ₆	10	+++	++	—	P	P	P	5.0
B	Tc ₁	2	—	—	—	—	—	—	9.6
	Tc ₂	4	+	+	—	P	P	—	7.2
	Tc ₃	6	++	+	+	P	P	P	6.9
	Tc ₄	8	+	—	—	P	P	—	10.2
	Tc ₅	9	—	—	—	—	—	—	9.6
	Tc ₆	10	+	+	+	P	P	—	9.0

+ : level of parasitemia ; P : positive (i.e. trypanosomes isolated in mice).

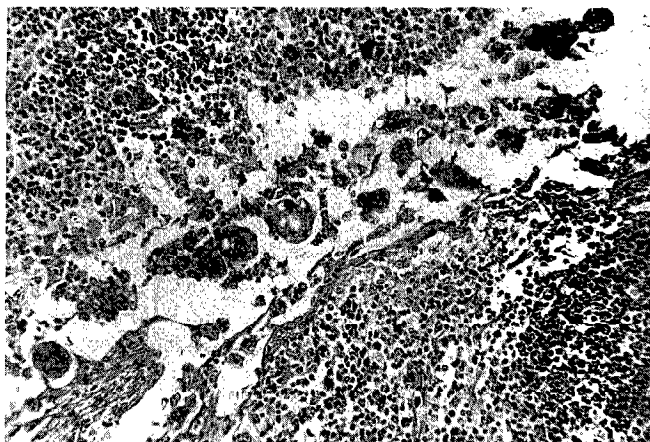


Photo 1 : Pig lymph node showing infiltration of monocyte, and Russel's bodies.

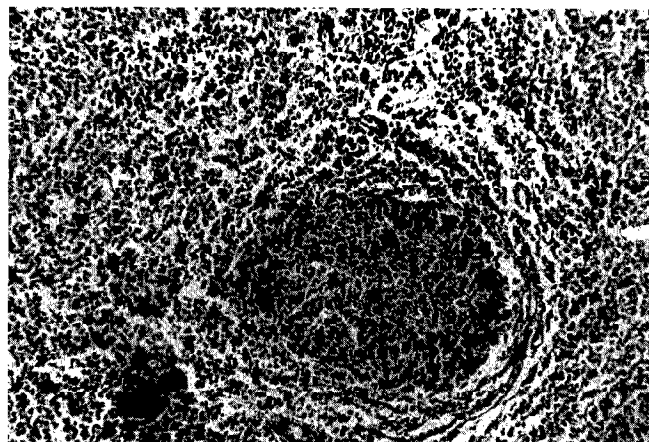


Photo 2 : Pig lymph node : lymphocyte repopulation due to T.B. brucei infection (H & E x 80).

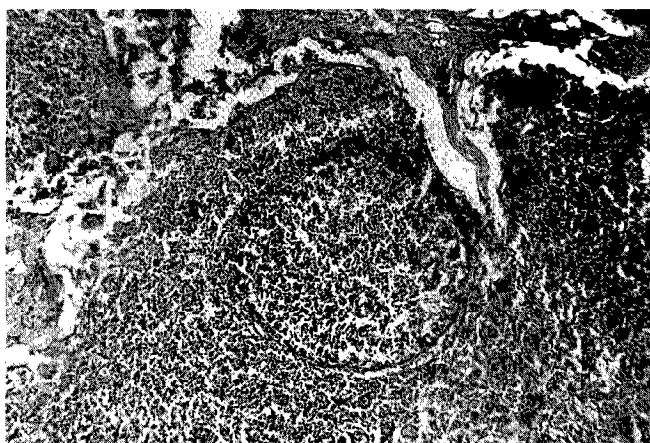


Photo 3 : Reactive nodules, areas of tissue necrosis and/or fibrosis, and lymphoid depletion due to T. congolense infection.

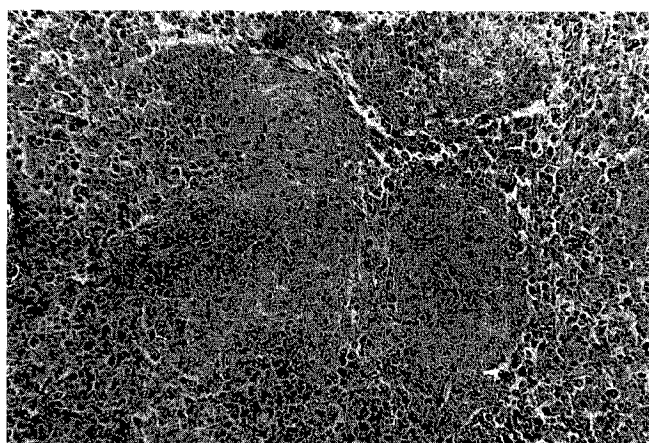


Photo 4 : Pig spleen, showing depletion of lymphoid tissue and hyperplasia of reticular cells around sheaths of arterioles (H & E x 32) due to T. congolense infection.

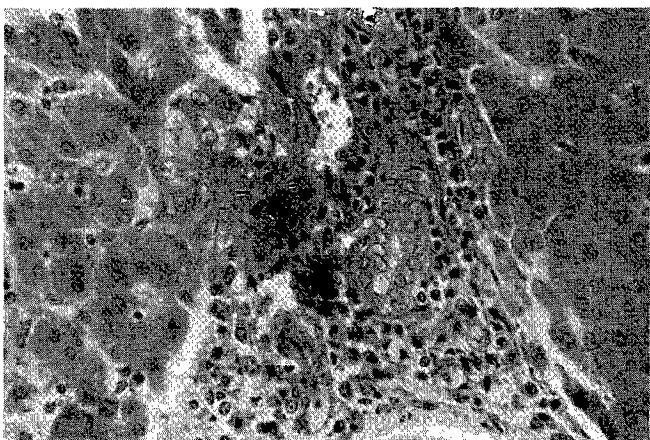


Photo 5 : Pig liver, showing mononuclear cells, germ cell degeneration, and enlargement of interlobular spaces (H & E x 160) due to T. b. brucei infection.

normal. Trypanosomes were found abundantly in the lymphoid organs of the pigs (table III), particularly in those infected with *T. b. brucei*.

Plates 1-5 show that the trypanosomes destroyed the tissue structure of the lymphoid organs. General lesions included massive haemorrhage ; perivascular accumulation of mononuclear cells, and Russel bodies ; proliferation and distortion of primary and secondary follicles, tissue necrosis and/or fibrosis.

DISCUSSION

The results indicate the adverse effects of certain species of trypanosomes on the lymphoid functions of pigs. Both pathogens used were properly classified at NITR and

cannot be mistaken for *T. simiae* (13) usually assumed to be the only strain pathogenic to pigs. AGU and BAJEH (1) reported that the fatal outbreak of trypanosomosis in pigs at Mkar Gboko in the Benue State of Nigeria was due to *T. b. brucei*. These authors further infected pigs experimentally and confirmed this adverse effect. In the same way, KAGERUKA (11) noted the *T. congolense* was more prevalent and destructive to pigs than other trypanosomes in Zaire. In the present work, both strains of trypanosomes were confirmed to be pathogenic to pigs.

Although both trypanosomes failed to cause mortality in the adult pigs, similarity in clinical symptoms, changes in haematological values of infected pigs were noteworthy. Anaemia was evident in both infections. However, according to the results, *T. b. brucei* appeared to be more virulent than the *T. congolense* strains. This may be due to the preferential localisation of *T. b. brucei* in tissues as opposed to *T. congolense* that localises more in the blood (8, 17). This agrees with observations made by LOSOS and IKEDE (14) that fever is more significant with *T. brucei* while anaemia is more prominent with *T. congolense* infection. In both infections, there was destruction of lymphoid tissues leading to impairment of their functions. Pig production is adversely affected. IGBOKWE (7) similarly observed dyserythropoiesis due to erythroid injury and depressed erythropoietin and haemoglobin synthesis in infected animals.

The mechanisms leading to trypanosomosis anaemia are basically the same for all animals. However, it remains unclear which factors determine its pathogenicity.

ty. According to ANOSA (2), the resultant immunological complexes, and the activation of the complement and mononuclear phagocytosis system are mainly responsible for this disease. Several research workers (6, 16, 18) consider that extra- and intravascular haemolysis, haemodilution and inhibition of erythropoiesis are major factors to trypanosomosis anaemia. IKEDE *et al.* (9) associated the mechanisms of anaemia with types of trypanosomes, because of their variations in strain antigenicity.

It is clear that trypanosomosis is characterized by the destruction of lymphoid tissues the effects of which include immunosuppression, erythrophagocytosis (7) and hence a poor animal performance, especially as they are prone to secondary intercurrent diseases (13, 14, 15).

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was carried out with a grant from the International Foundation for Science (IFS, Stockholm, Sweden, grant no B/1222-1) to whom we are very grateful. We acknowledge cooperation received from the Veterinary Departments of Anatomy, Pathology and Microbiology, and Parasitology and Entomology, University of Nigeria, Nsukka. We are also grateful to Agatha NWAOKWU for typing the manuscript.

OMEKE (B.C.O.), UGWU (D.O.). Pig trypanosomosis : comparative anaemia and histopathology of lymphoid organs. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 267-272

Anaemia with characteristic clinical symptoms, haematological changes and histopathology of lymphoid organs, was observed following experimental infection of pig with pathogenic species of *Trypanosoma brucei brucei* and *Trypanosoma congolense*, the former being more virulent than the latter. Mean incubation periods were 4 and 7 days, and generalized fluctuating levels of parasitaemia and pyrexia without mortality were observed. Other symptoms included hyperaemia, petechial haemorrhages leading to plaques or lesions, inappetence, dehydration and/or ascites. Trypanosomosis significantly ($P < 0.01$) lowered the packed cell volume (PCV), haemoglobin concentration and red blood cells, but elevated white blood count (differentials) of infected pigs. Trypanosomes were localised in and destroyed the lymphoid tissues, the major lesions of which included haemorrhages, mononuclear infiltration proliferation and distortion of follicles, and tissue necrosis or fibrosis. Significant effects of resultant immunosuppression, erythrophagocytosis and hence secondary infections to pig production in trypanosome endemic areas are highlighted. **Key words** : Pig - Trypanosomosis - Anaemia - Histopathology - Lymphoid organs - Nigeria.

OMEKE (B.C.O.), UGWU (D.O.). Tripanosomosis del cerdo : comparación de la anemia y de la histopatología de los órganos linfoides. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 267-272

Los autores infectaron experimentalmente cerdos con especies patógenas de *Trypanosoma brucei brucei* y *Trypanosoma congolense* (siendo el primer más virulento que el segundo). Estudiaron un síndrome de anemia con síntomas clínicos característicos, modificaciones hematológicas e histopatología de los órganos linfoides. El periodo medio de incubación fue de 4 a 7 días y se observaron niveles, generalizados pero variables, de la parasitemia y de la pirexia sin mortalidad. Otros síntomas fueron congestión, hemorragia causando placas o lesiones, inapetencia, deshidratación con o sin ascitis. La tripanosomosis redujo significativamente ($P < 0.01$) el valor del hematocrito (PCV), la concentración de hemoglobina y los eritrocitos. En cambio, aumentó el recuento diferencial de los leucocitos de los animales infectados. Los tripanosomas se situaban en los tejidos linfáticos que destruyeron y cuyas lesiones esenciales eran hemorragias, la proliferación de las infiltraciones por los mononucleares, la deformación de los folículos y la necrosis o la fibrosis de los tejidos. Los autores evidenciaban bien los efectos significativos resultando de la inmunosupresión, la eritrofagocitosis y en consecuencia infecciones secundarias que ocurren generalmente en las crías de cerdo en las zonas de tripanosomosis endémicas. **Palabras claves** : Cerdo - Tripanosomosis - Anemia - Histopatología - Organo linfideo - Nigeria.

REFERENCES

1. AGU (W.E.), BAJEH (Z.T.). An outbreak of fatal *Trypanosoma brucei brucei* infection of pigs in Benue State of Nigeria. *Trop. Vet.*, 1986, **4** : 25-28.
2. ANOSA (V.O.). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Part II. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (3) : 277-281.
3. ASHMANN (P.U.), SEED (J.R.). The effects of photoperiod and *T. brucei gambiense* infection on the reproductive organs of male *Microtus montanus*. *J. reprod. Fert.*, 1974, **40** : 51-60.
4. CALVAO-CASTRO (B.), HOCHMAN (A.), LAMBERT (P.N.). The role of host-immune response in the development of tissue lesions associated with African trypanosomiasis : in mice. *Clin. expl. Immunol.*, 1978, **33** : 12-18.
5. COLES (K.H.). Veterinary clinical pathology. 3rd ed. Philadelphia, Saunders Co, 1980. Pp. 113-114.
6. FIENNES (R.N.T.W.). Haematological study in trypanosomiasis of cattle. *Vet. Rec.*, 1954, **66** : 423-434.
7. IGBOKWE (I.O.). Dyserythropoiesis in animal trypanosomiasis. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **43** (3) : 423-429.
8. IKEDE (B.O.), LOSOS (G.J.). Pathogenesis of *Trypanosoma brucei* infection in sheep. I. Clinical signs. II. Cerebro-spinal fluid changes. III. Hypophyseal and other endocrine lesions. *J. Comp. Path.*, 1975, **85** (1) : 23-31 ; 33-36 ; 37-44.
9. IKEDE (B.O.), MARGAREL (L.), TERRY (R.J.). Anaemia in trypanosomiasis : Mechanism of erythrocyte destruction in mice infected with *Trypanosoma congolense* or *Trypanosoma brucei*. *Acta. trop.*, 1977, **34** : 53-60.
10. ILEMOBADE (A.A.), BALOGUN (T.F.). Pig trypanosomiasis : effects of infection on feed intake, live weight gain, and carcass traits. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1981, **83** : 128-136.
11. KAGERUKA (P.). Trypanosomose dans les élevages porcins du bas Zaïre. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (1) : 49-53.
12. KELLY (W.R.). Veterinary clinical diagnosis. 2nd ed. London, Baillière Tindall, 1977. Pp. 261-296.
13. KILLICK-KENDRICK (R.), GODFREY (D.G.). A close association between *Glossina tachinoides* and domestic pigs near Nsukka, Eastern Nigeria. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 1963, **57** (2) : 225-231.
14. LOSOS (G.J.), IKEDE (B.O.). Review of the pathology of diseases in domestic and laboratory animals caused by *T. congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. *Vet. Path.*, 1972, **9** : 1-71.
15. MUSOKE (A.J.), NANTULYA (V.M.), BARBET (A.F.), KIRONDE (F.), McGUIRE (T.C.). Bovine immune response in the development African trypanosomiasis : specific antibodies in variable surface glycoproteins of *T. brucei*. *Parasitol. Immunol.*, 1981, **3** : 97-106.
16. OMAMEGBE (J.O.), ORAJAKA (L.J.E.), EMEHELU (C.O.). The incidence and clinical forms of naturally occurring canine trypanosomiasis in the veterinary Clinical in Anambra State of Nigeria. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1984, **32** (1) : 23-29.
17. SSENKONGA (G.S.Z.), ADAM (K.M.G.). The number and morphology of trypanosomes in the blood and lymph of rats infected with *Trypanosoma brucei* and *Trypanosoma congolense*. *Parasitology*, 1975, **70** : 255-261.
18. SULIMAN (N.B.), FELDMAN (B.F.). Pathogenesis and etiology of anaemia in trypanosomiasis with special reference to *Trypanosoma brucei* and *Trypanosoma evansi* (review). *Protozool. Abstr.*, 1989, **13** (2) : 37-45.

Communication

First report of infectious necrotic hepatitis (black disease) among Nubian goats in Sudan

M.E. Hamid¹

G.E. Mohamed¹

M.T. Abu Samra¹

A.A. Hamad²

HAMID (M.E.), MOHAMED (G.E.), ABU-SAMRA (M.T.), HAMAD (A.A.). Première observation de l'hépatite infectieuse nécrosante (black disease) parmi des chèvres nubiennes au Soudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 273-275

Dans un troupeau de 425 chèvres nubiennes, mâles et femelles, de la Province de Khartoum, on a noté l'apparition d'une maladie causant la mort soudaine de 18 animaux en bonne santé apparente (11 femelles et 7 mâles, âgés de 3 à 6 ans). Des douves adultes (*Fasciola gigantica*) ont été trouvées dans le foie de tous les animaux malades et pour sept d'entre eux, des kystes de *Cysticercus tenuicollis*. Les foies ont révélé des changements importants histopathologiques et des foyers de nécrose. *Clostridium novyi* type B a pu être isolé à partir des zones de nécrose dans tous les foies et s'est révélé hautement toxique et pathogène pour les animaux de laboratoire. Le diagnostic a été celui de l'hépatite infectieuse nécrosante ou "black disease". L'examen des fèces a confirmé la présence d'oeufs de *F. gigantica* et des lymnées (*Lymnaea natalensis*) ont été trouvées en abondance dans les canaux d'adduction d'eau. Comme la province de Khartoum est considérée comme une zone d'endémie de l'hépatite infectieuse nécrosante, la vaccination systématique des chèvres et des moutons est hautement recommandée pour lutter contre cette affection. **Mots clés** : Chèvre - Hépatite infectieuse nécrosante - *Clostridium novyi* type B - *Fasciola gigantica* - Soudan.

Introduction and case history

An outbreak occurred among 425 female and male Nubian goats of the Khartoum province in the El Kabashi area. The goats were 3-6 years old. The owners reported that over a period of 60 hours, 18 healthy goats (11 females and 7 males) were found dead overnight without clinical signs. They added that a similar acute disease with sudden death of 64 goats had occurred among this flock between late Autumn and early Winter over the last two years (1988/1989).

The area was repeatedly visited and blood films were stained with polychrome methylene blue and anthrax was excluded. The carcasses were opened and subjected to a thorough *post mortem* examination. The whole liver of each dead goat was removed, kept in a sterile polythene bag and immediately transported in an ice box to the laboratory.

Materials and Methods

Bacteriological examination

Impression smears were made from freshly cut surfaces of the necrotic areas, fixed with heat and stained with Gram's stain. Freshly prepared cooked meat medium was inoculated with a portion of the necrotic liver and incubated at 37 °C for 48 h. Another portion was streaked onto freshly prepared 10 % sheep blood agar to which cysteine hydrochloride was added to a final concentration of 0.05 %. The plates were then incubated in BTL jars in an atmosphere of hydrogen and carbon dioxide, obtained by a gas generating kit (Oxoid Ltd., London).

After checking for purity through several subcultures, the isolates were further subcultured on sheep blood agar plates and incubated under anaerobic conditions for routine tests.

Pathogenicity and toxigenicity

A randomly selected isolate was suspended in phosphate buffered saline to give a concentration of 10⁶ organisms/ml. A cell-free filtrate of the isolate in cooked meat medium was prepared by centrifugation of the culture at 4.000 rpm for 15 min at 4 °C and then passed through a millipore filter (0.22 µ).

Six rabbits and four guinea pigs were used. One rabbit was inoculated intravenously with 0.5 ml of the above suspension. The second rabbit was inoculated intramuscularly with a similar dose of the suspension to which 0.2 ml of 5 % sterile calcium chloride was added. The third rabbit was inoculated intravenously with 1 ml of a cell-free filtrate. The fourth, fifth and sixth rabbits were used as controls and inoculated intravenously with sterile phosphate buffered saline, intramuscularly with sterile phosphate buffered saline to which sterile calcium chloride was added, and intradermally with a sterile filtrate of cooked meat medium.

One guinea pig was inoculated intramuscularly with 0.5 ml of the suspension to which 0.2 ml of 5 % sterile calcium chloride was added. The second guinea pig was inoculated intradermally with 0.1 ml of the cell-free filtrate to test for dermo-necrotic reactions. The third and fourth guinea pigs were used as controls and were inoculated intramuscularly with a sterile phosphate buffered saline, to which a sterile calcium chloride solution was added, and with a sterile filtrate of cooked meat medium, respectively.

Parasitological examination

Livers and faecal samples were examined and snails were collected from the water canals in the grazing areas.

Histopathological examination

All the livers and different organs from the experimentally inoculated laboratory animals were fixed in 10 % formal saline, processed, embedded in wax, cut at 5 µm and stained with haematoxylin and eosin and Gram's stain.

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

2. Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, POB 32, Khartoum North, Sudan.

Reçu le 10.9.1990, accepté le 23.4.1991.

Communication

Results

Post mortem examination of all dead goats showed engorgement and petechial haemorrhages of the subcutaneous blood vessels. A blood stained serous fluid was present in abnormally large amounts in the pericardial, thoracic and peritoneal cavities. The liver was dark and congested and showed yellow necrotic areas ranging from 0.5 to 6.0 cm in diameter (photo 1). These necrotic areas were surrounded by a zone of hyperaemia. Migratory tracts and holes made by liver flukes were also seen. The bile ducts were fibrosed and the gall bladders were distended. In seven goats many parasitic cysts of *C. tenuicollis* were found attached to the livers, and in five goats many stomach flukes of *Paramphistomum cervi* were found attached to the rumen.

According to the method of COWAN and STEEL (5) and STERNE and BATTY (8), the organism (photo 2) isolated from the necrotic livers was identified as *C. novyi* type B. Rabbits and guinea pigs inoculated intramuscularly with the suspension of the organism (0.5 ml of 10^6 cells/ml) died 24 h after inoculation. Rabbits inoculated intravenously with either the cell suspension or the cell-free extract died after 48 h showing generalized septicaemia. This was also the case for the guinea pigs inoculated intradermally with the cell-free extract showing severe dermo-necrotic reactions. *C. novyi* type B was isolated in pure culture from the livers and muscles of the rabbits and guinea pigs with the cell suspension.

In all 18 goats immature and mature *F. gigantica* were extracted from the excised bile ducts. Twenty faecal samples out of 50 were found positive for *Fasciola* eggs.



Photo 1 : Ventral aspect of the liver of a goat infected with black disease showing an extensive area of necrosis.

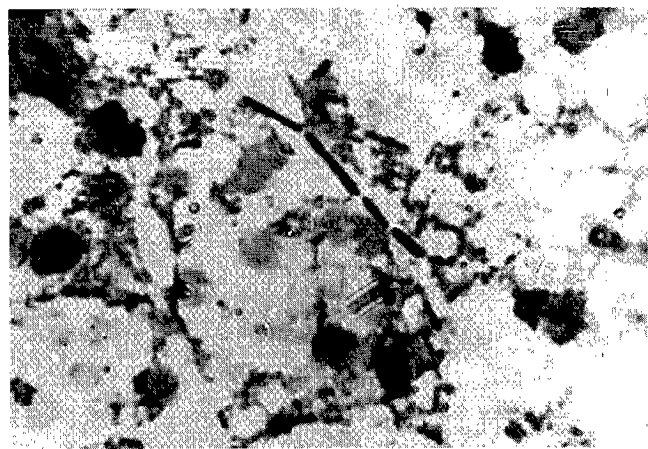


Photo 2 : Short chains of Gram positive rods in impression smears from the necrotic areas of the livers of goats. Gram's stain x 500.



Photo 3 : Extensive areas of liver necrosis surrounded by neutrophils and lymphocytes (H & E x 65).

The snails collected from water canals were identified as *L. natalensis*.

Sections from the livers of goats revealed an extensive zone of necrosis (photo 3) surrounded by a cellular infiltrate composed of neutrophils and lymphocytes. There was a marked disfigurement and extensive damage of the liver parenchyma and severe haemorrhage. There was cirrhosis and the bile ducts were thickened, fibrosed and contained white and red cells and debris.

Treatment - Control

Ranide (rafoxanide, MSD, Agavet) in combination with antibiotics (Oxytetracycline or Amoxicillin) were not successful in the treatment and control of black disease in goats, but markedly reduced the mortality rate among the flock.

Comparative discussion

Black disease has been reported from many parts of the world (2) including the Sudan (1). However, this is the first report of the disease in goats. The disease among goats was found to be quite similar to that described in sheep (1, 2, 4). The outbreak occurred among both male and female goats. This finding is in keeping with those of BAGADI (2) and JAMIESON *et al.* (7).

Black disease is caused by the α -toxin of *C. novyi* type B in necrotic liver tissue (1, 2, 8). In the present investigation the extensive liver damage seen was probably produced by *F. gigantica* in all goats in addition to *C. tenuicollis* cysts in seven goats.

Mature *F. gigantica* were easily extracted from the distended bile ducts of goats livers. This result supported the finding of ABU-SAMRA *et al.* (1), who extracted mature *F. gigantica* from the livers of affected sheep. The same workers reported the isolation of both *C. novyi* type B and *C. sordelli* from the livers of affected sheep in the Khartoum province. In the current outbreak only *C. novyi* type B was isolated from the livers of goats. This strain was found to be more pathogenic and toxigenic to laboratory animals than the strains recovered from the soil and normal livers of sheep by BAGDI and SEWELL (3).

Conclusion

The presence of *Fasciola gigantica* and *C. tenuicollis* has been reported in the Khartoum province (1, 6). In the present work *F. gigantica* eggs in faecal samples and the prevalence of *L. natalensis* snails were demonstrated. These facts highly suggest that the Khartoum province is an endemic area for black disease.

It is strongly suggested that massive and routine vaccinations of goats and sheep should be conducted in the Khartoum province using the Heptavac vaccine (Hoechst pharmaceuticals UK Ltd, England) which has proven to be efficient in controlling the disease among sheep (1). This treatment should be applied rather than dosing the animals with fasciolicides and antibiotics which have limited effects in the current outbreaks and are only useful in reducing the mortality rate rather than in controlling the disease. However, treating the animals with fasciolicides is also recommended to control fascioliasis which predisposes to the disease.

HAMID (M.E.), MOHAMED (G.E.), ABU-SAMRA (M.T.), HAMAD (A.A.). First report of infectious necrotic hepatitis (black disease) among Nubian goats in Sudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 273-275

In a flock of 425 female and male Nubian goats in the Khartoum Province, an outbreak of a disease causing sudden death of 18 apparently healthy goats occurred (11 females and 7 males, 3-6 years old). Adult *Fasciola gigantica* were found in the livers of all goats and in seven of them *Cysticercus tenuicollis* cysts. These organs showed necrotic and severe histopathological changes. *Clostridium novyi* type B was isolated from necrotic areas of all livers and found to be highly pathogenic and toxigenic to laboratory animals. The disease was diagnosed as infectious necrotic hepatitis (black disease). Faecal examination revealed the presence of *F. gigantica* eggs. *Lymnaea natalensis* snails were found to be prevalent in the water canals. As the Khartoum Province is regarded as an endemic area for black disease, routine vaccination is highly recommended for its control in goats and sheep. **Key words** : Goat - Infectious necrotic hepatitis - *Clostridium novyi* type B - *Fasciola gigantica* - Sudan.

References

1. ABU-SAMRA (M.T.), EL-SANOUSI (S.M.), IDRIS (S.D.), BAGADI (H.O.), SALAM (I.S.A.), ALI (B.H.), MUSA (B.E.). Infectious necrotic hepatitis (black disease) among Sudanese sheep. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** : 422-429.
2. BAGADI (H.O.). Infectious necrotic hepatitis (black disease) of sheep. *Vet. Bull.*, 1974, **44** : 386-388.
3. BAGADI (H.O.), SEWELL (M.M.H.). An epidemiological survey of infectious necrotic hepatitis (black disease) of sheep in Scotland. *Res. vet. Sci.*, 1973, **15** : 49-53.
4. BLOOD (D.C.), RADOSTITIS (O.M.), HENDERSON (J.A.). Veterinary medicine. 6th ed. London, Baillière et Tindall, 1983. P. 546-548.
5. COWAN (S.T.), STEEL (K.J.). Manual for the identification of Medical bacteria. 2nd ed. Cambridge, The University Printing House, 1974.
6. EISA (A.M.), EL BADWI (El. S.), SAAD (M.B.A.), IBRAHIM (A.M.), EL GEZULLI (A.Y.). Check list and first records of helminth parasites of domestic and wild animals reported in the Sudan during the period 1902-1975. *Sudan J. vet. Res.*, 1979, **1** : 55-63.
7. JAMIESON (S.), THOMPSON (J.J.), BROTHERSTON (J.G.). Studies in black disease. I. The occurrence of the disease in sheep in the North of Scotland. *Vet. Rec.*, 1948, **60** : 11-14.
8. STERNE (M.), BATTY (I.). Pathogenic Clostridia. Boston, Butterworths and Co. Ltd, 1975.

Communication

Orf infection following ear tagging in goats

F.M.T. Housawi¹

E.M.E. Abu Elzein¹

HOUSAWI (F.M.T.), ABU ELZEIN (E.M.E.). Ecthyma contagieux chez la chèvre consécutif à la mise en place de boucle à l'oreille. *Revue Elev. méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 277-278

Ceci est la première description de l'ecthyma contagieux chez la chèvre consécutif à la mise en place de boucle à l'oreille. Les lésions classiques ont été observées chez les chèvres atteintes et le virus a été ré-isolé et identifié à partir d'elles. Il faut garder à l'esprit la menace de cette affection, occasionnée par la mise en place d'une boucle à l'oreille, dans les régions où l'ecthyma contagieux sévit de façon endémique. *Mots clés* : Chèvre - Ecthyma contagieux - Arabie Saoudite.

Introduction

Orf is a world-wide disease of sheep and goats (5). It is caused by a parapoxvirus of the family poxviridae (2). The virus is highly epitheliotropic (1). The main sites of infection in the affected animals are the lips and nostrils. Spread to other parts of the body is not frequent, however lesions are seen at locations such as the gums, perineal skin, udder and tail (5). The virus gains access into tissues through abrasions or wounds.

Orf infection in sheep and goat in Saudi Arabia is widespread (3).

1. Department of Microbiology and Parasitology, College of Veterinary Medicine and Animal Resources, King Faisal University, POB 1757, Al-Ahsa 31982, Saudi Arabia.

Reçu le 29.1.91, accepté le 18.6.1991.

In the present communication, we describe the first recording of orf infection involving the ears following ear-tagging in goats.

Materials and Methods

Two newly ear-tagged six-month old orf-seronegative indigenous goats were housed with two sheep and two goats, which had been experimentally infected with the orf virus ten days before. The animals were observed daily for symptoms. Feed and water were provided *ab lib*.

Results

On day 16 post exposure the ear-tagged goats started to show papules around the edges of the holes made by the metal punch (photos 1, 2). The papules enlarged and the area became thick. A week later the lesions became nodular and very hard, and scabs appeared. The goats were otherwise clinically normal. At this stage, scabs were collected in sterile bottles and the virus was identified using the complement fixation (CF) (6) and the agar gel immunodiffusion (AGID) (8) tests, employing a reference orf antiserum supplied by CRVL Weybridge (Surrey, England). The scab material was also made into 10 % suspension and inoculated into lamb testicle cell culture as described by PLOWRIGHT *et al.* (4).

The scab virus gave a line of complete identity against the reference orf antiserum. The cell culture showed cell rounding by day 6 and complete detachment of the monolayer was observed by day 12 post-inoculation. The isolated virus was concentrated 25 times, using polyethylene glycol (PEG-BDH, England) and was reacted against the reference orf antiserum using AGID and CF tests as above. It gave a complete line of identity with the AGID test ; and was positive with the CFT test. A similarly concentrated non-inoculated cell culture did not give line with AGID and were negative with CFT.



Photos 1, 2 : Orf lesion around the hole made by the tag on the goat's ear.

Communication

Discussion

Orf virus tropism is highly epitheliotropic, and lesions are usually associated with the lips and nostrils. The involvement of other parts of the body has been less frequently described.

However, only one report describing ear infection of sheep by the orf virus following ear-tagging was published so far (1). Our present paper describes the first record of orf tag infection in goats. The results confirm that ear-tagging could be an efficient port of entry for the orf virus and for a subsequent development of infection.

The scab material from the infected goats yielded enough virus material to be detected with AGID and CFT tests against the reference orf antiserum. Further confirmation was also made by isolation of the virus in cell culture and its serological identification using the AGID and CFT tests.

Though ear-tagging is not a common practice in Saudi Arabia, we consider that it might represent a risk of orf virus dissemination among sheep and goats.

Acknowledgements

The authors would like to thank Dr. A.A. GAMEEL for the photographs and discussion.

HOUSAWI (F.M.T.), ABU ELZEIN (E.M.E.). Orf infection following ear tagging in goats. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 277-278

This communication describes the first record of orf infection in goats following ear-tagging. Typical orf lesions were observed in the affected goats, and the virus was reisolated and identified from them. The threat of orf infection following ear-tagging should be kept in mind in orf-endemic regions. **Key words** : Goat - Orf infection - Saudi Arabia.

References

1. ALLWORTH (M.B.), HUGHES (K.L.), STUDDERT (M.S.). Contagious pustular dermatitis (orf) of sheep affecting the ear following tagging. *Aust. Vet. J.*, 1987, **64** : 61-62.
2. FENNER (F.), BACKMANN (P.A.), GIBBS (E.P.J.), MURPHY (F.A.), STUDDERT (M.J.), WHITE (D.O.). In : *Veterinary virology*. London, Academic Press, 1984.
3. HOUSAWI (F.M.T.), ABUELZEIN (E.M.E.), AMIN (M.M.), AFALEQ (A.I.). Contagious pustular dermatitis (orf) in Saudi Arabia. 1991 (in press).
4. PLOWRIGHT (W.), WHITCOM (M.A.), FERIS (R.D.). Studies with a strain of contagious pustular dermatitis virus in tissue culture. *Arch. Ges. Virusforsch.*, 1959, **9** : 214-231.
5. ROBINSON (A.J.), BALLASU (T.C.). Contagious pustular dermatitis (orf). *Vet. Bull.*, 1981, **51** : 771-782.
6. ROMERO-MERCHDO (C.H.), McPHERSON (E.A.), LAING (A.G.), LAWSON (J.B.), SCOTT (G.R.). Virus particles and antigens in experimental orf scabs. *Arch. Ges. Virusforsch.*, 1973, **40** : 152-158.
7. SAHNEY (A.N.), DUBEY (S.C.), MALIK (B.S.). Diagnosis of contagious pustular dermatitis in sheep and goats by agar-gel precipitation test. *Ind. Vet. J.*, 1973, **50** : 605-607.

E.B. Otesile¹S.O. Akpavie²B.O. Fagbemi³A.O. Ogunremi¹

Pathogenicity of *Trypanosoma brucei* *brucei* in experimentally infected pigs

OTESILE (E.B.), AKPAVIE (S.O.), FAGBEMI (B.O.), OGUNREMI (A.O.). Pathogénicité de *Trypanosoma brucei brucei* chez des porcs infectés expérimentalement. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 279-282

Une infection expérimentale de porcs âgés de 4 à 5 mois avec une souche de *Trypanosoma brucei brucei* a entraîné une parasitémie élevée, de l'anorexie, de la fièvre et une diminution d'un tiers de l'hématocrite (PCV). Des manifestations nerveuses de tournis et de tremblement des antérieurs sont apparues chez l'un des animaux dont l'autopsie a révélé une méningo-encéphalite sévère et la présence de trypanosomes dans le cerveau. Ces résultats confirment que *T.b. brucei* est susceptible de causer une affection grave chez les porcs. *Mots clés* : Porc - Infection expérimentale - Trypanosomose - *Trypanosoma brucei brucei* - Nigeria.

INTRODUCTION

By preventing the utilisation of vast areas of grass-land, tsetse-transmitted animal African trypanosomosis is the most important constraint to livestock production in Subsaharan tropical Africa (8). At present, tsetse flies infest approximately ten million km² of Africa affecting 38 countries. It is considered that seven million km² of this area would otherwise be suitable for livestock (9). The most important trypanosome infection of pigs is *Trypanosoma simiae* which usually causes a fulminating and fatal infection (11). *Trypanosoma brucei* and *T. congolense* run a mild course in pigs (7, 11).

During a survey on blood parasites of pigs in Ibadan, Nigeria, a case of *T. b. brucei* infection with an unusually high parasitaemia was observed in a local pig. This paper gives the results of investigations on the pathogenicity of this *T.b. brucei* stock in the pig.

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

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

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

Reçu le 12.2.1991, accepté le 11.6.1991.

MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Six female Large White pigs, 4 to 5 months of age, were obtained from a farm near Ibadan. They were dewormed with piperazine citrate at a dosage of 400 mg per kg live-weight, screened for blood parasites and confirmed to be free of trypanosomosis. The pigs were housed in a fly-proof accommodation and fed a commercial growers ration (Pfizer Livestock Feeds, Ibadan, Nigeria) throughout the study period. Male Albino mice were obtained from the experimental Animal Unit of the College of Medicine, University of Ibadan.

Trypanosoma brucei stock

The stock was obtained from an anaemic local pig at slaughter at the Ibadan Municipal Government abattoir, with a parasitaemia of 10^{7.2} trypanosomes per ml blood.

After staining with Giemsa, the parasites were identified as a *T. brucei* species. The organisms were infective for mice. When subjected to the blood incubation infectivity test (10), infectivity of the parasites for mice was abolished by the action of human serum, but not bovine or porcine serum. The parasites were thus identified as *Trypanosoma b. brucei*.

Experimental protocol

Four of the 6 experimental pigs were inoculated intravenously with mouse blood containing approximately 5 x 10⁶ motile *T. brucei* parasites. The remaining two pigs served as non-infected controls.

Every other morning, between 9 and 10 a.m., the body temperature was measured with a rectal thermometer and blood was collected from an ear vein into two heparinized haematocrit centrifuge tubes for determination of packed cell volume and parasitaemia, as described by HERBERT and LUMSDEN (2).

All pigs were euthanised at the end of observation, 50 days post infection (dpi). Tissues for histopathology were fixed in 10 % buffered formalin, processed routinely for histopathology and stained with haematoxylin and eosin. Selected sections were stained with Giemsa or Martin

Scarlet blue. Wet mounts were made from the cerebrospinal fluid (CSF) and examined for trypanosomes. Smears made from CSF were also stained with Giemsa and examined for trypanosomes.

RESULTS

Clinical findings and haematology

The mean prepatent period of parasitaemia was 4.5 ± 0.6 (SD) days. Subsequently, there was undulating parasitaemia in infected pigs with peaks occurring at intervals of 5-8 days in each animal. Peak parasitaemia in individual infected pigs varied from $10^{7.8}$ to $10^{8.4}$ trypanosomes per ml blood (fig. 1).

A rise in the mean rectal temperature of infected pigs became apparent at 4 dpi (fig. 2). Thereafter, the mean rectal temperature of infected pigs remained higher than

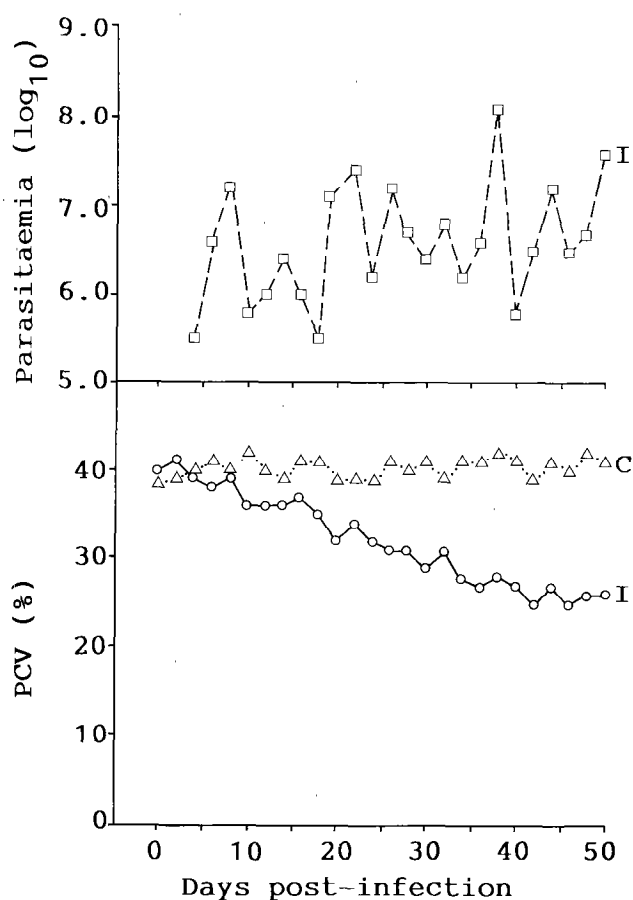


Fig. 1 : Mean packed cell volume and parasitaemia of infected and control pigs.

Rectal temperature ($^{\circ}\text{C}$)

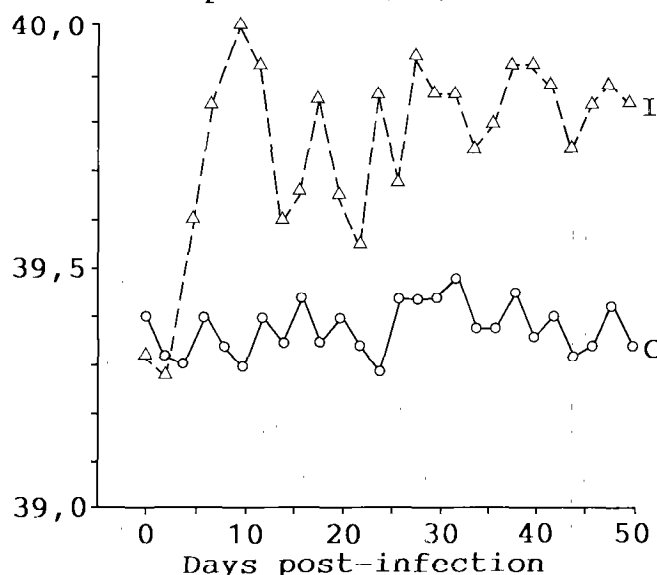


Fig. 2 : Mean rectal temperature of infected and control pigs. (I : infected pigs ; C : controls).

that of the controls even though the values fell to normal levels at intervals in individual pigs. The peak of rectal temperature in individual pigs varied from 41.1 to 41.8 $^{\circ}\text{C}$.

By 50 dpi, the mean packed cell volume had fallen by 34 % i.e. from 40 to 26 % (fig. 1). Infected pigs were anorexic, weak, recumbent and very lean. A pig started showing intermittent circling and wobbling of the hindlegs as from 46 dpi.

Pathology

At necropsy, the carcasses of infected pigs lacked subcutaneous or abdominal fat and were lean. The lymph nodes especially the prescapular, subcutaneous and those of the lumbar region, were markedly enlarged. The brain of the pig that showed nervous signs was grossly congested and focal grey areas of necrosis were present on the cerebral cortex.

Microscopical examination of tissues of all infected pigs revealed moderate haemosiderosis, erythrophagocytosis, neutrophilic and eosinophilic infiltration of the white pulp as well as a mild macrophage and plasma cell hyperplasia in the spleen. The ovarian lesion was characterized by mild eosinophilic, lymphocytic and macrophage infiltrates into the connective tissue. In addition, there was sludging of lymphocytes and neutrophils in

many blood vessels. In all infected pigs a marked congestion and oedema was observed in the lymph nodes, with medular and subcapsular spaces containing moderate neutrophilic infiltrates. A moderate macrophage hyperplasia was also seen in the medular area of the lymph nodes. In the pig that exhibited ner-

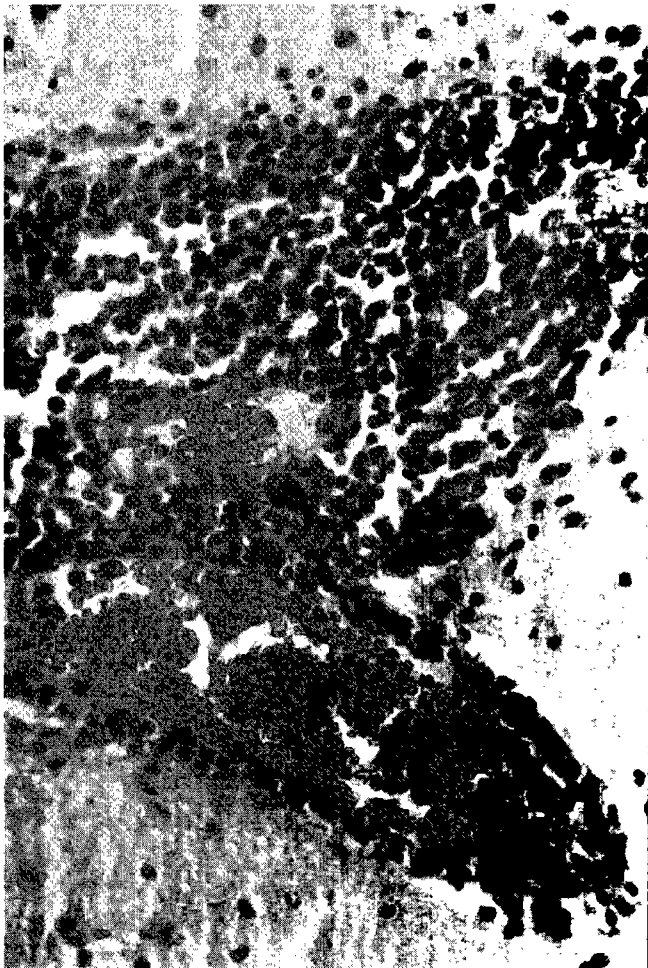


Photo 1 : Histological section of the cerebrium of a pig showing meningitis with vasculitis and perivascular lymphocytic cuffs. (H & E x 1400.)

OTESILE (E.B.), AKPAVIE (S.O.), FAGBEMI (B.O.), OGUNREMI (A.O.). Pathogenicity of *Trypanosoma brucei brucei* in experimentally infected pigs. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 279-282

An experimental infection of 4-to 5-month old pigs with a stock of *Trypanosoma brucei brucei* resulted in a high parasitaemia, anorexia, pyrexia and a decline in the packed cell volume by one third. Nervous sign of circling and wobbling of the hind legs occurred in one of the pigs which at necropsy revealed a very severe meningo-encephalitis and the presence of trypanosomes in the brain. These results confirm that *T. b. brucei* might cause a severe disease in pigs. **Key words** : Pig - Experimental infection - Trypanosomosis - *Trypanosoma brucei brucei* - Nigeria.

vous signs, the brain lesion was a very severe meningo-encephalitis which was characterized by a very severe lymphocytic infiltrates into the meninges, vasculitis, perivascular cuffs (photo 1) and glia nodules in the brain tissue. The presence of trypanosome nuclei both in the brain tissue and in the blood vessels was confirmed in Giemsa stained sections. Motile trypanosomes were seen in the wet mounts made from CSF while the Giemsa stained smears also contained trypanosomes. Similar lesions were not seen in the brain of the remaining three infected pigs and no lesions were observed in the control pigs.

DISCUSSION

The observations on parasitaemia, rectal temperature and packed cell volume in this study are consistent with those reported for virulent species of African trypanosomes (11). The results also indicate that the stock of *T. brucei* used in this study could cause economic losses through anaemia and invasion of the central nervous system which invariably terminates fatally (3, 4, 5).

The meningoencephalitis observed at histopathology and the presence of trypanosomes in the CSF and brain tissue explains the signs of central nervous system disturbance observed in one of the pigs. This observation has not been previously shown in pigs infected with *T. brucei* although meningoencephalitis has been observed in the dog and horse naturally infected with *T. brucei* (3, 4, 5). VOHRADSKY (13) and ISOUN and ANOSA (6) reported the presence of endometritis and cystic ovaries in cattle and sheep infected with *T. vivax*. The lesions were not observed in pigs infected with *T. brucei* in the present study although eosinophilic and macrophage infiltrates were observed in the ovarian connective tissue of infected pigs.

The present results thus support a previous finding in Northern Nigeria that *T. brucei* may cause a severe rather than a mild syndrome in infected pigs (1).

OTESILE (E.B.), AKPAVIE (S.O.), FAGBEMI (B.O.), OGUNREMI (A.O.). Patogenicidad de *Trypanosoma brucei brucei* en cerdos infectados experimentalmente. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 279-282

Una infección experimental de cerdos de 4 a 5 meses de edad con una cepa de *Trypanosoma brucei brucei* provocó una parasitemia elevada, anorexia, fiebre y una disminución de una tercera parte del hematocrito. Síntomas nerviosos de modorra y temblores de los miembros anteriores ocurrieron en uno de los animales ; la autopsia demostró una meningo-encefalitis grave y la presencia de tripanosomas en el cerebro. Dichos resultados confirman que *T. b. brucei* puede causar una enfermedad grave en los cerdos. **Palabras claves** : Cerdo - Infección experimental - Tripanosomosis - *Trypanosoma brucei brucei* - Nigeria.

REFERENCES

1. AGU (W.E.), BAJEH (Z.T.). An outbreak of fatal *Trypanosoma brucei brucei* infection of pigs in Benue State of Nigeria. *Trop. Vet.*, 1986, **4** : 25-28.
2. HERBERT (W.J.), LUMSDEN (W.H.R.). *Trypanosoma brucei*. A rapid "matching" method for delete estimating the host's parasitaemia. *Expl. Parasit.*, 1976, **40** : 427-431.
3. IKEDE (B.O.), HILL (D.H.), AKPOKODJE (J.U.). Clinicopathological changes in horse naturally infected with *Trypanosoma brucei*. *Nig. Vet. J.*, 1973, **2** : 13-17.
4. IKEDE (B.O.), LOSOS (G.J.). Trypanosomal meningoencephalomyelitis with localization of *T. brucei* in the brain of a dog. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1972, **66** : 357.
5. IKEDE (B.O.), LOSOS (G.J.). Spontaneous canine trypanosomiasis caused by *T. brucei*. Meningoencephalitis with extravascular localization of trypanosomes in the brain. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1972, **20** : 221-228.
6. ISOUN (T.T.), ANOSA (V.O.). Lesions in the reproductive organs of sheep and goats infected with *T. vivax*. *Tropenmed. parasit.*, 1974, **24** : 469-476.
7. McLENNAN (K.J.R.). The epizootiology of trypanosomiasis in livestock in West Africa. In : MULLIGAN (H.W.) ed., *The African trypanosomiasis*. London, George Allen and Unwin, 1970. Pp. 751-773.
8. MURRAY (M.), MORRISON (W.L.), WHITELOW (D.D.). Host susceptibility to African trypanosomiasis. In : BAKER (J.R.), MULLER (R.) ed., *Advances in parasitology*. London, New York, Academic Press, 1982, **21** : 16-86.
9. MURRAY (M.), TRAIL (J.C.M.), GROOTENHUIS (J.G.). Trypanotolerant livestock : potential and future exploitation. *Outlook on Agriculture*, 1984, **13** : 43-51.
10. RICKMAN (L.R.), ROBSON (J.). The testing of proven *Trypanosoma brucei* and *rhodesiense* strains by the blood incubation infectivity test. *Bull. WHO*, 1970, **42** : 911-916.
11. STEPHEN (L.E.). Pig trypanosomiasis in Africa. Commonwealth agricultural bureaux, Farnham Royal, 1966. P. 65.
12. STEPHEN (L.E.). Clinical manifestation of trypanosomiasis in livestock and other domestic animals. In : MULLIGAN (H.W.) ed., *The African trypanosomiasis*. London, George Allen and Unwin, 1970. Pp. 774-794.
13. VOHRADSKY (F.). Clinical signs, daily rate of infection, physical changes of the blood and pathomorphological changes in cattle artificially infected by *Trypanosoma vivax*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** : 251-263.

Communication

Prevalence of malaria parasites in turkeys of the Nsukka area in the Anambra State, Nigeria

L.J.E. Orajaka¹

B.M. Anene¹

M.C. Dike¹

ORAJAKA (L.J.E.), ANENE (B.M.), DIKE (M.C.). Prévalence des parasites de la plasmodiose chez la dinde dans la région de Nsukka, État d'Anambra, Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 283-286

Des échantillons de sang provenant de 202 dindes (94 mâles et 108 femelles) de la région de Nsukka au Nigeria ont été examinés pour y rechercher des agents du paludisme. 44,1 p. 100 des animaux examinés (avec un intervalle de confiance de 95 p. 100) étaient infectés par des *Plasmodium* spp. dont 46,8 p. 100 de mâles et 41,7 p. 100 de femelles. Sur 175 adultes et 27 jeunes âgés de 6 à 16 semaines, 45,7 et 33,3 p. 100 respectivement, ont été reconnus infectés. 20 sur 60 des dindes élevées en système intensif et 65 sur 142 en semi-intensif étaient infectées. La valeur moyenne de l'hématocrite pour les animaux parasités était de $29,95 \pm 3,36$ p. 100. Ce résultat est significativement différent ($P < 0,01$) de la valeur moyenne de $37,3 \pm 3,7$ obtenue à partir des animaux sains. 11 des 89 cas positifs présentaient des formes cliniques. Quatre dindes dans un état critique sont mortes un jour après le début du traitement. Les médicaments suivants se sont montrés efficaces : phosphate de chloroquine à la dose de 5 mg/kg de poids vif, administré quotidiennement par voie intramusculaire pendant 3 jours ou sous forme de comprimés dosés à 250 mg par voie orale pendant 5 jours, et la pyriméthamine par voie parentérale à la dose de 0,3 mg/kg/PV pendant deux jours. **Mots clés :** Dinde - *Plasmodium* spp. - Paludisme - Phosphate de chloroquine - Pyriméthamine - Nigeria.

Introduction

Malaria parasites have been observed in the blood of turkeys from several countries of the world (4). In Nigeria, turkey malaria has been reported in the Onitsha area of Eastern Nigeria (4) and in the Zaria area of Northern Nigeria (1). However, while in the former region, a large number of turkeys was examined and only a single infection recorded in the latter region, an infection rate of 4 (13.8 %) was observed out of 29 local turkeys examined. *Plasmodium* spp. infection has been associated with clinical diseases and mortality in turkeys (1, 5, 6). The clinical and pathological findings in the disease included depression, anorexia, diarrhoea, lassitude, dullness, dyspnoea, anaemia, splenomegaly and hepatomegaly. Apart from some reports (1, 4), only very little information is available on malaria parasites of turkeys in Nigeria.

This study was undertaken to investigate the prevalence of infection of turkeys with *Plasmodium* spp. in the Nsukka area of Nigeria and the distribution of animals according to the management system, age and sex. The

clinical manifestations of cases encountered during the study and the effect of infection on the packed cell volume (PCV) are presented. The efficiency of chloroquine phosphate and pyrimethamine in the treatment of the infection was also studied.

Materials and Methods

Two hundred and two turkey blood samples randomly collected from turkey farms and turkey sellers at various markets within the Nsukka area between August 1988 and May 1989 were examined for malaria parasites. Giemsa stained thin blood films made from ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA) anticoagulated blood obtained from the wing vein of the turkeys were used in the diagnosis of infection. Each stained slide was thoroughly screened for malaria parasites. At least 100 oil immersion fields (OIF) were examined before a smear was considered negative and 10-50 OIF were examined in positive cases depending on the degree of parasitaemia (1). The PCV of the sampled turkeys was determined (3).

Statistical significance of the difference between the mean PCV of infected and uninfected turkeys was evaluated by Student's t-test and that of the difference in infection rates among sexes, age groups and management systems by the χ^2 (X²) test (12).

Results

The distribution of the infection turkeys with malaria parasites according to the management system, age, and sex is shown in table I. Out of the 202 turkeys (94 males and 108 females) sampled, 89 (44.1 %) (95 % confidence interval, 0.441 ± 0.069) were infected with malaria parasites. Forty-four (46.8 %) of the males and 45 (41.7 %) of the females were infected. A total of 175 adults and 27 growing turkeys (aged 6-16 weeks) were examined and 80 (45.7 %) and 9 (33.3 %), respectively had malaria parasites in their blood. Of the 60 turkeys under an intensive management system, 24 (40 %) were infected while 65 (45.8 %) of the 142 turkeys managed semi-intensively were infected. Infection rates did not show any significant difference ($P > 0.05$) between sex, age groups and management systems.

Most of the positive cases presented erythrocytic developmental stages of the parasites (photos 1, 2).

Eleven clinical cases were recorded. The predominant clinical symptoms were depression, dullness, fever, anorexia, dyspnoea and cyanosis of the comb and wattle. Greenish diarrhoea, mucopurulent discharge from the nostrils and eyes, corneal opacity terminally, progressive anaemia and emaciation were also observed. Leg weakness with most of the affected turkeys assuming ventral recumbency with bluffed feathers, disequilibrium and swollen eyelids were recorded. Haematological examination showed a fall in the PCV values (range of 27-33 %) and a high degree of parasitaemia with developmental stages of the parasites (photo 1).

¹. Faculty of Veterinary Medicine, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

Reçu le 31.7.91, accepté le 18.9.91.

Communication

TABLE I Management system, age and sex distribution of turkeys infected with malaria parasites in Nsukka area, Nigeria.

Sr.	Source of sample	Sex				Age			
		Number sampled		Number infected		Number sampled		Number infected	
No.		M	F	Male	Female	Y	A	Young	Adult
1+	Mrs Okeke's Farm	3	1	2(66.7)	—	—	4	—	2(50)
2+	Mrs Onyirioha's Farm	—	1	—	1(100)	—	1	—	1(100)
3+	Mr Ngozika's Farm	3	1	1(33.3)	1(100)	—	4	—	2(50)
4++	Uzoagba Farm	8	5	5(62.5)	1(20)	—	13	—	6(46.2)
5++	Ifesie's Farm	—	1	—	1(100)	—	1	—	1(100)
6+	Agusiobo's Farm	2	2	2(100)	2(100)	—	4	—	4(100)
7++	Agu Brothers Farm	3	17	1(33.3)	7(41.2)	20	—	8(40)	—
8++	Nsukka Town Market	4	1	3(75)	1(100)	—	5	—	4(80)
9+	Q.R.S.S. Farm	5	9	1(20)	5(55.6)	—	14	—	6(42.9)
10++	Mr Agu's Farm	8	5	2(25)	3(60)	—	13	—	5(38.5)
11++	Ezeugwu's Farm	6	7	4(66.7)	1(14.3)	—	13	—	5(38.5)
12++	Ugwuany's Farm	2	5	1(50)	2(40)	—	7	—	3(42.9)
13	Mr E. Ugwu's Farm	3	3	1(33.3)	—	—	6	—	1(16.7)
14++	Mr G. Ugwu's Farm	3	4	—	1(25)	7	—	1(14.3)	—
15+	Uzo Farm	5	2	1(20)	1(50)	—	7	—	2(28.6)
16++	Onuiyi Nsukka	1	4	1(100)	1(25)	—	5	—	2(40)
17++	Mr E. Okonkwo's Farm	4	3	—	2(66.7)	—	7	—	2(28.6)
18++	II TTC Rd Farm	2	6	1(50)	4(66.7)	—	8	—	5(62.5)
19++	Enugu-Ezike Market	6	—	3(50)	—	—	6	—	3(50)
20++	Oye-Orba Market	7	2	6(87.7)	—	—	9	—	6(66.7)
21+	Mrs Erojekwe's Farm	1	6	—	2(33.3)	—	7	—	2(28.6)
22++	Mr Okafor's Farm	2	10	1(50)	3(30)	—	12	—	4(33.3)
23++	Obollo-Afor Market	4	2	1(25)	2(100)	—	6	—	3(50)
24+	Mr Emejuru's Farm	4	9	1(25)	3(33.3)	—	13	—	4(30.8)
25++	Artisan Market	8	2	6(75)	—	—	10	—	6(60)
	Total	194	108	44(46.8)	45(41.7)	27	175	9(33.3)	80(45.7)

+ : intensive management system ; ++ : semi-intensive management system.
() : percentage of number examined in each category.

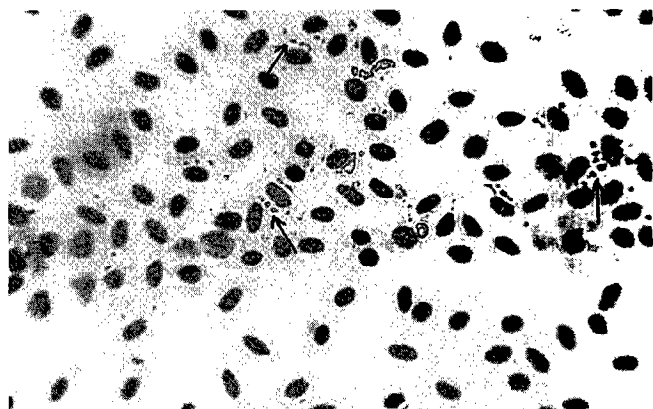


Photo 1 : Turkey blood smear showing developmental stages of *Plasmodium* spp. (Arrowed) with high parasitaemia.

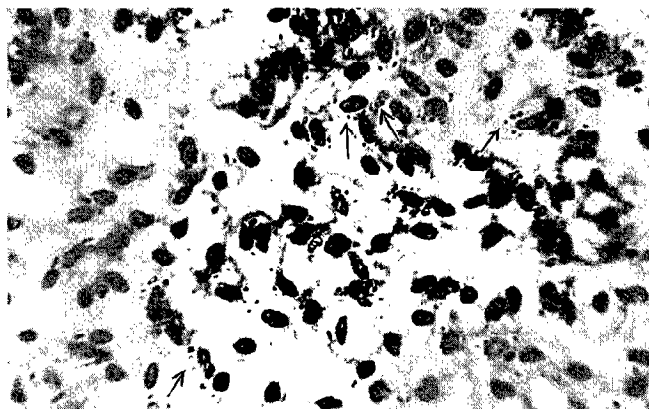


Photo 2 : Turkey blood smear showing infestation with developmental stages of *Plasmodium* spp. from another farm.

The mean PCV values for infected and uninfected turkeys were 29.95 ± 3.36 % and 37.3 ± 2.8 %, respectively and for the infected male and female turkeys 30.7 ± 2.8 % and 29.2 ± 3.5 %, respectively. The uninfected males and females represented 39 ± 3.1 % and 35.6 ± 3.3 %, respectively. The difference between the mean PCV value of the infected and uninfected turkeys was highly significant ($P < 0.01$). The mean PCV values for the infected males and females showed no significant difference ($P > 0.05$). However, that of the uninfected males showed a highly significant difference ($P < 0.01$) from the females.

Of the 11 very clinically sick turkeys 4 died (36.4 %). Six of the sick turkeys were placed on a treatment regimen of chloroquine phosphate at rate of 5 mg/kg body weight and 1.0 ml vitamin B-complex intramuscularly (i.m.) daily for 3 days. Three responded favourably to treatment while 3, that were critically ill and already recumbent, died one day after the start of treatment. One other sick turkey was successfully treated with pyrimethamine at a rate of 0.3 mg/kg body weight administered i.m. daily for 2 days. Apart from one more death, the rest of the clinical cases were successfully treated each with a 250 mg chloroquine phosphate tablet orally in water daily for 5 days, along with orange juice dissolved in the solution to compensate for the drug's bitterness and give energy to the animals.

Necropsy findings revealed an atrophic spleen that was hard and fibrous ; the liver was slightly firm with chronic congestion ; heart and gizzard were reduced in size. The intestinal contents were mucoid in nature while the gizzard contained greenish material and the crop contained no feed material.

Discussion

The result of this study shows a high *Plasmodium* spp infection rate (44.1 %) among turkeys in the Nsukka area of Nigeria. The clinical disease (12.4 %) and high mortality

rate (36.4 %) recorded agree with the report of other workers (5, 6, 7) and indicate that turkey malaria is of significant economic importance to the poultry industry. The study did not show any sex, age or management system related predisposition of turkeys to infection with malaria parasites.

The clinical and *post mortem* findings were similar to those described by other workers (1, 6, 8). The absence of feed materials in the crop of 4 dead birds suggests that they were anorexic for many days before death. The effects of drugs on starved and very weak birds may have contributed to the death of some of the turkeys soon after treatment.

The significantly lower PCV value of infected turkeys indicates anaemia which is a key symptom of turkey malaria (6, 10). A significantly higher PCV value was recorded in uninfected males than in uninfected females. Similar reports of higher PCV value in normal male turkeys than in females have been made (2, 9, 11).

However, the similarity in PCV values among the infected male and female turkeys may suggest that *Plasmodium* spp. infection of turkeys reduces the haematocrit more in males than in females.

It may be concluded that this disease is prevalent in the Nsukka area of Nigeria and results in a high morbidity and mortality in turkeys. It was shown that, when applied early, chloroquine phosphate or pyrimethamine was effective in the treatment of this disease.

Acknowledgements

The authors appreciate the contributions of Professor K.S. HEGDE of the Department of Veterinary Parasitology and Entomology, University of Nigeria, Nsukka, in assisting in the interpretation of slides, and Mr.

Communication

A.B. CHIME, chief Laboratory Technologist and Mr C. ANYAOHA of the Veterinary Teaching Hospital, U.N.N, for their technical assistance.

ORAJAKA (L.J.E.), ANENE (B.M.), DIKE (M.C.). Prevalence of malaria parasites in turkeys of the Nsukka area in the Anambra State, Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 283-286

Blood smears of 202 turkeys (94 males and 108 females) in the Nsukka area (Nigeria) were examined for malaria parasites. Among the turkeys examined 44.1 % (95 % confidence interval, 0.441 ± 0.069) were infected with *Plasmodium* spp., 46.8 % males and 41.7 % females. A total of 175 adults and 27 growing turkeys (aged 6-16 weeks) were examined and 45.7 and 33.3 %, respectively were infected. Twenty out of 60 reared turkeys under intensive management systems and 65 of 142 turkeys managed semi-intensively were infected. The mean PCV value for the infected turkeys was 29.95 ± 3.36 % and significantly different ($P < 0.01$) from the mean PCV value of 37.3 ± 3.7 obtained from the uninfected turkeys. Eleven out of the 89 positive cases were clinical cases. Four critically sick turkeys died one day after treatment. Chloroquine phosphate at 5 mg/kg body weight administered i.m daily for 3 days or 250 mg tablets given orally for 5 days as well as a parenteral administration of pyrimethamine (0.3 mg/kg body weight) for 2 days were effective in the treatment of the infection. **Key words** : Turkey - *Plasmodium* spp. - Malaria - Chloroquine phosphate - Pyrimethamine - Nigeria.

References

1. BARNES (H.J.). *Plasmodium* spp. infecting turkeys in Northern Nigeria. *Vet. Rec.*, 1974, **95** : 218-219.
2. BIERE (R.W.), ELEAZER (T.H.), ROEBUCK (D.E.). Sedimentation rate, PCV, buffy coat value and rectal temperature of chickens and turkeys at various ages. *J. A. Vet. med. Ass.*, 1964, **144** (7) : 727.
3. COLES (E.H.). *Veterinary clinical pathology*. Philadelphia, Saunders, 1968.
4. GARNHAM (P.C.C.). *Malaria parasites and other haemosporida*. Oxford, Blackwell, 1966. P. 652-656.
5. HERMAN (C.M.). Malaria in turkey. *Am. J. Hyg.*, 1976, **34** : 22-25.
6. HUCHZERMEYER (F.W.). Further observations on an outbreak of malaria in turkeys. *Rhod. vet. J.*, 1976, **7** : 3.
7. HUDSON (J.R.). Cited by GARNHAM In : *Plasmodium durae* in a sick turkey in Kenya. 1966. P. 652.
8. LEVINE (N.D.). *Genus plasmodium : protozoan parasites of domestic animals and man*. 2nd ed. Mineapolis, Burges, 1959.
9. McCARTNEY (M.G.). Total blood and corpuscular volume in turkey hens. *Poult. Sci.*, 1952, **31** : 184.
10. McKEE (R.W.). Studies on malaria parasites. VII. Methods and techniques of cultivation. *J. Exp. Med.*, 1946, **84** : 583.
11. RHIAN (M.), WILSON (W.O.), MOXON (A.L.). Composition of blood of normal turkeys. *Poult. Sci.*, 1944, **23** : 224.
12. STEEL (R.G.), TORRIE (H.H.). *Principles and procedures of statistics*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill Inc., 1980. P. 87.

J.P. Gouteux¹D. Cuisance²D. Demba³F. N'Dokoue³F. Le Gall³

La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine.

I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades

GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 287-294

La recherche d'un nouveau piège destiné à la prise en charge par les éleveurs centrafricains (Peuls) de la lutte contre *Glossina fuscipes fuscipes* a été réalisée en expérimentant séparément le système de capture, le corps du piège et les matériaux. Le résultat est la mise au point du piège bipyramidal en tulle et plastique bleu et noir. Il n'est pas imprégné d'insecticide mais utilise un système de capture à sec, tuant et conservant les glossines, dont le rendement est de deux à quatre fois celui de la cage Roubaud classiquement utilisée. Ce piège est plus efficace que les pièges biconiques, pyramidaux ou mononiques essayés en RCA. Le pouvoir discriminant du protocole en carré latin et l'usage du piège avec ou sans insecticide sont discutés. **Mots clés :** *Glossina fuscipes fuscipes* - Piège bipyramidal - Lutte anti-insecte - Protection de l'élevage - Éleveur Peul - République centrafricaine.

INTRODUCTION

Cet article est le premier d'une série où seront exposés les différentes étapes et les résultats d'un programme de recherche sur la protection de l'élevage en zone de savane humide par piégeage. Ce programme a été lancé par CUISANCE (7) dans le cadre de l'Agence Nationale de Développement de l'Élevage (ANDE) en RCA.

La mise au point d'un nouveau piège a constitué la première étape de ce programme. Dans les prochains articles seront successivement examinés : la description, la fabrication et le coût du piège utilisé (II), la vulgarisation de la méthode (III), enfin son impact épizootologique et zootechnique évalué par des essais en vraie grandeur (IV).

Le choix d'une stratégie de lutte basée sur le piégeage (en association éventuelle avec d'autres méthodes) été fait par CUISANCE à la suite de plusieurs missions

d'expertise (5, 7). La solution du piégeage au problème de la lutte contre les trypanosomoses animales dans le contexte de la RCA suppose l'existence d'un piège répondant à trois conditions :

- il doit être efficace contre le vecteur principal, *Glossina fuscipes fuscipes* ;
- il doit être facilement utilisable par les communautés d'éleveurs centrafricains (Peuls semi-nomades), c'est-à-dire : démontable et transportable, d'entretien simple, ne nécessitant pas de manipulations complexes (en particulier sans imprégnation d'insecticide, ce qui élimine les écrans, forme la plus simplifiée des systèmes attractifs toxiques) et répétées, c'est-à-dire muni d'un dispositif tueur, lui permettant de fonctionner sans intervention humaine quotidienne ;
- il doit être d'un coût compétitif, envisageable dans le cadre du budget familial moyen de ces éleveurs, pour diminuer le nombre de traitements préventifs ou curatifs du bétail.

Aucun piège existant ne satisfaisait à ces contraintes. Une recherche expérimentale a donc été entreprise pour mettre au point un piège mieux adapté à ces critères d'efficacité, de simplicité et de coût.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Un piège est composé de deux parties : le corps proprement dit qui est la partie attractive, et le système de capture où sont recueillies les tsé-tsé. Ces deux composants sont donc étudiés séparément. Au total, sept systèmes de capture (fig. 1) sont comparés en utilisant le piège biconique à cône inférieur bleu (3) et sept modèles de piège (fig. 2). Si la forme joue un grand rôle dans l'efficacité d'un piège, la nature des matériaux et leur couleur influent directement sur l'attractivité. Le plastique (polyéthylène bleu et noir), matériau nouveau, a été comparé sur le terrain aux tissus classiquement utilisés. Les principaux sites d'étude sont les rivières Mbi et Ban, dans la zone agro-pastorale de Yérémo (170 km à l'ouest de Bangui).

1. ORSTOM, BP 893, Bangui, République centrafricaine.

2. IEMVT-CIRAD, c/o ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France.

3. ANDE, BP 1509, Bangui, République centrafricaine.

Reçu le 17.12.1990, accepté le 17.6.1991.

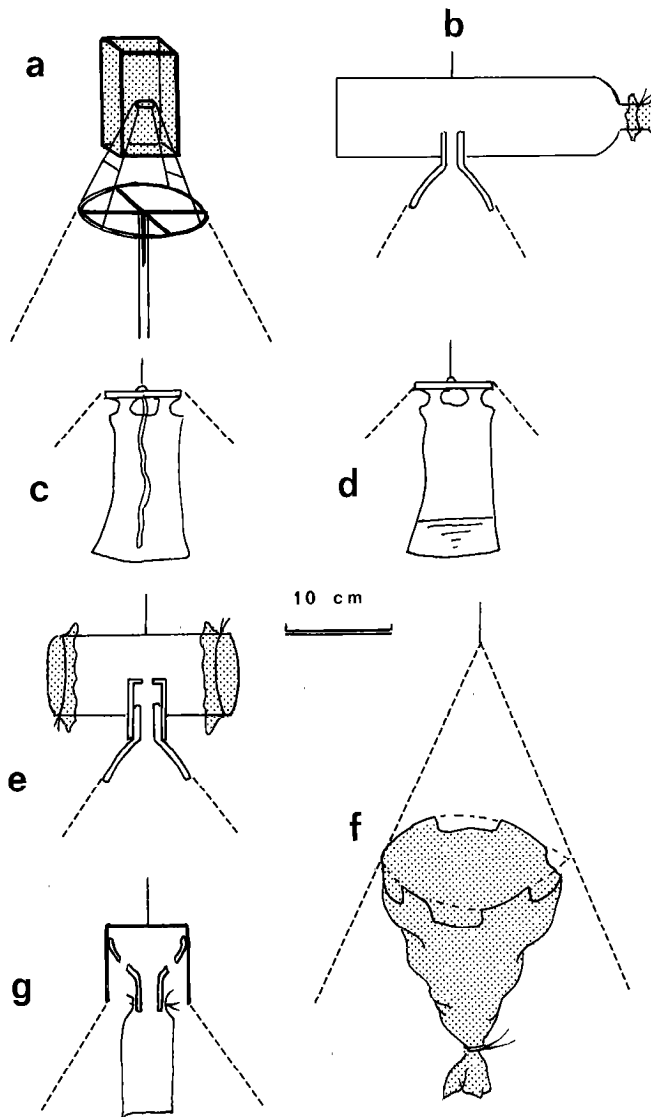


Fig. 1 : Systèmes de capture : a, cage Roubaud sur son support apical, monté sur piquet (tous les autres systèmes sont suspendus) ; b, bouteille ; c, sac de capture à sec avec une mèche de tissu ; d, sac de capture à pétrole ; e, cage-bouteille ; f, nasse en tulle ; g, système inversé. Les systèmes b, c, g et f ont été traités à l'insecticide.

Description des systèmes de capture

La figure 1 présente les différents modèles de système de capture qui ont été testés. La cage Roubaud (a), précédemment utilisée en RCA, et un sac de capture renfermant du pétrole ou du gazole (d). Elle a été expérimentée au Congo (16). La nasse de tulle imprégnée d'insecticide avec le haut du piège (f) est le système actuellement employé en Ouganda (LANCIEN, comm. pers.). Les autres sont soit dérivés de modèles existants, comme la bouteille imprégnée d'insecticide (b), des systèmes analogues étant utilisés au Zimbabwe (CUISSANCE, comm. pers.), soit inédits

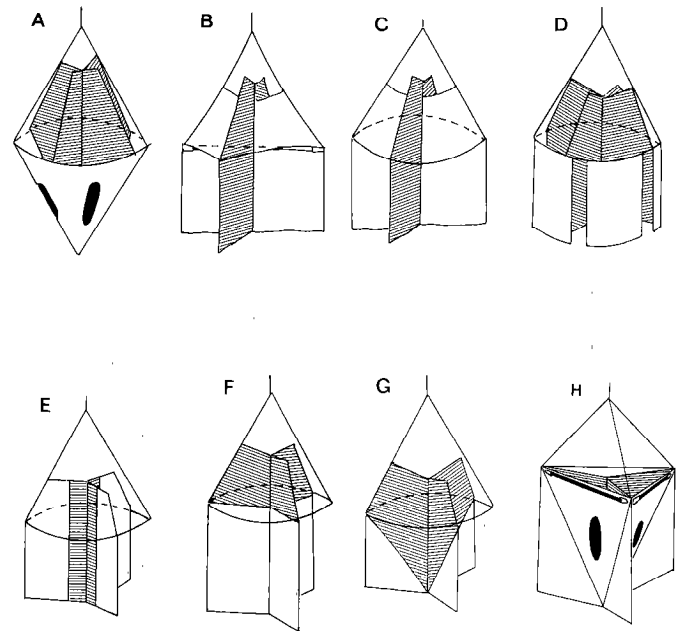


Fig. 2 : Modèles de piège : A, biconique ; B, pyramidal ; C, D, E, F, G, monoconiques (E "Vavoua", F du CRTA) ; H, bipyramidal. Partie hachurée : couleur noire ; non hachurée : couleur bleue. Le haut du piège est en tulle moustiquaire blanc.

telles les cages (e et g) pour la capture des insectes vivants (e) ou tués par l'insecticide (g). Les sacs de capture ont également été utilisés à sec, avec une mèche de tissu ou de tulle imprégnée d'insecticide (c). Les systèmes b, e et g sont fabriqués à l'aide de bouteilles de plastique de récupération, le système e comporte en plus un dispositif anti-retour (tube de polystyrène percé, pilulier) qui facilite sa fixation sur un cône de bouteille.

Description des modèles de piège testés

Les modèles de piège sont présentés à la figure 2. Ils ont tous été fabriqués au même moment et avec les mêmes matériaux (tissu, plastique et tulle moustiquaire). L'attractivité peut varier considérablement d'une nuance de bleu à une autre (13) ou selon le maillage du tulle (10). D'autre part, l'exposition au soleil modifie l'intensité de la coloration. Le piège biconique de CHALLIER et LAVEISSIERE (4) à cône inférieur bleu (A) est comparé avec le modèle pyramidal (B) de GOUTEUX et LANCIEN (14) et les modèles monoconiques (C, D, E, F et G) : "Vavoua" (E) de LAVEISSIERE (22) ; de MÉROT *et al.* (F), cf. CUISANCE (6) ; aux écrans croisés bleu-noir (C), comme ceux du piège pyramidal et analogue au piège utilisé au Zaïre par le BCT* (POCHET, comm. pers.) ; à jupe (D) de GOUTEUX et SINDA (17) ou encore inédits (G). Le

* BCT : Bureau Central de la Trypanosomose, organisme chargé de la lutte contre la maladie du sommeil au Zaïre.

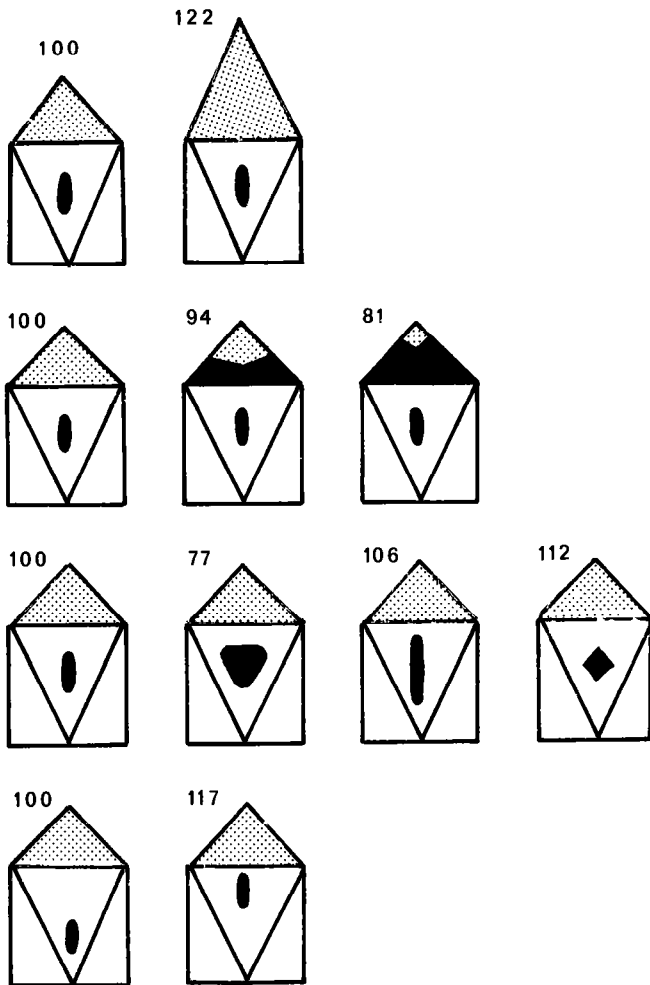


Fig. 3 : Variantes du piège bipyramidal ayant fait l'objet d'essais en carrés latins : hauteur de la pyramide supérieure (1^{re} ligne), hauteur des écrans noirs à l'intérieur de la pyramide supérieure (2^e ligne), forme et dimension de l'ouverture (3^e ligne), hauteur de l'ouverture (4^e ligne). Le chiffre en haut de chaque piège indique le pourcentage des captures par rapport au modèle standard.

modèle bipyramidal H a été mis au point au cours de ces essais et décrit en détail dans la partie II de cet article (12). Plusieurs variantes ont fait l'objet d'essais comparatifs (fig. 3). Les modèles A, B, C, et D comportent quatre écrans intérieurs alors que les modèles E, F, G et H n'en comportent que trois.

Protocoles expérimentaux

Le principal dispositif expérimental utilisé est le carré latin où six pièges sont testés simultanément en six lieux différents pendant six jours en subissant des permutations aléatoires chaque jour. Les résultats font l'objet d'une analyse de variance, après vérification de la normalité* et

de l'absence d'interaction (test d'additivité de Tukey). En cas de non-additivité, le carré latin est rejeté (3 cas sur 21). Les résultats des captures sont exprimés en pourcentage des captures du piège et du système de capture de référence (piège biconique et cage Roubaud) (4). La comparaison avec ce modèle de référence est faite par le test de Dunnett (8). Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel STAT-ITCF version 4 (1) et de programmes réalisables sur HP-41 (11). Les résultats non significatifs ne sont pas présentés.

La comparaison de deux pièges par leur mise en compétition a également été utilisée avec profit comme méthode complémentaire : deux pièges sont placés en vis-à-vis plusieurs jours d'affilée aux mêmes emplacements, ils sont ensuite permutés pour éviter tout "effet lieu". L'hypothèse nulle est alors testée par un χ^2 .

RÉSULTATS

Lors de ces expériences, un total de 7 303 *G. fuscipes fuscipes* a été capturé, auquel s'ajoutent quelques rares *G. fusca congolensis* qui ne sont pas prises ici en considération.

Expérimentation de différents systèmes de capture

Les résultats sont donnés dans le tableau I. En estimant arbitrairement que le nombre de mouches ayant visité chaque système est à peu près équivalent, ces résultats montrent qu'un nombre significatif de tsé-tsé s'échappe des systèmes de capture les moins performants. La cage Roubaud (a) se distingue par l'inefficacité de son dispositif anti-retour. Ce phénomène est encore accentué quand le support apical utilisé (cône métallique emboîté sur un piquet) n'est pas grillagé ou recouvert de tulle. Dans ce cas, un essai comparatif avec la nasse imprégnée (f) montre pour cette dernière une efficacité 3,6 fois supérieure (122 glossines contre 34 ; $F_{5-20} = 3,336$, $P < 0,025$).

Les systèmes b, c, d, g donnent les meilleurs résultats. L'efficacité est 1,5 à 2 fois supérieure à la cage Roubaud avec support recouvert de tulle (a). Le système f (nasse de tulle) montre une efficacité variable, mais ceci est probablement dû au fait que nombre de mouches parviennent à s'échapper pour mourir hors du

* La transformation logarithmique ($\log x + 1$) est en général normalisante. Mais ce n'est pas toujours le cas ; il arrive que les données soient normales ou que la transformation en racine carrée ($x^{1/2}$) soit la plus normalisante, d'où l'intérêt de tester pour chaque carré la transformation adéquate.

TABLEAU I Comparaison de différents systèmes de capture (a-g, voir texte et fig. 1) : nombre de *G. fuscipes fuscipes* capturées dans deux carrés latins, exprimé en pourcentage par rapport au système de référence (cage Roubaud). n : total des captures ; F : valeur du test F de Snedecor ; trans. : transformation normalisante ; F na : test de non-additivité de Tukey. Les séparations indiquent des différences significatives avec le modèle de référence (a) selon la méthode de Dunnett (au seuil de 5 p. 100).

f	228	b	185
b	217	d	178
c	175	g	141
d	153	c	137
e	125	f	130
a	100	a	100

n	362	235
F	5,046*	5,345*
Trans.	$x^{1/2}$	$\log x + 1$
F na	2,162	1,082

* Différences significatives au seuil de 5 p. 100.

piège. La mise en compétition des systèmes d et f ne montre pas de différence ($\chi^2 = 2,04$). La même méthode confirme l'équivalence des sacs avec pétrole (d) ou insecticide (c).

Le dénombrement des mouches mortes recueillies dans le bas du piège permet d'estimer la proportion des tsé-tsé échappées. Seules quelques mouches (10 p. 100) peuvent ressortir du système b, contre 32 p. 100 avec la nasse* (f) et 56 p. 100 avec le sac (c). L'utilisation exclusive par la suite du système b pour les expérimentations de modèles de piège a permis de montrer que, pour un total de 2 623 *G. fuscipes fuscipes* capturées, le pourcentage de sortie variait de 10 à 3 p. 100, avec une moyenne de 5,4 p. 100.

Dans le système b, un "effet de serre" s'ajoute à l'insecticide pour tuer les glossines très sensibles à la chaleur. Il reste donc fonctionnel même sans insecticide et demeure préférable aux autres par sa simplicité.

* Incluant dans ce cas les glossines qui meurent avant d'avoir pu y pénétrer.

TABLEAU II Comparaison de différents modèles de pièges (A-H, voir texte et fig. 2) : nombre de *G. fuscipes fuscipes* capturées dans chaque carré latin, exprimé en pourcentage par rapport au piège de référence (biconique). n : total des captures ; F : valeur du test F de Snedecor ; trans. : transformation normalisante ; F na : test de non-additivité de Tukey. Les séparations indiquent des différences significatives avec le modèle de référence (A) selon la méthode de Dunnett (au seuil de 5 p. 100). Dans les deux derniers carrés latins, trois variantes du piège bipyramidal ont été testées.

A 100	H 209	H 163	H 181	H 212
C 48	A 100	A 100	H 171	H 190
G 42	F 61	D 57	H 147	H 172
F 42	C 52	E 55	A 100	A 100
B 40	E 45	F 39	B 76	B 126
E 27	D 42	C 35		

n	156	168	229	1 078	1 039
F	2,286	4,629*	3,596*	7,225*	4,771*
Trans.	$\log x + 1$	$\log x + 1$	$\log x + 1$	$\log x + 1$	x
F na	0,002	0,262	0,497	2,571	1,461

* Différences significatives au seuil de 5 p. 100.

Expérimentation de différents modèles de piège

Les résultats sont présentés dans le tableau II. Les premiers essais ont confirmé les résultats obtenus par CUISANCE et CAILTON en RCA (comm. pers.), avec un score du piège biconique toujours supérieur à celui des modèles monoconiques, bien que les différences ne soient pas toujours significatives au test F. Des modèles de piège comportant, comme le piège biconique, une cavité sombre, apparemment très attractive pour *G. fuscipes fuscipes*, ont été essayés, ce qui a permis de sélectionner le prototype du piège bipyramidal. Le bilan des essais donne pour le piège bipyramidal (H) une efficacité environ deux fois plus élevée que celle du biconique (182 p. 100) et environ quatre fois plus élevée que celle des différents modèles monoconiques (409 p. 100). L'efficacité moyenne de ces derniers n'est en effet que de 42 et 47 p. 100 de celle du biconique, alors que celle du piège pyramidal se situe à 81 p. 100. Ces différences entre les pièges ne sont pas liées au sexe de *G. fuscipes fuscipes*. En effet, le pourcentage de femelles capturées pour chaque type de piège est remarquablement constant : $67,0 \pm 4,3$ pour le piège bipyramidal, $67,1 \pm 5,8$ pour le biconique et $68,8 \pm 4,4$ pour les différents modèles monoconiques et pyramidaux réunis.

Expérimentation de différents matériaux

L'utilisation du plastique polyéthylène comme matériau de construction du piège n'a été expérimentée qu'en Ouganda sur *G. fuscipes fuscipes* (LANCIEN, comm. pers.). Le plastique a donc été essayé en RCA et comparé au matériau traditionnel : le tissu. Ses caractéristiques sont données dans l'article suivant (12). Les essais réalisés font apparaître une supériorité significative du plastique sur le tissu lors d'essais en carré latin (204 p. 100 ; $0,005 < P < 0,01$) et en compétition (163 p. 100 ; $0,01 < P < 0,025$), mais des résultats différents dans un autre essai en carré latin (77 p. 100, différence non significative). La courbe de réflectivité du plastique dans le spectre visible et le proche UV (visible par les tsé-tsé) (20) est donnée en figure 4. Cette représentation graphique* est un moyen objectif et pratique de caractériser la couleur et permet une comparaison avec d'autres matériaux expérimentés par ailleurs (20, 23). Le plastique utilisé présente un pic dans le bleu (450-475 nm) avec une réflectivité d'environ 40 p. 100, identique à celle des tissus bleu-phthalogène (18, 20, 23). D'après LAVEISSIERE *et al.* (23), une forte réflectivité dans le bleu serait une condition essentielle de l'attractivité. Cette coloration paraît assez stable. Une étude spectrophotométrique en cours indique qu'après six mois d'exposition on observe cependant une diminution de la réflectivité de 3-4 p. 100 dans le bleu.

Le plastique est beaucoup moins cher que le tissu et présente de surcroît une bonne résistance mécanique à une exposition prolongée au soleil et aux intempéries (10 mois pour le bleu, plus de 20 mois pour le noir). Il a donc été retenu.

Affinement du modèle bipyramidal

Différents paramètres du piège tels que la forme et la taille de l'ouverture, la hauteur de la pyramide en tulle moustiquaire, la hauteur des écrans noirs à l'intérieur de cette pyramide ont été testés (fig. 3). Aucun des huit essais n'a permis de faire ressortir une différence signifi-

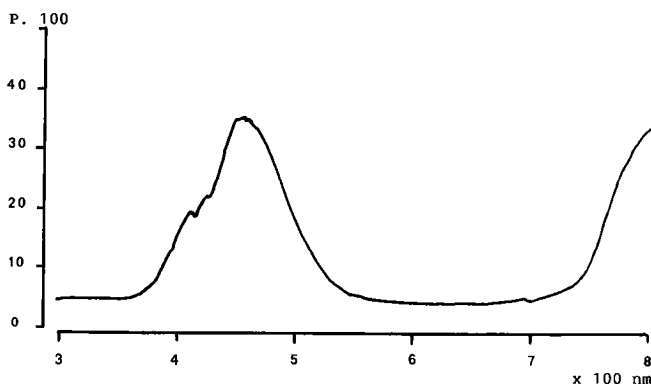


Fig. 4 : Pourcentage de réflectivité, pour une longueur d'onde donnée, par rapport à celle d'un blanc pur, du plastique bleu utilisé dans la confection du piège bipyramidal.

cative entre ces variantes. D'autres essais complémentaires, utilisant notamment la méthode de la compétition, sont en cours. La forme actuelle du piège résulte donc d'un compromis où intervient surtout le coût des différentes solutions. L'amélioration du piège reste évidemment possible et souhaitable, mais le coût des expériences d'affinement du modèle ne se justifie plus par les gains possibles de rendement**.

Hauteur de suspension optimale

A quelle hauteur faut-il suspendre ce piège pour avoir la meilleure efficacité ? DAGNOGO et GOUTEUX (9) ont montré l'importance de ce paramètre qui peut dépendre de la structure du piège et du comportement de l'espèce cible. Un essai a donc été entrepris (fig. 5). Par rapport à la position la plus basse (de 0 à 5 cm au-

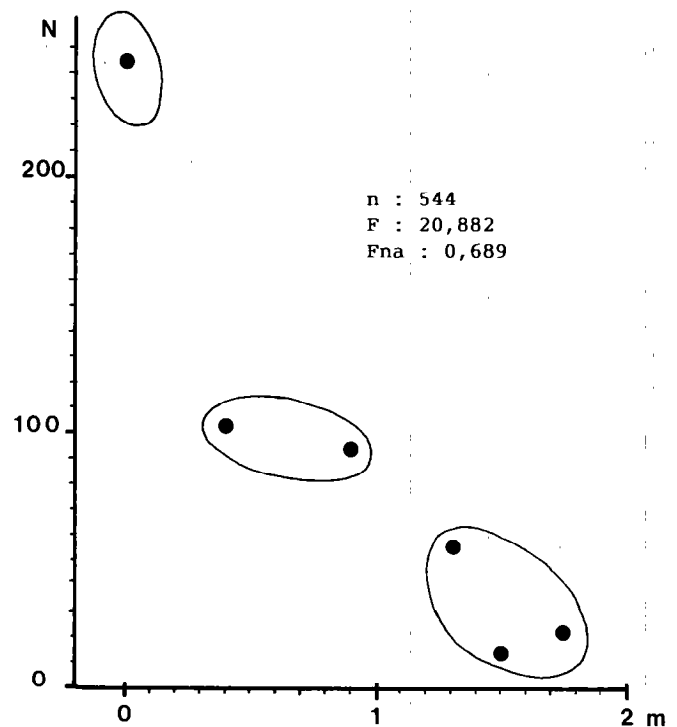


Fig. 5 : Nombre total de *G. fuscipes* capturées (N) en fonction de la hauteur au-dessus du sol. Résultat d'un carré latin. n : total des captures ; F : valeur du test F de Snedecor ($P < 0,0005$) ; Fna : test de non-additivité de Tukey (non significatif). Les ensembles de points présentent des différences significatives entre eux selon la méthode de Dunnett.

* Ces mesures ont été effectuées par le Dr Louis MARTIN, du CNRS (USTL, Montpellier), que nous remercions ici pour son aimable collaboration).

** Par contre, l'intérêt des attractifs olfactifs additionnels accessibles aux éleveurs, tels que l'odeur d'urine de boeuf, est en cours d'évaluation.

dessus du sol), le rendement du piège décroît jusqu'à 40 p. 100 pour une hauteur de 40 à 50 cm. Il est inférieur à 10 p. 100 pour une hauteur supérieure à 1,6 m. Aucune différence liée au sexe n'est observée : les mâles et les femelles volent à la même hauteur ($k_{hi}^2 = 2,54$ pour 5 ddl). Il est donc recommandé d'utiliser le modèle pyramidal contre *G. fuscipes fuscipes* en le plaçant au ras du sol.

DISCUSSION

Les premiers essais ont immédiatement mis en évidence un comportement particulier de *G. fuscipes fuscipes* vis-à-vis des pièges, notamment une tendance plus marquée à pénétrer dans les cavités sombres que *G. palpalis*, d'où l'efficacité supérieure des pièges de type biconique par rapport aux modèles monoconique ou monopyrarnidal. Cette tendance avait été également suspectée chez *G. fuscipes quanzensis* pour laquelle les pièges monoconiques donnaient souvent de moins bons résultats que les biconiques (GOUTEUX, non publié). Ces premières données ont permis d'orienter les recherches et de tester un modèle bipyramidal, à l'origine du piège mis au point pour l'ANDE.

L'attractivité d'un piège est proportionnelle à sa surface visible (10, 13). L'adjonction d'aillettes sur le piège biconique, expérimentée au Congo (10), augmente significativement les captures. Le nouveau modèle bipyramidal améliore ses performances par rapport au piège biconique par un accroissement de sa surface attractive, tout en adoptant la simplicité de la forme pyramidale qui permet d'en réduire le coût.

Quel protocole expérimental utiliser ? L'expérimentation en carré latin demande une rigueur et une attention extrêmes. En effet, de très nombreux facteurs peuvent intervenir pour fausser les résultats. Certains sont évitables telles les erreurs humaines ou la prédation des mouches capturées (par les fourmis surtout). D'autres le sont beaucoup moins :

- interactions avec des hôtes (circulation ou stationnement près des pièges) ;
- interactions entre pièges, lorsque les points de capture sont trop rapprochés et les populations glossiniennes faibles ;
- interactions lieux/jours, soit entre le climat et les caractéristiques des points de capture, par exemple l'effet d'une journée venteuse sur des points de capture plus ou moins à l'abri du vent du fait de leur environnement botanique, etc.

Le faible pouvoir discriminant du dispositif expérimental en carré latin est ici flagrant pour la mise au point de certains paramètres du piège tels que la dimension et la

forme de l'ouverture. Ce problème avait déjà été remarqué lors d'évaluations de l'effet de la taille du piège biconique sur le rendement : une première expérimentation par GOUTEUX *et al.* (13), avec des pièges de taille inférieure au standard, n'avait pas permis de mettre en évidence des différences significatives ; celles-ci ne sont apparues qu'à lors d'une seconde expérimentation, utilisant des pièges plus grands que le standard (9). Cependant, il est remarquable de constater que, dans les deux cas, l'expérience montre une constante et stricte proportionnalité entre la taille du piège et son rendement. Un tel résultat ne peut qu'être difficilement attribué au hasard. Il semble qu'une trop forte variabilité de l'activité journalière des glossines puisse masquer dans les carrés latins des différences d'efficacité réelles. Ce problème a été également soulevé par HARGROVE (21), qui propose une méthode complexe, utilisant des grilles électriques surdimensionnées (26), susceptibles selon nous d'introduire d'autres biais. Une autre approche, intéressante par sa simplicité, pourrait être celle de la mise en compétition de deux pièges ; mais elle a l'inconvénient de tester seulement l'efficacité à courte distance de chaque piège, l'attractivité des deux pièges à grande distance étant confondue. C'est néanmoins une excellente méthode de comparaison des systèmes de capture et de certains détails de forme ou de structure d'un piège.

Pourquoi un piège non imprégné d'insecticide et non un système attractif toxique (SAT) (2) ? Les raisons en sont les suivantes :

- la simplicité de la méthode est une donnée essentielle pour l'utilisation communautaire, l'imprégnation périodique d'insecticide introduisant une complexité supplémentaire ;
- les mouches tuées par l'insecticide ne sont pas visualisées. Or ceci est un facteur essentiel de participation (7) ;
- l'insecticide (deltaméthrine) coûte relativement cher et augmenterait le prix des pièges ;
- un effet irritant succède à l'effet létal dans le cas d'utilisation de pyréthrinoides de synthèse (9). Ceci peut diminuer l'efficacité du piégeage en cas de réimprégnations incorrectes (sous-dosées, mal faites, trop espacées dans le temps) ;
- le danger de la manipulation de l'insecticide par les communautés ne doit pas être sous-estimé. Il est nécessaire d'utiliser des gants et de tenir le produit hors de portée des enfants ;
- enfin et surtout, les essais réalisés au Congo ont montré l'efficacité d'un piégeage sans insecticide (15).

Le piège bipyramidal est l'un des produits de l'école "ouest-africaine", lancée par CHALLIER. L'attractivité de la couleur bleue exercée sur les tsé-tsé a été mise en évidence empiriquement par RUPP (24) sur des écrans de

tissu, puis par CHALLIER *et al.* (3) en utilisant le piège biconique. L'analyse du spectre de réflectivité des différentes couleurs attractives n'a eu lieu que beaucoup plus tard (18, 19, 20). Toutefois, le succès du piège biconique et de ses dérivés monoconiques ou pyramidaux n'est pas à mettre sur le compte de ce qui ne serait qu'une "science empirique du piégeage" (25). Il s'agit plutôt, selon nous, d'une approche pragmatique qui repose sur des connaissances entomologiques approfondies et tient compte des contextes écologique, économique et humain.

GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. I. Design and development of a suitable trap to seminomadic breeders. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 287-294

Search for a new trap model, in order to enable the Peul breeders to control *Glossina fuscipes fuscipes* was made by studying separately the capture system, the design of the trap, the building materials. The result was the development of a pyramidal trap in polyester mosquito netting and polyethylene blue and black sheets. It is not impregnated with any insecticide, but uses a dry capture device which leads to killing and keeping of the flies. Its efficiency is 3 to 4 times larger than that of the classical Roubaud cage. The trap was also more efficient than any other biconic, pyramid and monoconic traps already known or designed. Some problems linked to the latin square experimental method and the interest of an insecticidal impregnation or not of the trap are discussed. *Key words* : *Glossina fuscipes fuscipes* - Bipyramidal trap - Insect control - Livestock protection - Peul breeder - Central African Republic.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été effectuée dans le cadre de l'ANDE avec un cofinancement Gouvernement centrafricain, Banque mondiale/FIDA, Fonds Européen de Développement, Fonds d'Aide et de Coopération (FAC, France). Nous remercions ici le Dr A. KOTA GUINZA pour la bienveillante attention qu'il a toujours accordée à nos travaux. Nous sommes également redevables à toute l'équipe du Service d'Entomologie de l'ANDE pour son aide sur le terrain.

GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República Centroafricana. I. Puesta a punto de una trampa adaptada a un medio de ganaderos seminómados. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 287-294

Con el objeto de realizar una nueva trampa destinada a los ganaderos centroafricanos (Peul) para la lucha contra *Glossina fuscipes fuscipes*, se experimentaron separadamente el sistema de captura, el cuerpo de la trampa y los materiales. Así se puso a punto la trampa bipiramidal de tul y plástico azul y negro, que no está impregnada con insecticida pero que captura en seco al matar y conservar las glosinas. El rendimiento es de dos o cuatro veces superior al de la jaula de Roubaud clasicamente utilizada. Dicha trampa es más eficaz que las bicónicas, piramidales o monocónicas ya conocidas o inéditas. Se discuten el poder discriminante del protocolo en cuadrado latino y el uso de la trampa con o sin insecticida. *Palabras claves* : *Glossina fuscipes fuscipes* - Trampa bipiramidal - Lucha contra los insectos - Protección de la ganadería - Ganadero Peul - República Centraoaficana.

BIBLIOGRAPHIE

1. BEAUX (M.F.), GOUET (H.), GOUET (J.P.), MORLEGHEM (P.), PHILIPPEAU (G.), TRANCHEFORT (J.), VERNEAU (M.). STAT-ITCF, manuel d'utilisation. Paris, ITCF, 1988. 153 p.
2. CHALLIER (A.). Perspectives d'utilisation des systèmes attractifs toxiques dans la lutte contre les glossines (*Diptera, Glossinidae*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (n° spécial) : 31-59.
3. CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.), LAVEISSIERE (C.). Amélioration du rendement du piège biconique pour les glossines (*Diptera, Glossinidae*) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1977, **15** : 283-286.
4. CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : *Diptera, Muscidae*). Description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1973, **11** : 251-262.
5. CUISANCE (D.). Bilan de quatre missions d'appui à l'unité de lutte contre les glossines dans le cadre du projet national de développement de l'élevage. Maisons-Alfort, Rapport IEMVT-BDPA-SCETAGRI, 1988. 62 p.
6. CUISANCE (D.). Le piégeage des tsé-tsé. Maisons-Alfort, IEMVT, 1989. 172 p. (Études et synthèses, n° 32).
7. CUISANCE (D.), GOUTEUX (J.P.), CAILTON (P.), KOTA-GUINZA (A.), N'DOKOUE (F.), POUNEKROUZOU (E.), DEMBA (D.). Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage zébu en RCA. *Soc. r. belge Ent.*, 1991, **35** (sous presse).

8. DAGNELIE (P.). Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Vol. 2. Gembloux, Presses agronomiques, 1978. 463 p.
9. DAGNOGO (M.), GOUTEUX (J.P.). Essai sur le terrain de différents insecticides contre *Glossina palpalis* (Rob.-Desv.) et *Glossina tachinoides* Westwood. I. Effet répulsif de OMS-1998, OMS-2002, OMS-2000, OMS-18 et OMS-570. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1983, **21** : 29-34.
10. DAGNOGO (M.), GOUTEUX (J.P.). Comparaison de différents pièges à tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) en Côte-d'Ivoire et au Congo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, **38** (4) : 371-378.
11. GOUTEUX (J.P.). Analyse statistique des expériences en carrés latins de taille 4, 5 ou 6. Analyse de variance, test d'additivité de Tuckey. Brazzaville, ORSTOM, N° 02/RAP/ENT/MED/84, 1984. 8 p.
12. GOUTEUX (J.P.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 295-299.
13. GOUTEUX (J.P.), CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). Modification et essais du piège à glossines (Diptera : Glossinidae) Challier-Laveissière. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1981, **19** : 87-99.
14. GOUTEUX (J.P.), LANCIEN (J.). Le piège pyramidal à tsé-tsé pour la capture et la lutte. Essais comparatifs et description de nouveaux systèmes de capture. *Trop. Med. Parasit.*, 1986, **37** : 61-66.
15. GOUTEUX (J.P.), NOIREAU (F.), SINDA (D.), FRÉZIL (J.L.). Essais du piège pyramidal contre *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) dans le foyer du Niari (Région de la Bouenza, République populaire du Congo). *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1986, **24** (3) : 181-190.
16. GOUTEUX (J.P.), SINDA (D.). Community participation in the control of tsetse flies. Large scale trials using the pyramid trap in the Congo. *Trop. Med. Parasit.*, 1990, **41** (1) : 49-55.
17. GOUTEUX (J.P.), SINDA (D.). Field trials of various models of the pyramid trap on *Glossina palpalis* in the Congo. *Ent. exp. applic.*, 1990, **54** : 281-286.
18. GREEN (C.H.). The effect of colour on trap and screen-orientated responses in *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 1988, **78** : 591-604.
19. GREEN (C.H.). The use of two-coloured screens for catching *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 1989, **79** : 81-93.
20. GREEN (C.H.), FLINT (S.). An analysis of colour effects in the performance of the F2 trap against *Glossina palidipes* Austen and *G. morsitans morsitans* Westwood (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 1986, **76** : 409-418.
21. HARGROVE (J.W.). Improved estimates of the efficiency of traps for *Glossina morsitans morsitans* Westwood and *G. palidipes* Austen (Diptera : Glossinidae), with a note on the effect of the concentration of accompanying host odour on efficiency. *Bull. ent. Res.*, 1980, **70** : 579-587.
22. LAVEISSIERE (C.). Les glossines. Guide de formation et d'information. Sér. lutte antivectorielle. Genève, OMS, 1988. 91 p.
23. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), GREBAUT (P.). Recherche sur les écrans pour la lutte contre les glossines en région forestière de Côte-d'Ivoire. Mise au point d'un nouvel écran. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1987, **25** (3-4) : 145-164.
24. RUPP (H.). Contribution à la lutte contre les tsé-tsé. Influence "d'étoffes attractives", imprégnées de DDT, sur *Glossina palpalis* ssp. *martinii* Zpt. *Acta trop.*, 1952, **9** (4) : 289-295.
25. VALE (G.A.). The trap-orientated behaviour of tsetse flies (Glossinidae) and other Diptera. *Bull. ent. Res.*, 1982, **72** : 71-93.
26. VALE (G.A.), HARGROVE (J.W.). A method of studying the efficiency of traps for tsetse flies (Diptera : Glossinidae) and other insects. *Bull. ent. Res.*, 1979, **69** : 183-193.

La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine.

II. Caractéristiques du piège bipyramidal

J.P. Gouteux¹

GOUTEUX (J.P.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 295-299

L'auteur donne la description et le mode de fabrication du piège bipyramidal. Ce piège fait actuellement l'objet d'un programme d'évaluation en vraie grandeur dans le cadre d'une lutte anti-tsé-tsé autogérée par les éleveurs semi-nomades de République centrafricaine (Mbororo). Il est démontable, facilement transportable et ne demande aucune manipulation complexe. Le prix de revient d'un piège est d'environ 30 FF au maximum (1 500 francs CFA). *Mots clés* : *Glossina fuscipes fuscipes* - Lutte anti-insecte - Piège bipyramidal - Protection de l'élevage - Éleveur Peul - République centrafricaine.

INTRODUCTION

Un des premiers impératifs de mise en place d'une lutte anti-tsé-tsé autogérée par les éleveurs est de disposer d'un piège au coût relativement bas, compatible avec le budget moyen d'un éleveur centrafricain et pouvant être compétitif avec le coût des traitements préventifs et curatifs des trypanosomoses (3).

Les dépenses familiales moyennes en produits vétérinaires s'élevaient en 1990 à 36 600 francs CFA par an (6). Une enquête auprès de la Fédération Nationale des Éleveurs Centrafricains (FNEC) montre que les trypanocycles (Bérénil[®], Trypamidium[®], Novidium[®]) représentent 65 à 75 p. 100 des chiffres globaux de vente de ces produits (2). Le montant consacré à la lutte contre les trypanosomoses est donc de 23 à 27 000 francs CFA. Le piège préalablement utilisé en République centrafricaine était le piège biconique (1) dont le prix se situait en 1990

dans une fourchette de 7 500 à 15 000 Francs CFA, ce qui est très lourd pour le budget d'un éleveur (LE MASSON, comm. pers.). De fait, aucun exemplaire de ce piège commercialisé en 1990 par la FNEC au prix de 7 500 francs CFA**** n'a été vendu.

Le piège bipyramidal est un nouveau piège conçu dans le cadre d'un programme de recherche de l'Agence Nationale de Développement de l'Élevage (ANDE) sur la protection de l'élevage en zone de savane humide. Ce piège a été mis au point dans un but d'autogestion de la lutte par les éleveurs, en tenant compte des contraintes imposées par cette stratégie. Les essais ayant permis sa conception font l'objet de la première partie de cet article (5). La présente partie en donne le mode de fabrication (façon, matériaux), la description, le fonctionnement et enfin une étude détaillée du coût.

DESCRIPTION

Corps du piège

Ce piège (photo 1) n'a ni arceau ni cône métalliques. Sa forme est donnée par trois baguettes de bois d'un mètre environ. Ces baguettes sont amovibles, maintenues par un gousset de tissu aux deux extrémités. Le piège est suspendu, il ne nécessite donc pas de piquet de métal. Il est pliable (il tient dans une enveloppe 21 x 29,7 cm) et donc facilement transportable.

Système de capture

Le système de capture choisi après des essais comparatifs (5) est composé d'une bouteille de plastique souple (en polyéthylène de haute densité PEHD) enfilée sur un cône de bouteille découpée. Celui-ci fait fonction de dispositif anti-retour et de point d'attache d'une cordelette qui servira à la suspension du piège. Le système se vide par le goulot fermé par un bouchon. Une solution d'insecticide passée dans la bouteille (deltaméthrine***** diluée à 10 mg/l) est suffisante pour imprégner les parois de façon durable. Ceci présente surtout l'intérêt d'empêcher la prédation des glossines tuées par les fourmis, car les mouches capturées ne survivent pas longtemps à l'insolation à l'intérieur de la bouteille (effet de serre).

1. ORSTOM, BP 893, Bangui, République centrafricaine.

Reçu le 17.12.1990, accepté le 17.6.1991.

* Diminazène. ** Chlorhydrate de chlorure d'isométramidium.

*** Chlorure d'homidium.

**** Ce dernier prix n'étant obtenu que grâce à la fabrication dans un atelier de la FNEC des parties métalliques du piège (piquet, cage, support apicale, arceau) et étant encore volontairement sous-estimé.

***** Pyréthrinolide de synthèse commercialisé sous le nom de K-Othrine[®] par Roussel-Uclaf (C.E. à 25 g/l).



Photo 1 : Piège bipyramidal en place près d'un abreuvoir.

Ce système est paradoxalement à la fois le plus efficace, puisqu'un piège équipé de ce système a un rendement équivalent à deux ou trois pièges identiques équipés de cages Roubaud, et le moins cher. Il ne coûte que 125 F CFA contre plus de 2 500 F CFA pour la cage Roubaud et son support.

FABRICATION

Matériaux

Le tulle moustiquaire utilisé (Ondine, fournisseur : Tarare, France, réf. 1121 AA maille DT6) est vendu sous forme de rouleaux de 30,4 m de long et 1,2 m de large. Il est à 100 p. 100 en polyester avec une maille de 2,5 mm.

Les films plastique (fabricant : Plastherm, Montreuil, France, réf. films PE Laize n° 4021 bleu et n° 1821 noir) sont en polyéthylène et présentés sous forme de rouleaux de 1,03 m de large pesant 100 kg, soit l'équivalent d'un peu plus de 1 000 m par rouleau. La coloration du

film bleu est donnée de façon objective par sa courbe de réflectivité (5). Les deux films ont été mis au point spécialement par la firme pour faire des pièges à tsé-tsé, utilisés à l'origine en Ouganda (LANCIEN, comm. pers.). Ces deux produits sont caractérisés, selon cette firme, "par une résistance de 300 °C à la chaleur, de 8 à la lumière" et qualifiée d'"excellente" à la migration (Plastherm, Comm. pers., 19.10.1990). Le pourcentage d'opacité du bleu est environ de 10 p. 100, celui du noir de 8 p. 100. Leur durée de vie dans des conditions d'ensoleillement maximal ainsi que les modifications de la coloration sont en cours d'étude. Ils sont garantis par le fabricant pour une durée de vie de 16 mois à deux ans.

Coupe

La coupe des matériaux de ce piège, tulle et plastique, a été conçue de façon à ce que la fabrication du piège ne laisse aucune perte : il n'y a pas de chute. Pour un piège, il faut : 0,90 m de plastique noir (en 1,00 m de large) ; 2,25 m de plastique bleu (en 1,00 m de large) ; 0,75 m de tulle moustiquaire (en 1,20 m de large).

Le détail de la coupe de ces matériaux est donné en figure 1. Un rouleau de tulle permet la confection de 40 pièges, un rouleau de plastique plus de 450 et 1 000 pièges, respectivement pour le bleu et le noir.

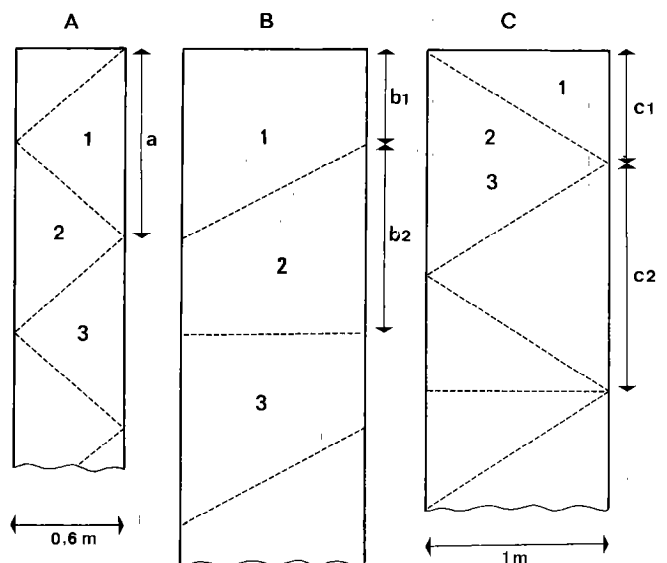


Fig. 1 : Schéma de découpe des matériaux. A : tulle moustiquaire en 1/2 largeur ($a = 1$ m) ; B : plastique bleu ($b_1 = 0,5$ m, $b_2 = 1$ m) ; C : plastique noir ($c_1 = 0,6$ m, $c_2 = 1,2$ m). Les tirets indiquent les lignes de découpe. Il faut trois parties (numérotées de 1 à 3) de chaque matériau pour faire un piège (voir fig. 2).

Assemblage

L'assemblage des trois parties du piège se fait simultanément (fig. 2). Une marge de 1 à 2 cm est réservée pour les ourlets. L'ouverture du piège est ensuite découpée selon un gabarit. Les goussets sont réalisés comme indiqué sur la figure 3. Un tailleur, avec un aide

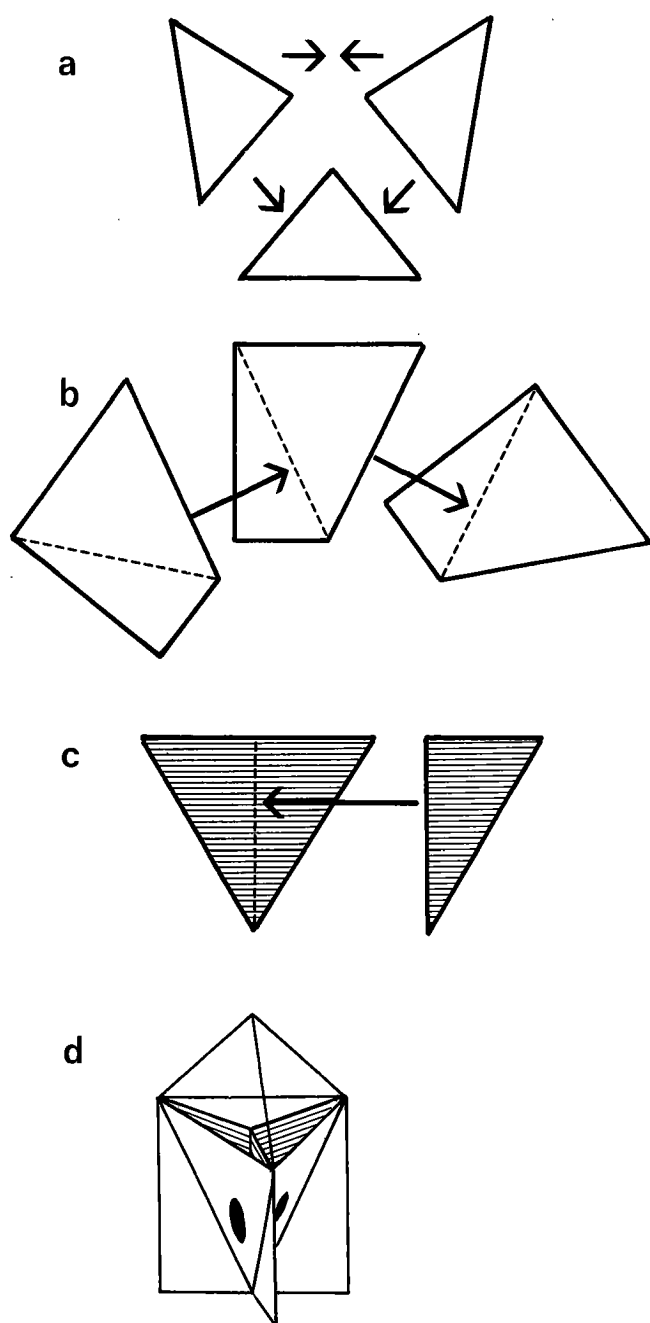


Fig. 2 : Assemblage du piège. a : pyramide supérieure en tulle ; b : pyramide inférieure bleue ; c : écrans inférieurs noirs ; d : piège composé des parties a + b + c. Dans la pratique, l'assemblage de ces trois parties se fait simultanément. Les tirets indiquent les lignes d'assemblage.

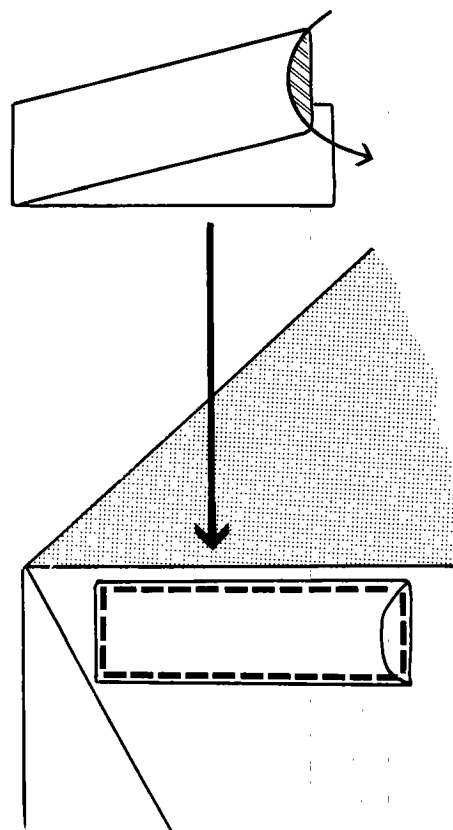


Fig. 3 : Schéma de découpe et de montage du gousset de tissu pour la fixation des baguettes.

pour la découpe des matériaux, assemble facilement 20 à 25 pièges par jour. Il est recommandé de percer le bas du piège pour éviter l'accumulation d'eau de pluie.

FONCTIONNEMENT

Montage

L'éleveur se procure trois baguettes souples d'environ un mètre (les pétioles émincés de palmiers font parfaitement l'affaire). Chaque baguette est introduite dans un gousset et pliée pour pénétrer le deuxième gousset. Un petit cordon de tissu est fixé au milieu de chaque côté et, s'attachant à la baguette, permet un bon déploiement du piège. Celui-ci est suspendu par le système de capture, à proximité de l'abreuvoir (près des berges), à l'aide de cordes artisanales (ou lianes), dans un endroit aussi visible que possible, de préférence ensoleillé, surtout en saison des pluies.

Entretien

Il est impératif de surveiller la montée des eaux pour reculer le piège des berges en période de crue. Les déchirures sont réparées avec du fil à coudre. Le piège ne nécessite aucune opération manuelle particulière, les tsé-tsé prises étant tuées par le système de capture. Il est possible de compter les mouches périodiquement ou lors de l'évacuation du trop-plein des captures.

COUT DU PIÈGE EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Matériaux

Tulle moustiquaire : le prix d'achat hors taxes du mètre en France est de 5,60 FF. Le prix d'achat rendu à Bangui incluant tous les frais annexes (transport, transitaire) est d'environ 8 FF/m (400 F CFA/m), soit pour un piège 6 FF.

Plastique bleu et noir : le prix d'achat hors taxes du kg en France est de 26,50 FF (1 kg = 12,5 m environ), soit un prix de revient à Bangui, incluant tous les frais annexes, d'environ 3 FF/m (150 F CFA), soit pour un piège environ 3 FF pour le noir et 7 FF pour le bleu.

Autres matériaux et accessoires : le prix des autres matériaux achetés sur place, pour la fabrication d'un piège, est le suivant : K-Othrine 0,16 FF, ficelle 0,34 FF, bouteilles 2,00 FF, fil à coudre 0,10 FF, soit un total de 2,60 FF.

Le coût de la totalité des matériaux d'un piège est donc de 18,60 FF, soit environ 20 FF ou 1 000 F CFA.

Fabrication

Le prix payé par unité au tailleur est de 6 FF, auquel on peut ajouter comme frais annexes et participations diverses 4 FF, ce qui fait un total de 10 FF par piège.

Le coût* total d'un piège est donc de 30 FF ou 1 500 francs CFA.

GOUTEUX (J.P.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. II. Characteristics of the bipyramidal trap. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 295-299

The author describes the properties and manufacturing of a bipyramidal trap. Building details are provided. It is easy to handle, settle and dismantle for transportation and does not need any special preparation such as an insecticidal impregnation. Its cost price is about 30 FF (1 500 CFA francs). The use of this trap by semi-nomadic breeders is actually submitted to a large scale evaluation programme. *Key words* : *Glossina fuscipes fuscipes* - Insect control - Bipyramidal trap - Livestock protection - Peul breeder - Central African Republic.

DISCUSSION

Ce prix peut être facilement compressé par la récupération des bouteilles, l'abaissement du prix de la confection à 4 FF en fonction de la production, la suppression de divers frais évitables, l'achat en plus grande quantité de matériaux, d'où la possibilité d'un coût total pour un piège inférieur à 24 FF (1 200 F CFA).

CONCLUSION

Le piège bipyramidal améliore de dix fois le meilleur rapport efficacité/coût du piège biconique. Il fait actuellement l'objet d'une évaluation en vraie grandeur dans le cadre d'une lutte autogérée par les éleveurs semi-nomades de République centrafricaine (Mbororo). La stratégie d'utilisation de ce piège ne vise pas ici une éradication des tsé-tsé, même localisée, mais un allègement de la pression vectorielle dans les points de contact tsé-tsé/bétail : les portions de galeries défrichées par les éleveurs pour abreuver leurs bêtes. Son utilisation dans d'autres contextes et à d'autres fins est envisageable : protection de ranch, lutte intégrée, etc. En Centrafrique, c'est la même espèce de tsé-tsé, *G. fuscipes fuscipes* Newstead, 1910, qui est le principal vecteur des trypanosomoses animales dans les zones d'élevage et de la maladie du sommeil à *T. brucei gambiense*, Dutton, 1902, dans le plus grand foyer du pays (Nola, en zone forestière). Conçu à l'origine pour un programme de recherche sur la protection de l'élevage, l'utilisation de ce piège dans le cadre de la santé humaine pourra donc être une heureuse retombée.

* Le détail précis des calculs des coûts est donné dans un rapport disponible sur demande à l'auteur (4). Le piège bipyramidal est actuellement commercialisé par la FNEC à 2 000 F CFA dans son réseau de vente et à 1 750 F CFA pour les Groupements d'Intérêt Pastoraux (GIP).

GOUTEUX (J.P.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República Centroafricana. II. Características de la trampa bipyramidal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 295-299

El autor describe la trampa bipyramidal y el modo de fabricación. Actualmente se desarrolla un programa de evaluación de la trampa con arreglo a una lucha contra las moscas tse-tse automanejada por los ganaderos seminómadas de República Centroafricana (Mbororo). Es desmontable, fácilmente transportable y sin manejo complejo. Es de unos 30 FF al máximo (1 500 F CFA) el precio de coste de una trampa. *Palabras claves* : *Glossina fuscipes fuscipes* - Lucha contra los insectos - Trampa bipyramidal - Protección de la ganadería - Ganadero Peul - República Centroafricana.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.), LAVEISSIERE (C.). Amélioration du rendement du piège biconique pour les glossines (Diptera, Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1977, **15** : 283-286.
2. CUISANCE (D.). Bilan de quatre missions d'appui à l'unité de lutte contre les glossines dans le cadre du projet national de développement de l'élevage. Maisons-Alfort, Rapport IEMVT-BDPA-SCETAGRI, 1988. 62 p.
3. CUISANCE (D.), GOUTEUX (J.P.), CAILTON (P.), KOTA-GUINZA (A.), N'DOKOUE (F.), POUNEKROUZOU (E.), DEMBA (D.). Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage zébu en République centrafricaine. *Soc. r. belge Ent.*, 1991, **35** (sous presse).
4. GOUTEUX (J.P.), BLANC (F.). Coût du piège bipyramidal à tsé-tsé "ANDE". Bangui, ORSTOM-ANDE, 1990. 3 p.
5. GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 287-294.
6. LE MASSON (C.), REMAYEKO (A.). Les éleveurs Mbororo. Étude socio-économique. Bangui, ANDE, 1990. 227 p.

F. Blanc ¹

ENTOMOLOGIE

J.P. Gouteux ²D. Cuisance ³E. Pounekrozou ⁴A. Le Masson ⁴F. N'Dokoue ⁴M. Mainguet ⁴F. D'Amico ²F. Le Gall ⁴

La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine.

III. Vulgarisation en milieu Mbororo

BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), POUNEKROZOU (E.), LE MASSON (A.), N'DOKOUE (F.), MAINGUET (M.), D'AMICO (F.), LE GALL (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. III. Vulgarisation en milieu Mbororo. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 301-307

Les auteurs décrivent la problématique du transfert de technologie que représente l'adoption par les éleveurs Mbororo de la lutte par piégeage. Cette lutte est dirigée contre le principal vecteur des trypanosomoses du bétail, *Glossina fuscipes fuscipes*, et utilise le piège bipyramidal. La vulgarisation de cette technique s'appuie sur les structures mises en place pour le développement de l'élevage en République centrafricaine. Les voies et les moyens de cette vulgarisation sont décrits et commentés. *Mots clés* : *Glossina fuscipes fuscipes* - Lutte anti-insecte - Vulgarisation - Transfert de technologie - Piège bipyramidal - Éleveur Mbororo - République centrafricaine.

Après un bref rappel des caractéristiques de l'élevage Peul en République centrafricaine et les exigences du piège à tsé-tsé, la technique du piégeage est analysée en la comparant à une grille des innovations. Après la description des moyens disponibles, les voies et moyens utilisés pour la diffusion et la vulgarisation ainsi que pour le suivi-évaluation sont exposés.

UNE CONCEPTION DE LA LUTTE ANTIVECTORIELLE ADAPTÉE AU MILIEU PEUL

INTRODUCTION

Après la mise au point par GOUTEUX *et al.* (10) d'un outil adapté, le piège bipyramidal (9), l'Agence Nationale de Développement de l'Élevage (ANDE) débutait en septembre 1990 sa diffusion parmi les éleveurs en RCA.

Dès sa conception, le programme de lutte contre les tsé-tsé avait pour objectif la prise en charge financière et technique par les éleveurs de la lutte par piégeage. Ceci constituait une innovation puisque la lutte antivectorielle pour la protection de l'élevage n'a jamais dépassé, en Afrique centrale, le cadre des services spécialisés.

En République centrafricaine, le cheptel bovin est constitué à 95 p. 100 de zébus trypanosensibles détenus par les Peuls Mbororos. Ces éleveurs, arrivés via le Cameroun dans les années 1920, se sont répandus sur tout le territoire jusqu'à la limite des zones infestées actuellement par *G. m. submorsitans* (12). Leur pratique de l'élevage est celle d'une occupation maximale de l'espace : un élevage extensif auquel s'ajoute une stratégie de fuite en cas de problèmes d'ordre sociologique ou zoosanitaire. Il peut s'agir de conflits avec les villageois agriculteurs ou de problèmes avec leur propre chefferie dus par exemple à des impositions trop fortes. La dégradation des pâturages ou des contraintes sanitaires trop fortes (péripleurmonie, peste, babésiose ou trypanosomoses) peuvent également conduire les éleveurs à se déplacer. La surexploitation anarchique des savanes herbacées entraîne leur envahissement par les ligneux et "l'herbe du Laos", *Chromolaena odorata*. Cette dégradation, qui va en s'amplifiant, est actuellement très importante à l'ouest du pays dans les anciennes zones d'élevage. D'autre part, la pullulation des tiques est favorisée par l'utilisation, pendant plusieurs années, des mêmes pâtures. Cette pratique conduit à une grande instabilité à moyen terme : un campement n'est occupé en moyenne que 8,7 années (11). La transhumance de saison sèche demeure la règle dans 76 p. 100 des cas (11). En

1. Kitchener House, 6 Garden terrace, EH16 5QH, Edimburgh, Écosse, Royaume-Uni.

2. ORSTOM, BP 893, Bangui, République centrafricaine.

3. IEMVT-CIRAD, c/o ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France.

4. ANDE, BP 1509, Bangui, République centrafricaine.

Reçu le 6.5.1991, accepté le 18.9.1991.

F. Blanc J.P. Gouteux D. Cuisance E. Pounekrozou A. Le Masson F. N'Dokoue M. Mainguet
F. D'Amico F. Le Gall

République centrafricaine, où subsistent encore de riches pâturages intacts, cette attitude, qui peut paraître la plus adaptée, risque cependant de poser des problèmes à long terme.

Pour un troupeau moyen de 125 bêtes, 18 p. 100 du budget annuel est consacré aux dépenses d'élevage (11) et 80 p. 100, soit près de 30 000 francs CFA, concerne les médicaments trypanocides (7). Cette somme, qui ne permet pas une chimioprophylaxie systématique des trypanosomoses du bétail, pourrait être utilisée en partie pour la lutte contre le vecteur *G. f. fuscipes*, espèce riveraine. Le nouveau modèle de piège proposé (10) répond à des critères d'efficacité, de prix et de facilité de manipulation.

Installé par les éleveurs sur les abreuvoirs, ce piège est censé réduire la pression glossinienne à ce point de contact préférentiel bétail/tsé-tsé, abaissant la transmission des trypanosomoses à un niveau supportable. Le piégeage comporte néanmoins des incertitudes : la pratique d'une transhumance itinérante ne permet pas à cette technique d'être pleinement efficace. Les premières observations montrent que la réduction des densités de tsé-tsé en saison sèche n'est significative qu'au bout d'un mois. Cependant, à défaut d'épuiser les populations de *G. f. fuscipes*, l'action du piège se traduirait par un impact sur la transmission des trypanosomoses en diminuant le contact bétail/tsé-tsé et en éliminant les glossines âgées qui sont, épidémiologiquement, les plus dangereuses*. Dans cette optique, le piégeage a pour but d'améliorer la situation sanitaire du lieu et non l'éradication des populations de tsé-tsé.

La vulgarisation consiste à faire connaître cet outil, à réaliser sa diffusion dans le milieu éleveur et à promouvoir son utilisation adéquate. La République centrafricaine dispose pour cela de deux puissantes infrastructures : l'ANDE et la FNEC.

LA TECHNIQUE DE PIÉGEAGE : UNE INNOVATION SIMPLE

GENTIL (8) propose une typologie des innovations basée sur les caractéristiques suivantes :

- importance des changements apportés : l'innovation est-elle simple, irradiante ou s'agit-il d'un système cohérent de techniques ?
- le rapport coût/efficacité, en argent et en temps de travail ;

- le risque encouru ;

- la rapidité du résultat ;

- l'innovation résulte des discussions et des expérimentations avec les éleveurs et apparaît comme une réponse aux problèmes qu'ils expriment.

Ces critères permettent d'estimer l'acceptabilité de l'innovation par les éleveurs.

La technique n'entraîne pas de changements dans le système de production

En effet, rien ne change dans la conduite de l'élevage. La technique est simple et ne demande aucune autre mesure d'accompagnement.

Le rapport revenu monétaire supplémentaire/coût de l'innovation est élevé et l'augmentation de la charge de travail n'est pas trop forte

Le prix relativement bas du piège (2 000 F CFA) doit être compensé par les économies sur les achats de médicaments et les gains de productivité. Il est trop tôt pour estimer ce supplément de revenus mais les frais engagés restent réduits. Il faut en moyenne 5 pièges par éleveur, soit 10 000 francs, c'est-à-dire le tiers des dépenses faites pour l'achat des trypanocides.

L'installation et l'entretien du piège exigent peu de temps, seule la surveillance au moment des pluies et des crues demande plus d'attention. Une remarque cependant : alors que ce sont les éleveurs qui s'équipent en pièges, ce sont, généralement, leurs enfants qui sont chargés de les placer, de les relever en cas de crue ou de les nettoyer ; les femmes recousent les déchirures. La vulgarisation développée ici essaye de tenir compte de ces groupes sociaux. L'achat des pièges par l'éleveur lui-même est un puissant facteur d'intérêt quant à leur entretien et leur préservation.

L'innovation ne fait pas encourir de risques

Le risque est nul car il y a toujours la possibilité de recourir aux trypanocides. L'utilisation des pièges ne constitue pas une alternative mais un supplément pour la lutte. Actuellement, les éleveurs ne perçoivent pas de risques éventuels mais ceci reste à confirmer.

Les résultats du piégeage sont immédiatement visibles

La méthode présente l'intérêt de visualiser les mouches capturées dès sa mise en place. C'est un facteur de motivation essentiel, plus concret pour l'éleveur qu'une évaluation précise de l'impact économique.

La trypanosomose est l'un des problèmes pour lesquels les éleveurs demandent une intervention des Services de l'Élevage

Cette maladie ("wadahounde" en Foulfouldé) revient comme un leitmotiv dans leurs conversations. Par

* Cet aspect est en cours d'étude et fera l'objet du prochain article de cette série.

ailleurs, l'adaptation de la technique a été réalisée dans leurs campements et les fils des éleveurs ont participé aux essais préliminaires. Cette technique entre dans la logique de fonctionnement de ces élevages : de par sa maniabilité, le piège est aisément déplacé d'un abreuvoir à l'autre ou vers les points d'eau de transhumance.

LES VOIES ET MOYENS DE LA DIFFUSION

En République centrafricaine, deux organismes interviennent dans le domaine de l'élevage, l'ANDE et la FNEC.

L'Agence Nationale de Développement de l'Élevage regroupe le Service d'Entomo-protosoologie (SE) ainsi que la Cellule de Formation et de Coordination

de la Vulgarisation (CFCV), dont le fonctionnement s'inspire du système "formation et visites" (2, 3). Ce service s'appuie sur 143 agents de terrain répartis dans toutes les zones d'élevage du pays : 33 chefs de secteur supervisant 110 chefs de poste. Ils sont chargés, entre autres, de la diffusion des messages techniques.

La Fédération Nationale des Éleveurs Centrafricains regroupe les représentants des éleveurs. Sa base est constituée par des associations nommées "Groupement d'Intérêt Pastoral" (GIP) qui constituent un réseau, plus ou moins dense suivant les régions, de 116 coopératives rassemblant 3 100 éleveurs environ. Le Département de l'Animation Mutualiste (DAM) s'occupe de l'encadrement et de la dynamisation de ces GIP.

Se rattache également à la FNEC, le Département des Intrants (DI), qui assure la commercialisation et la distribution des produits nécessaires à l'élevage (médicaments, clôtures, sel, natron...).

La diffusion de la technique se réalise en association avec ces différentes structures (fig. 1).

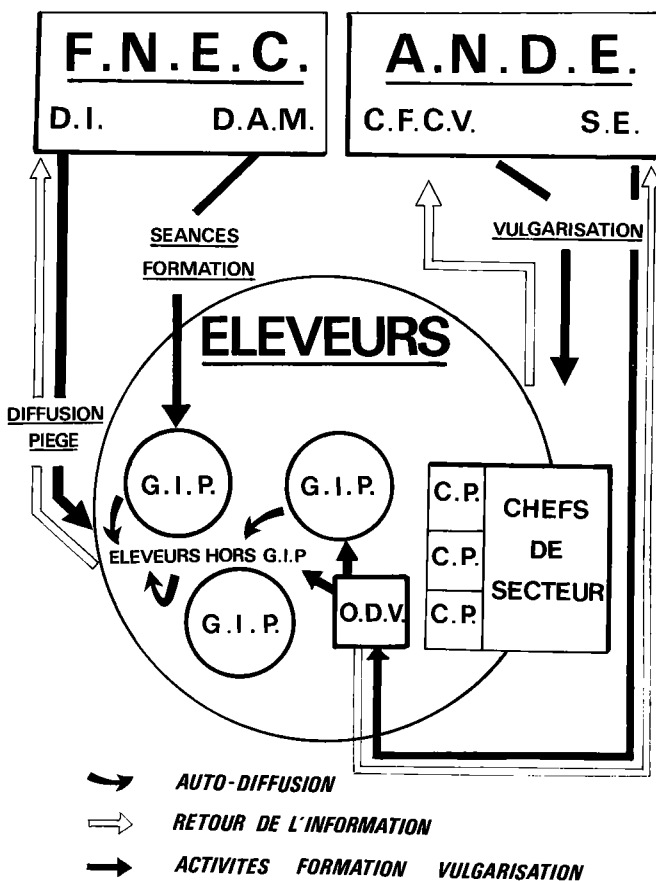


Fig. 1 : La FNEC et l'ANDE sont concernées par la diffusion de la technique du piégeage. La FNEC inclut le Département des intrants (DI), le Département de l'animation mutualiste (DAM) et réunit les Groupements d'intérêt pastoral (GIP). Au sein de l'ANDE, les services concernés sont la Cellule de formation et de coordination de la vulgarisation (CFCV) et le Service d'entomo-protosoologie (SE). La CFCV supervise les chefs de secteur et les chefs de poste (CP). Le SE organise les Opérations de démonstration et vulgarisation (ODV) qui concernent le piégeage.

DÉROULEMENT DE LA VULGARISATION

BILLAZ et LEFORT (4) considèrent pour des vulgarisations de ce type plusieurs niveaux : la démonstration, l'information, la fourniture d'intrants et le suivi de l'adaptation.

Les opérations de démonstration et vulgarisation (ODV)

Elles ont lieu dans le cadre mixte SE-CFCV et répondent aux deux premiers niveaux. Sur la demande des grands "ardos" (chefs coutumiers), une équipe de techniciens est placée dans une région d'élevage. Ils ont pour charge d'enseigner aux éleveurs l'utilisation du piégeage. Ils leur fournissent un nombre suffisant de pièges pour protéger leurs abreuvoirs et assurent, en leur présence, les différentes opérations (pose, entretien, relevé). Les premières ODV utilisaient le piège biconique (6) et ont duré un an. Elles ont servi également de base expérimentale pour apprécier l'efficacité de la technique du piégeage et mettre au point les innovations nécessaires à son utilisation communautaire. Désormais, la rotation des équipes d'un campement à l'autre est mensuelle et les pièges ne sont plus fournis gratuitement.

F. Blanc J.P. Gouteux D. Cuisance E. Pounekrozou A. Le Masson F. N'Dokoue M. Mainguet
F. D'Amico F. Le Gall

Les supports matériels de la diffusion-vulgarisation

Ces ODV sont restreintes à quelques points, ce qui est insuffisant même si la "vulgarisation par-dessus la haie" permet au message d'atteindre un nombre plus important d'éleveurs. Pour multiplier la diffusion, une collaboration avec le Département Animation Mutualiste de la FNEC et la Cellule de Formation et de Coordination de la Vulgarisation de l'ANDE était indispensable. Ceux-ci ont contribué à la mise au point des moyens nécessaires à la diffusion, à savoir : une affiche publicitaire (fig. 2), une fiche technique sur le piégeage et ses modalités (fig. 3), un diaporama à mettre à la disposition des formateurs.

De plus, la carte d'éleveur, attestant l'adhésion à la FNEC (en théorie non obligatoire mais en pratique fortement recommandée, notamment vis-à-vis des autorités locales), servira également de support à la diffusion de la technique avec, au dos, une mention "je

lutte contre les tsé-tsé" et le dessin d'un piège. Enfin, des messages radiophoniques complètent cette campagne.

Le réseau des GIP

Il constitue une courroie de transmission précieuse permettant de toucher l'ensemble de la chefferie traditionnelle, qu'il est indispensable d'associer à ce genre d'opération. De plus, il a été établi, qu'en moyenne, chaque éleveur-membre en informe ensuite trois autres par contact direct (LE MASSON, non publié). Cette forme de vulgarisation est recommandée par BELONCLE (1) qui, s'il remet en question la nécessité d'un encadrement rapproché, insiste en revanche sur la participation des intéressés aux discussions autour des innovations ainsi qu'à leur adaptation.

Au cours du mois de septembre 1990, le service d'Entomo-protosoologie a profité des réunions des fédérations de GIP pour informer les "ardos", obtenir leur aval et réaliser des démonstrations (visite aux abreuvoirs et discussion). Des formateurs restaient quelque temps chez les acheteurs de pièges. Actuellement, des techniciens profitent des tournées de routine des agents de l'Animation Mutualiste sur le réseau des GIP pour joindre à nouveau les éleveurs et répondre à leurs suggestions sur le piégeage.

Les chefs de poste et de secteur d'élevage

Les 143 agents de la CFCV ont reçu des pièges dont ils exposent le fonctionnement et l'entretien lors des visites aux éleveurs. Ces techniciens ont été recyclés, soit lors des sessions de formation continue, soit à l'occasion de tournées. D'autres séances de mise à jour sont régulièrement organisées. L'efficacité de ces agents dépend beaucoup de la qualité des contacts individuels qu'ils entretiennent avec les éleveurs.

FABRICATION, COMMERCIALISATION ET DISTRIBUTION

La fabrication du piège et sa vente sont prises en charge par le Département des Intrants de la FNEC, qui dispose de toute la logistique nécessaire et, en premier lieu, d'un important réseau de distribution (15 dépôts) couvrant presque tout le pays. Le prix de vente de 2 000 francs CFA (9) permet un bénéfice de 25 p. 100, en excluant les frais élevés occasionnés par la distribution. Cependant,

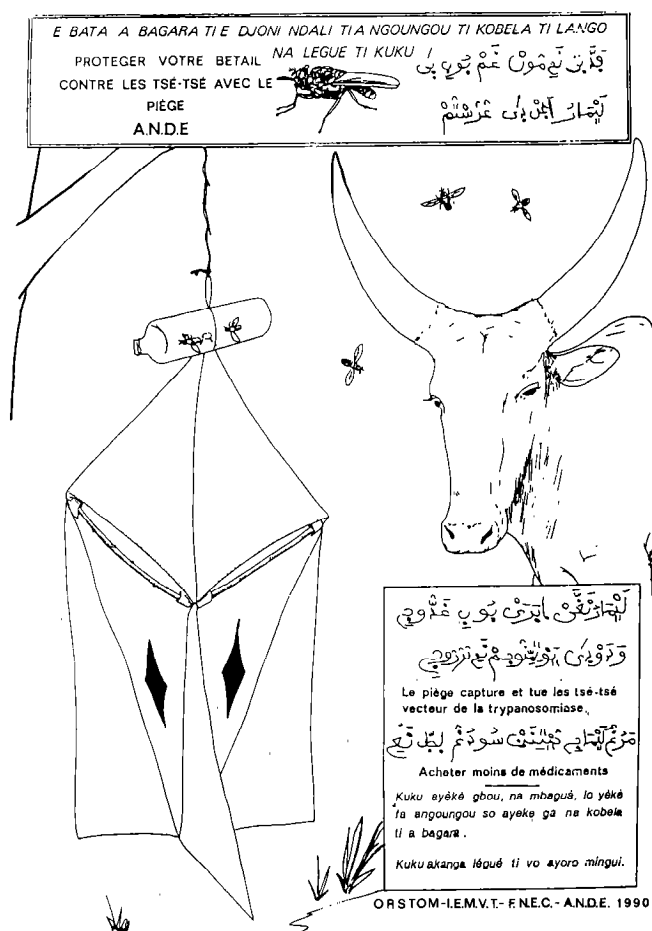
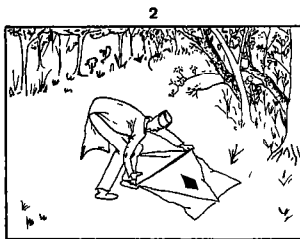


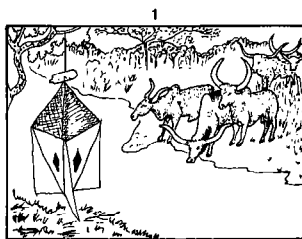
Fig. 2 : Cette affiche, placardée dans tous les points de vente de la FNEC (dépôts), est distribuée à l'échelon des postes et des secteurs d'élevage.

**MONTAGE ET ENTRETIEN
DU PIEGE A.N.D.E
CONTRE LES TSÉ-TSÉ**

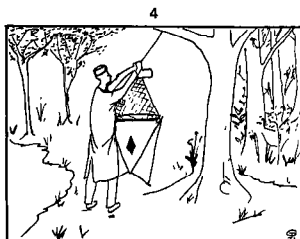
KODE TI LEKENGU NA TI
BATANGO KOUKOU TI A.N.D.E
NDALI TI A NGOUNGOU TI
KOBELA TI LANGO



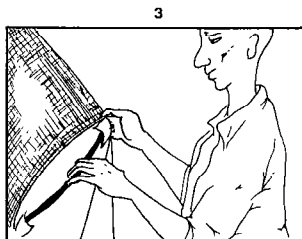
Pour être posé, le piège est d'abord déplié.
Ti kanga koukou ni, alingbi a zi yani kozoni si.



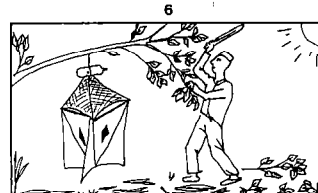
Le piège doit être placé à l'abreuvoir et être bien visible.
Alingbi a zia koukou ni na ndo so abagara ayèkè gno ngou ti ala da; koukou ni alingbi ti douti nga na ndo so péré ayèkè da mingui pèpè.



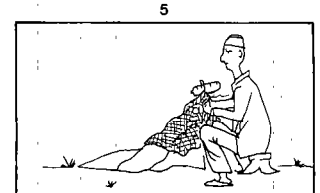
Puis le piège est monté et accroché à un support (branche, piquet) à l'aide de ficelle ou de liane.
Na péko ni akanga koukou ni na ndouzou na tère ti mbéni kéké so alou na sésé ouala na tère ti mbéni maboko ti kéké so ayèkè na ndouzou.



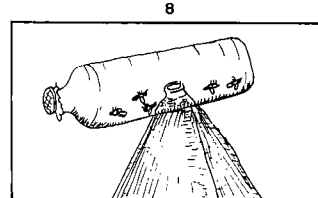
3 baguettes de bois souple sont coupées aux dimensions et sont placées de chaque côté.
Alingbi a fa akété wokongo kéké ota ti zia na mbagué, si koukou ni a kpéngba ndjoni.



Il faut couper les herbes et les branches pour que le piège soit bien visible et au soleil.
Ayèkè ndjoni afa apéré, na amaboko ti kéké so koué ayèkè na tère ti koukou ni si là assou da ndjoni.



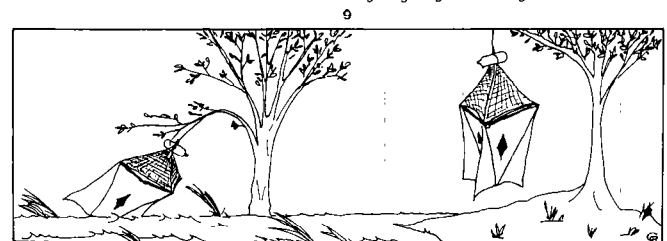
Si le piège est déchiré, il doit être réparé (recousu) avec du fil et une aiguille.
Tongana koukou ni assourou, alingbi ti fou-ni na soua na kamba séngué.



Les mouches entrent dans la bouteille et sont tuées.
Fadé angoungou ti kobéla ti lango alinda na ya ti nganga ti koukou ni si ala kou.



Pendant la transhumance, les pièges sont démontés et pliés pour être replacés aux nouveaux abreuvoirs.
Tongana ala yé ti goué ti gui fini péré na mbéni ndo, ayèkè ndjoni ti loungoula koukou ni ti goué ti zia na fini ndo ti gnongo ngou ti a bagara.



En saison des pluies, lorsque l'eau monte, il faut placer le piège plus haut.
Na tango ti ngou nzapa, tongana ngou assoukou mingui, ayèkè ndjoni a kanga koukou ni na ndouzou a-hon ti kozoni

ORSTOM-LEMVT- FNEC- A.N.D.E. 1990

Fig. 3 : Fiche technique sur le piégeage. Ce document, existant également en Fulfuldé-français, est diffusé aussi largement que possible.

ce produit est intégré dans le réseau de vente de la FNEC de la même façon que les autres fournitures pour l'élevage.

**SUIVI DE LA DIFFUSION
ET RETOUR
DE L'INFORMATION**

Le suivi de l'adaptation est indispensable pour évaluer l'impact et la qualité de la diffusion du message. Il est également nécessaire dans le cas d'une utilisation à l'échelon national pour appréhender les problèmes éventuels et pour leur apporter des solutions techniques. Trois voies sont utilisées : les chefs de poste, les agents des ODV, les gérants des dépôts FNEC.

Les notes prises par les chefs de poste sont collectées par les chefs de secteur et transmises à leur direction régionale sous forme de rapports trimestriels. Les agents des ODV rendent compte au service d'Entomo-protosoologie de leurs activités. Les gérants de dépôt des pharmacies FNEC doivent remplir une fiche pour chaque piège vendu. Cette fiche doit revenir au service et permettre de dresser la carte de diffusion des pièges. Les gérants reçoivent la visite mensuelle de contrôleurs des intrants qui collectent les fiches à cette occasion.

DISCUSSION

Quel est le mode d'action du piège pour un éleveur Mbororo ? Pour un scientifique, celui-ci réside dans son attractivité et son efficacité résultant de l'association des

F. Blanc J.P. Gouteux D. Cuisance E. Pounekrozou A. Le Masson F. N'Dokoue M. Mainguet
F. D'Amico F. Le Gall

couleurs bleu et noir. Les éleveurs, d'un naturel pourtant curieux et inquisiteur, n'ont pratiquement jamais posé de questions à ce sujet. Il serait intéressant de réaliser une enquête afin de mieux cerner la manière dont ils perçoivent le piège. Une meilleure connaissance de la représentation culturelle du piégeage par les éleveurs permettrait peut-être de trouver les facteurs clés pour sa diffusion. Une étude de ce type fournirait de toute façon une aide précieuse à la vulgarisation.

Les Mbororos de Centrafrique ne sont pas encore stabilisés, ni socialement, ni géographiquement, comme le révèlent les déplacements et les installations de chefferies ainsi que la persistance des migrations (12). Contrastant avec la mobilité traditionnelle Peul, s'amorce un processus de sédentarisation. Les zones disponibles pour l'élevage se réduisent progressivement. Le déroulement de cette sédentarisation dépendra de la maîtrise sanitaire, qui passe notamment par un contrôle des glossines pour éviter leur prolifération dans ces zones*. La protection de l'abreuvoir par l'installation de pièges est-elle une manifestation de la sédentarisation, ou, en renforçant le sentiment

d'appropriation territoriale, un facteur de cette sédentarisation ? Ce point mérite d'être étudié au cours des prochaines années.

CONCLUSION

Les principaux aspects à prendre en compte dans la vulgarisation d'une technique sont : la descente, l'échange et la remontée de l'information. Les moyens assurant une bonne diffusion du message vers les intéressés existent en République centrafricaine et sont diversifiés. Les éleveurs ont participé non seulement aux discussions concernant l'innovation, mais aussi à son adaptation, devant aboutir à l'appropriation du thème technique. Enfin, des voies ont été créées pour une remontée fructueuse des informations. D'ores et déjà cette expérience constitue la première tentative de prise en charge de la lutte contre les tsé-tsé par les éleveurs eux-mêmes.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été effectuée dans le cadre de l'ANDE avec un cofinancement Gouvernement centrafricain, Banque mondiale/FIDA, Fonds Européen de Développement et Fonds d'Aide et de Coopération (FAC, France).

* C'est ce qui est arrivé dans les années 1978-1979, dans la région de Sarki, où était installée une laiterie industrielle, puissant facteur de sédentarisation. L'invasion de la région par des glossines venues de la Mberé, au nord, contribua à disperser les troupeaux (BOU-TRAIS, 1988, p. 335).

BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), POUNEKROZOU (E.), LE MASSON (A.), N'DOKOUE (F.), MAINGUET (M.), D'AMICO (F.), LE GALL (F.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. III. Popularization of trapping in Mbororo breeders. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 301-307

The authors present the problem of acceptance of the trapping technique for tsetse control in the Mbororo community and the popularization strategy used. This method concerns the main vector of cattle trypanosomosis, *Glossina fuscipes fuscipes*, and utilizes the bipyramidal trap. These strategies are based upon the national structures provided in the Central African Republic to develop livestock breeding. Methods of these marketing operations are described and discussed. **Key words :** *Glossina fuscipes fuscipes* - Insect control - Popularization - Technology transfer - Bipyramidal trap - Mbororo stockbreeder - The Central African Republic.

BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), POUNEKROZOU (E.), LE MASSON (A.), N'DOKOUE (F.), MAINGUET (M.), D'AMICO (F.), LE GALL (F.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República Centroafricana. III. Vulgarización en medio Mbororo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 301-307

Los autores describen la problemática del traslado de tecnología que constituye la adopción por los ganaderos Mbororo de la lucha con trampas. *Glossina fuscipes fuscipes*, principal vector de las tripanosomosis del ganado, es objeto de la lucha por medio de la trampa bipyramidal. La vulgarización de dicha técnica se funda en las estructuras establecidas para el desarrollo de la ganadería en República Centroafricana. Se describen y se comentan las vías y los medios de esta vulgarización. **Palabras claves :** *Glossina fuscipes fuscipes* - Lucha contra los insectos - Vulgarización - Traslado de tecnología - Trampa bipyramidal - Ganadero Mbororo - República Centroafricana.

BIBLIOGRAPHIE

1. BELONCLE (G.). Comment associer les producteurs : pour une approche "participative" de la recherche et de la vulgarisation. *In* : Colloque de Yamoussoukro "Recherche, vulgarisation et développement rural en Afrique noire". Paris, Ministère de la Coopération, 1987. 245 p.
2. BENOR (D.), BAXTER (M.). La vulgarisation agricole par la formation et les visites. Washington, Banque Mondiale, 1984. 191 p.
3. BERNARD (A.). La vulgarisation dans le cadre de l'ANDE. Bangui, ANDE, 1988.
4. BILLAZ (R.), LEFORT (J.). Recherche-développement et vulgarisation. *In* : Colloque de Yamoussoukro "Recherche, vulgarisation et développement rural en Afrique noire". Paris, Ministère de la Coopération, 1987. 245 p.
5. BOUTRAIS (J.). Des Peul en savanes humides. Développement pastoral dans l'Ouest centrafricain. Paris, ORSTOM, 1988. 387 p. (Études et Thèses).
6. CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.), LAVEISSIERE (C.). Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera, Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1977, **15** : 283-286.
7. CUISANCE (D.), GOUTEUX (J.P.), CAILTON (P.), KOTA-GUINZA (A.), N'DOKOUE (F.), POUNEKROUZOU (E.), DEMBA (D.). Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage zébu en RCA. *Soc. r. belge Ent.*, 1991 (sous presse).
8. GENTIL (D.). Quelques interrogations au sujet de la méthode "formation et visites". *In* : Colloque de Yamoussoukro "Recherche, vulgarisation et développement rural en Afrique noire". Paris, Ministère de la Coopération, 1987. 245 p.
9. GOUTEUX (J.P.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 295-299.
10. GOUTEUX (J.P.), CUISANCE (D.), DEMBA (D.), N'DOKOUE (F.), LE GALL (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 287-294.
11. LE MASSON (C.), REMAYEKO (A.). Les éleveurs Mbororo. Étude socio-économique. Bangui, ANDE, 1990, 227 p.
12. NAIGEON (C.). M'Bororos de RCA. Arrivés depuis un demi-siècle, ils cherchent un nouveau mode de vie. *Intertropiques*, 1984, **6** : 4-7.

Dynamique saisonnière de l'infestation par les tiques (Ixodoidea) des bovins commercialisés dans la région de Yaoundé, Cameroun

Bayemi P.H.^{1*}

BAYEMI (P.H.). Dynamique saisonnière de l'infestation par les tiques (Ixodoidea) des bovins commercialisés dans la région de Yaoundé, Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 309-318

Parmi les espèces de tiques identifiées au Cameroun, huit ont été récoltées sur les bovins à Yaoundé : *Amblyomma variegatum*, *Boophilus annulatus*, *B. decoloratus*, *Haemaphysalis aciculifer*, *Hyalomma nitidum*, *Rhipicephalus longus*, *Rh. lunulatus*, *Rh. sulcatus*. Trois espèces, *Hm. aciculifer*, *H. nitidum* et *Rh. lunulatus*, ont été identifiées dans cette région pour la première fois. La pullulation de *Rhipicephalus* et *Hyalomma* est observée en saison des pluies. *Boophilus* abonde toute l'année, avec une concentration maximale à la fin de la grande saison sèche. Enfin, *Amblyomma*, aussi récolté en grande quantité toute l'année, a une infestation minimale en grande saison des pluies. Un seul individu (une femelle) de l'espèce *Hm. aciculifer* a été trouvée. **Mots clés :** Tique - Bovin - Localisation - Dynamique saisonnière - Cameroun.

INTRODUCTION

L'amélioration de l'élevage des bovins en Afrique se heurte à plusieurs obstacles parmi lesquels les maladies transmises par les tiques. Nombre d'auteurs ont évalué les dommages causés par ces acariens (1, 7). Il en ressort que la lutte contre les agents pathogènes doit commencer par un contrôle systématique des tiques. Or la difficulté rencontrée dans ce contrôle réside dans le fait que, pour chaque espèce, il est important de connaître sa biologie et son rôle vectoriel (13).

C'est dans cette perspective que des études ont été menées au Cameroun : RAGEAU (19, 20) puis MOREL et MOUCHET (15, 16) ont identifié les différentes espèces de tiques et leur répartition géographique. Les travaux de MBAH (9) dans le nord du pays et de MERLIN *et al.* (11) dans le nord-ouest ont permis de déterminer, respectivement, les mortalités du bétail dues aux tiques et leur dynamique saisonnière.

La région de Yaoundé est une zone de forêt équatoriale où il existe un intérêt croissant pour l'élevage de la race bovine Ndama. Peu de données y existent sur les Ixodoidea pouvant entretenir certaines enzooties. Cette étude a pour

objectif la collecte et l'identification des tiques à Yaoundé, leur localisation sur les bovins, leur variation saisonnière et son implication pour la pathologie bovine.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Localisation

Yaoundé, qui se situe à une altitude moyenne de 760 m, est comprise entre 11° et 11° 13' de longitude Est et entre 3° 50' et 4° 50' de latitude Nord.

Climat

Il est de type tropical humide. Les données climatiques enregistrées à la station météorologique de Yaoundé pendant les 12 mois de l'étude montrent un total de 1 883 mm d'eau. Les températures relevées situent la moyenne des minima à $19,3 \pm 0,5$ °C et celle des maxima à $28,5 \pm 1,2$ °C (tabl. I). Il y a alternance de quatre saisons : la grande saison sèche (décembre-février), la petite saison des pluies (mars-juin), la petite saison sèche (juillet-août) et la grande saison des pluies (septembre-novembre).

L'humidité relative est plus marquée près du sol et est inversement proportionnelle à l'ensoleillement.

Végétation

Les environs de Yaoundé sont dominés par des formations secondaires. La forêt est de type semi-décidu. Les endroits humides, qui sont des prairies marécageuses, sont occupés par des raphiales et ptéritophytes (10). Dans la région d'Étoudi, où se trouve le marché à bétail, on note une action concomitante de l'homme et des animaux. Il y a une évolution vers les genres herbacées et ligneux des savanes voisines. Ceux-ci sont associés à d'autres genres fourragers tels que *Brachiaria*, *Panicum*, *Pennisetum*, en composition avec *Eupatorium odoratum*, considérée comme une peste végétale dans la région.

L'humus recouvre généralement les sols, qui sont riches en oxyde et hydroxyde de fer (17).

1. Institut de recherches zootechniques, BP 1457, Yaoundé, Cameroun.

* Adresse actuelle : University of Reading, Department of Agriculture, N° 1 Earley Gate, Reading, RG6 2AT, England.

Reçu le 13.12.1989, accepté le 16.4.1991.

TABLEAU I Données climatologiques enregistrées de juin 1985 à mai 1986.

Mois		J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
T (°C)	M	27,3	26,5	27,2	27,7	27,5	28,9	28	29,9	30,4	29,1	29,5	29,4
	m	19,2	18,9	19	18,6	18,7	19,6	19,1	19,3	20,3	19,1	20	19,5
P (mm)		166,5	118,5	189,6	320,7	436,6	180,7	9,8	0	38,4	126,4	155,1	141

T : température ; M : maxima ; m : minima ; P : pluviométrie.

Animaux

Les bovins en vente au marché d'Étoudi à Yaoundé proviennent surtout de l'Adamaoua, de l'Est et, rarement, de Banyo (fig. 1). Les animaux, jeunes et adultes (plus de 18 mois), sont de races locales : Gudali Banyo, Gudali Ngaoundéré, Aku, Bororo ou leurs croisés. Ils n'étaient pas traités contre les tiques au lieu de vente et y ont séjourné pendant plusieurs semaines. En général, un animal n'était examiné qu'une seule fois.

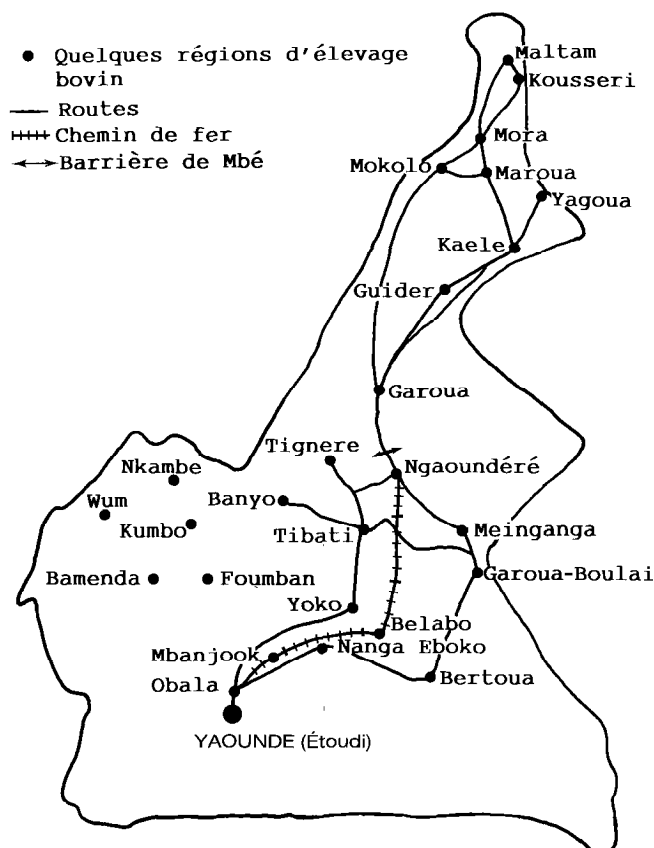


Fig. 1 : Provenance des bovins du marché d'Étoudi.

Technique de récolte

La récolte se faisait à main nue, une fois tous les 15 jours, de juin 1985 à mai 1986. Cinq animaux dociles choisis au hasard sont couchés par terre et attachés. Les tiques sont collectées sur différentes parties du corps (fig. 2) et directement introduites dans l'alcool à 70° pour conservation avant d'être étudiées au laboratoire.

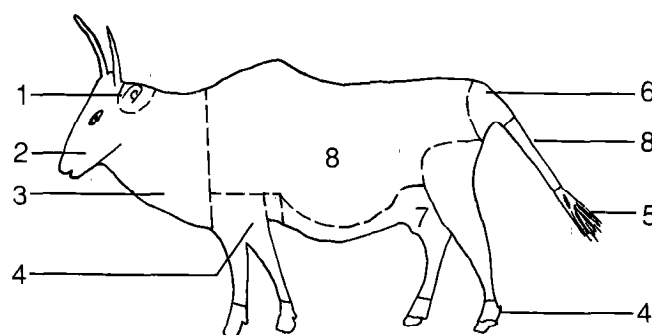


Fig. 2 : Régions anatomiques d'une femelle Gudali : 1, oreilles ; 2, tête ; 3, cou ; 4, pattes + aisselles + espaces interdigitaux ; 5, toupillon ; 6, anus ; 7, testicules + mamelles ; 8, reste du corps.

Analyses statistiques

Pour vérifier si d'autres facteurs (compétitions) influencent la dynamique des tiques sur l'hôte, il importe de calculer les corrélations entre les différentes espèces d'un même genre et entre les divers genres. Ce calcul a été fait sur le programme d'ordinateur MSTAT (17).

L'indice quotidien moyen (IQM) a été calculé selon la formule suivante : $IQM = N/D$, où N est le nombre de tiques récoltées lors d'un prélèvement par hôte selon l'espèce et la stase, D la durée moyenne de fixation sur l'hôte selon l'espèce et la stase, exprimée en jours.

Cet indice représente le nombre estimé de tiques d'une espèce et d'une stase données, qui sont supposées avoir terminé leur repas de sang un jour donné (2).

Les temps moyens de gorgement (2) ont été pris comme suit : *A. variegatum* : larves, 8,2 jours ; nymphes, 6,3 jours ; femelles, 13,5 jours ; mâles, 50 jours ; *Boophilus* : séjour complet des femelles, 21 jours ; *Rh. lunulatus* : femelles, 13 jours ; mâles, 40 jours (ces temps ont été appliqués aux autres espèces de *Rhipicephalus*) ; *H. nitidum* : femelles, 6 jours ; mâles, 30 jours.

RÉSULTATS

Les tableaux II à VI représentent des collectes annuelles faites sur dix animaux. Les tableaux VII à X contiennent les résultats des collectes mensuelles sur dix animaux. Seul le tableau XI présente l'indice quotidien moyen par animal.

Amblyomma variegatum

Les larves ont été récoltées 10 mois sur 12, de juin à mars, avec trois pics : juin, septembre et décembre. Plus de 50 p. 100 de ces larves sont trouvées à la tête et aux oreilles.

Les nymphes sont prédominantes aux pattes et aux parties génitales. Leur activité s'étend de septembre à mai ; elle est plus marquée en grande saison sèche (novembre à mars).

Quant aux imagos, plus de 75 p. 100 se localisent aux pattes, aux testicules et aux mamelles. Ils sont présents toute l'année.

Boophilus

Ce genre représente 77 p. 100 du total des tiques récoltées (tabl. III). Il peut se gorger sur toutes les parties de l'animal sauf au toupillon.

TABLEAU II Localisation de Amblyomma variegatum.

Localisation		Tête	Cou	Oreilles	Pattes + aisselles	Queue	Anus	Testicules + mamelles	Reste du corps	Total	p. 100
Larves		20	19	54	7	1	4	1	6	112	18
Nymphes		7	55	22	269	28	4	213	47	645	
A. variegatum	♂	59	44	18	469	1	102	565	86	1 346	
	♀	27	14	15	208	7	53	274	44	642	
Total		113	132	109	953	37	163	1 053	185	2 745	

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU III Localisation de Boophilus.

Localisation		Tête	Cou	Oreilles	Pattes + aisselles	Queue	Anus	Testicules + mamelles	Reste du corps	Total	p. 100
Larves		24	8	35	5	—	29	21	9	131	77,5
Nymphes		87	128	60	107	—	90	189	134	795	
B. annulatus	♂	2	8	2	37	—	11	79	3	142	
	♀	44	24	6	183	—	22	217	44	540	
B. decoloratus	♂	120	288	48	382	—	173	614	595	2 220	
	♀	258	968	182	1 903	1	614	1 737	2 213	7 876	
Total		535	1 424	333	2 517	1	959	2 857	2 998	11 704	

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU IV Localisation de Rhipicephalus.

Localisation		Tête	Cou	Oreilles	Pattes + aisselles	Queue	Anus	Testicules + mamelles	Reste du corps	Total	p. 100
Larves		—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5
Nymphes		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rh. sulcatus	♂	—	—	55	—	17	—	—	—	72	
	♀	—	—	24	—	1	—	—	1	26	
Rh. lunulatus	♂	2	—	1	3	240	2	2	3	253	
	♀	—	—	—	1	131	3	—	1	136	
Rh. longus	♂	1	2	3	10	3	—	6	2	27	
	♀	—	—	—	2	1	—	1	—	2	
Total		3	2	83	16	393	5	9	7	518	

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU V Localisation de Hyalomma nitidum.

Localisation		Tête	Cou	Oreilles	Pattes + aisselles	Queue	Anus	Testicules + mamelles	Reste du corps	Total	p. 100
Larves		—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Nymphes		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H. nitidum	♂	—	3	—	34	35	—	44	9	128	
	♀	—	—	—	2	11	—	7	2	22	
Total		—	3	—	36	46	—	51	11	150	

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU VI Récapitulatif par région anatomique.

Localisation	Tête	Cou	Oreilles	Pattes + aisselles	Queue	Anus	Testicules + mamelles	Reste du corps	Total	p. 100
Grand total	691	1 561	525	3 622	477	1 110	3 970	3 201	15 117	
Pourcentage	4,31	10,33	3,47	23,96	3,16	7,34	26,26	21,17	100	100

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU VII Variation saisonnière de Amblyomma variegatum.

Mois		J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Larves		14	8	0	42	7	7	17	11	5	1	0	0
Nymphes		5	4	6	52	19	105	111	110	101	75	41	16
A. variegatum	♂	86	93	117	34	31	28	19	54	129	322	303	130
	♀	82	56	86	28	12	10	6	21	43	85	133	80
Sex-ratio		1,05	1,66	1,36	1,21	2,58	2,80	3,16	2,57	3,00	3,79	2,28	1,62

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU VIII Variation saisonnière de Boophilus.

Mois		J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Larves		12	9	33	0	2	9	5	29	21	10	1	0
Nymphes		33	66	171	109	33	85	84	72	76	32	20	14
B. annulatus	♂	6	9	32	20	1	9	12	15	15	11	8	4
	♀	10	109	61	144	11	16	28	40	39	38	30	14
B. decoloratus	♂	42	281	196	244	98	114	291	391	274	119	66	104
	♀	323	581	773	844	414	433	859	1 115	1 131	686	317	394

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU IX Variation saisonnière de Rhipicephalus.

Mois		J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Larves		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nymphes		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rh. longus	♂	2	2	1	4	6	1	0	1	5	4	1	0
	♀	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Rh. lunulatus	♂	41	72	69	8	2	0	0	0	0	1	20	40
	♀	23	45	28	28	9	0	0	0	0	0	1	2
Rh. sulcatus	♂	9	41	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	♀	5	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU X Variation saisonnière de Hyalomma nitidum.

Mois		J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Larves		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nymphes		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H. nitidum	♂	3	16	18	50	11	10	7	2	5	5	1	0
	♀	0	2	4	8	4	1	2	1	0	0	0	0

♂ : mâles ; ♀ : femelles.

TABLEAU XI Variation de l'indice quotidien moyen (IQM) d'infestation.

Mois		J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
A. variegatum	L	0,17	0,1	0	0,5	0,08	0,08	0,2	0,13	0,06	0,012	0	0
	N	0,08	0,06	0,1	0,82	0,03	1,67	1,76	1,74	1,6	1,2	0,6	0,2
	♂	0,17	0,18	0,2	0,068	0,062	0,05	0,038	0,1	0,25	0,64	0,6	0,26
	♀	0,6	0,4	0,63	0,2	0,08	0,7	0,04	0,15	0,3	0,63	0,98	0,59
B. annulatus	♀	0,047	0,52	0,29	0,68	0,05	0,07	0,13	0,19	0,18	0,06	0,14	0,06
B. decoloratus	♀	1,5	2,7	3,6	4	1,9	2	4	5,31	5,38	3,24	1,51	1,87
Rh. longus	♀	0,007	0	0,015	0	0,007	0	0	0	0	0	0	0
Rh. lunulatus	♂	0,1	0,18	0,17	0,02	0,005	0	0	0	0	0,002	0,05	0,1
	♀	0,17	0,34	0,21	0,21	0,07	0	0	0	0	0	0,007	0,015
Rh. sulcatus	♂	0,02	0,1	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	♀	0,03	0,14	0	0	0,015	0	0	0	0	0	0	0
H. nitidum	♂	0,01	0,05	0,06	0,16	0,036	0,03	0,02	0,006	0,16	0,16	0,003	0
	♀	0	0,03	0,06	0,13	0,06	0,016	0,03	0,016	0	0	0	0

L : larves ; N : nymphes ; ♂ : mâles ; ♀ : femelles.

B. annulatus

Cette espèce préfère les pattes et les parties génitales. Sa phase parasitaire s'étend sur toute l'année.

B. decoloratus

Elle suit la courbe des variations de B. annulatus, mais à une plus grande échelle. En plus des deux sites précités, elle se localise au tronc.

Rhipicephalus

Seuls les imagos étaient présents sur les bovins.

Rh. longus

Quelques individus seulement ont été récoltés sur tout le corps avec 40 p. 100 de préférence pour les pattes.

Rh. lunulatus

Son activité sur l'hôte définitif est presque nulle en grande saison sèche. Mais elle réapparaît dès l'arrivée des pluies et atteint son plus haut niveau d'infestation en juillet. Elle n'est pas rencontrée au cou, mais 95 p. 100 se localisent au toupillon.

Rh. sulcatus

Elle réside surtout aux oreilles et accessoirement au toupillon. Le parasitisme des adultes se limite à la petite saison sèche (juin-août). Le reste de l'année, elle se fait plus rare.

Hyalomma nitidum

Ne se rencontre pas à la tête et aux oreilles, mais à plus de 34 p. 100 aux parties génitales, 30 p. 100 à la queue et 24 p. 100 aux pattes (tabl. V). Sa présence varie proportionnellement à la pluviométrie.

Haemaphysalis

Un seul individu a été trouvé aux pattes (*Hm. aciculifer* femelle).

DISCUSSION

Deux espèces animales sont en compétition dans un biotope si, du fait de la concurrence, une espèce disparaît. Ici, il n'y pas de compétition entre les huit espèces de tiques prélevées. Cette hypothèse a été vérifiée par des tests statistiques en calculant les corrélations entre les différentes espèces d'un même genre et entre les divers genres (tabl. XII et XIII).

Ces analyses montrent qu'il n'y a ni compétition entre ces différents groupes, ni même corrélation, sauf pour *R. sulcatus* se localisant à la conque auriculaire et *R. lunulatus* se gorgeant au toupillon ($r = 0,86$; $P < 0,1$ p. 100). Cette étude ayant été menée sur des animaux pâturant dans

TABLEAU XII Analyse de corrélation entre les espèces de *Rhipicephalus* et celles de *Boophilus*.

Espèces	Corrélation	Probabilité
<i>Rh. longus</i> x <i>Rh. lunulatus</i>	- 0,044	1
<i>Rh. longus</i> x <i>Rh. sulcatus</i>	- 0,027	1
<i>Rh. lunulatus</i> x <i>Rh. sulcatus</i>	0,866	0
<i>B. annulatus</i> x <i>B. decoloratus</i>	0,454	0,138

TABLEAU XIII Analyse de corrélation entre les genres.

Genres	Corrélation	Probabilité
<i>Amblyomma</i> x <i>Boophilus</i>	- 0,145	1
<i>Amblyomma</i> x <i>Rhipicephalus</i>	- 0,217	1
<i>Amblyomma</i> x <i>Hyalomma</i>	- 0,370	0,236
<i>Boophilus</i> x <i>Rhipicephalus</i>	0,049	1
<i>Boophilus</i> x <i>Hyalomma</i>	0,340	0,279
<i>Rhipicephalus</i> x <i>Hyalomma</i>	0,239	1

une même zone, l'interprétation des résultats vis-à-vis de la dynamique des tiques ne sera basée que sur les saisons.

Amblyomma variegatum

Du point de vue numérique, cette espèce vient en deuxième position (5) : environ 18 p. 100. Alors que dans le nord-ouest du Cameroun MERLIN *et al.* (11) ne récoltent pas les larves sur les bovins, celles-ci le sont à Yaoundé, où la présence des petits mammifères sauvages et des oiseaux, hôtes préférés des préimagos (18), est diminuée du fait de l'urbanisation.

Les nymphes pullulent en grande saison sèche (11, 15). En grande saison des pluies, les imagos passent leur période parasitaire la moins forte. Ils apparaissent vers la fin de la saison sèche, les mâles en premier. Le sex ratio, nombre de mâles pour une femelle, atteint son maximum, les femelles viennent ensuite (6). En juin, le sex ratio est sensiblement égal à un. C'est une période de copulation intense, suivie par une phase de ponte (juillet-août), une phase larvaire (septembre) et une phase nymphale (novembre-mars).

Il y a donc une seule génération par an. STRICKLAND *et al.* (21) qui ont évalué le cycle minimal de *A. variegatum* à 141 jours, pensent que dans les régions à deux saisons des pluies cette tique peut présenter deux générations par an. Ce n'est pas le cas ici à cause des phases à jeun (parfois très longues) passées au sol.

Du point de vue pathologique, une seule nymphe, ou un adulte, infectée et gorgée est capable de transmettre la cowdriose (3). Cette maladie peut être dépistée pendant toute l'année. La pullulation des adultes en mars-avril entraîne des riques de dermatophilose.

Boophilus

Les courbes de variation des deux espèces *B. decoloratus* et *B. annulatus* peuvent se superposer. Quoique *B. annulatus* soit moins abondante, ces deux tiques sont sensibles, de manière synchrone, aux facteurs les affectant. *B. annulatus* ne profite pas de la baisse de l'incidence de *B. decoloratus* pour prendre sa place sur l'hôte (8). L'accroissement de l'infestation des *Boophilus* aux saisons sèches (21) peut être dû au fait que la période d'oviposition se réduit avec l'augmentation de la température (4) ; la durée du cycle est donc réduite et il y a pullulation des adultes. D'autre part, en fin de saison sèche, l'affaiblissement des animaux diminue leur résistance aux tiques, qui vont se fixer en grand nombre et se gorger plus rapidement (11).

Le genre *Boophilus* est vecteur de babésiose et d'anaplasmose. Il est présent toute l'année et ces maladies peuvent donc être rencontrées à tout moment. Cependant, seul *B. annulatus* transmet facilement la babésiose, mais son petit nombre (moins de 6 à 8 femelles gorgées par animal) ne permet pas l'établissement d'une prémunition précoce et donc une situation endémique stable (22).

Rhipicephalus

Rh. longus est collectée en nombre très réduit. En Éthiopie, il faut aussi une pluviométrie supérieure à 1 200 mm pour qu'elle infeste normalement les hôtes définitifs (18).

L'infestation par *Rh. lunulatus* est optimale en petite saison sèche. Au Nigeria, 50 p. 100 de cette espèce se limite à la saison des pluies (12). A Yaoundé, comme dans la province de Shoa, en Éthiopie, sa période de pullulation est plus longue que celle des autres espèces (18).

Rh. sulcatus se limite aussi à la petite saison sèche. Dans le nord-ouest du Cameroun, elle parasite les bovins pendant toute la saison des pluies (11).

Hyalomma nitidum

La phase parasitaire des adultes se situe entre août et octobre. Le pic est atteint en septembre. Au Nigeria, les imagos sont collectés en mai et août (12). C'est la seule espèce qui ne figurait pas dans les travaux de MOREL et MOUCHET en 1965 (16), car son identité n'était pas reconnue à l'époque.

Haemaphysalis aciculifer

Un seul individu, dont l'identification a été confirmée par P.C. MOREL sous le couvert de P. MERLIN, a été identifié. C'est une espèce vivant en climat humide, dans les fourrés (14), et se gorgeant surtout sur les ongulés sauvages. Elle peut être contractée par les bovins aux abords des ruisseaux.

CONCLUSION

Cinq genres d'Amblyommidae ont été trouvés au marché de bovins de Yaoundé : *Amblyomma*, *Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Hyalomma* et *Haemaphysalis*. Trois des huit espèces correspondant à ces cinq genres n'avaient pas encore été identifiées dans cette zone (15, 16, 19, 20). Il s'agit de *Rhipicephalus lunulatus*, *Hyalomma nitidum* et *Haemaphysalis aciculifer*. Les deux premières ont été probablement introduites dans la région par l'importation régulière de bétail du nord du pays, puisque ce sont des tiques de savanes et de steppes sud-soudanaises (14). Or, *R. evertsi*, supposée abondante dans l'Adamaoua, n'a pas été prélevée. C'est aussi une espèce de savane et de steppe dont l'habitat est situé dans des régions où la pluviométrie annuelle est comprise entre 400 et 1 000 mm d'eau. Il est donc possible que cette tique ne s'adapte pas au climat de la région de Yaoundé, ce qui reste à vérifier par élevage dans des cages en milieu naturel.

Pour toutes les espèces de tiques rencontrées, les sites préférentiels des mâles sont toujours les mêmes que pour les femelles. Plus de 50 p. 100 de la charge parasitaire se localise aux pattes et aux parties génitales.

Puisque *Boophilus annulatus* et *Amblyomma variegatum* parasitent les bovins pendant toute l'année, les babésioses, l'anaplasmose et la cowdriose peuvent être dépistées à toute saison.

Pour la suite de cette étude, à Yaoundé, les étapes suivantes sont envisagées : la recherche de la durée des diverses stases de développement des espèces de tiques rencontrées, la fréquence des maladies transmises ainsi que les méthodes de lutte contre ces Ixodoidea.

REMERCIEMENTS

Je voudrais exprimer ma gratitude au Dr Paul MERLIN sans qui ce travail n'aurait pu être réalisé. Ma reconnaissance va également au Dr Tarounga BERAMGOTO, McHUGH et Léonard BONONO.

BAYEMI (P.H.). Seasonal dynamics of tick infestations (Ixodoidea) in cattle in the area of Yaoundé, Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 309-318

Among the tick species identified in Cameroon, eight were found in cattle in Yaoundé : *Amblyomma variegatum*, *Boophilus annulatus*, *B. decoloratus*, *Haemaphysalis aciculifer*, *Hyalomma nitidum*, *Rhipicephalus longus*, *Rh. lunulatus*, *Rh. sulcatus*. Three species, *Hm. aciculifer*, *H. nitidum* and *Rh. lunulatus*, were identified for the first time in Yaoundé. *Rhipicephalus* and *Hyalomma* were abundant during the rainy season. *Boophilus* was abundant throughout the year, with a maximum concentration at the end of the long dry season. *Amblyomma*, which was encountered in large quantities all year round, had a minimum infestation rate during the long rainy season. Only one female tick of *Hm. aciculifer* was collected. *Key words* : Tick - Cattle - Localization - Seasonal dynamic - Cameroon.

BAYEMI (P.H.). Dinámica estacional de la infestación por garrapatas (Ixodoidea) de los bovinos comercializados en el área de Yaoundé (Camerún). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 309-318

Entre las especies de garrapatas identificadas en el Camerún, ocho fueron colectadas en bovinos en Yaoundé : *Amblyomma variegatum*, *Boophilus annulatus*, *B. decoloratus*, *Haemaphysalis aciculifer*, *Hyalomma nitidum*, *Rhipicephalus longus*, *Rh. lunulatus*, *Rh. sulcatus*. Tres especies, *Hm. aciculifer*, *H. nitidum* y *Rh. lunulatus*, fueron encontrados en la zona por la primera vez. La pululación de *Rhipicephalus* y *Hyalomma* se observe durante la estación lluviosa. *Boophilus* abunda todo el año, con máxima concentración al fin de la gran estación seca. En fin *Amblyomma*, también colectados en gran cantidad a lo largo del año, presenta su mínima infestación durante la gran estación de lluvias. Una única hembra de *Hm. aciculifer* fué encontrada. *Palabras claves* : Garrapata - Bovino - Localización - Dinámica estacional - Camerún.

BIBLIOGRAPHIE

1. AJAYI (S.A.), FABIYI (J.I.), UMO (I.). Clinical bovine anaplasmosis and babesiosis in Friesian cattle. An outbreak in Nigeria and its control. *Wrlld Anim. Rev.*, 1982, **43** : 41.
2. BARRÉ (N.), CAMUS (E.). Étude épidémiologique de la cowdriose aux Antilles. IEMVT, Mission Antilles-Guyane, 1983. Rapport annuel 1983.
3. CAMUS (E.), BARRÉ (N.). La cowdriose. *Revue générale des connaissances*. Maisons-Alfort, IEMVT, 1982 (Études et synthèses, n° 4).
4. CAUTAM (O.P.). Cycle de vie de *Boophilus annulatus*. *Indian J. Anim. Sci.*, 1982, **52** (7). 502 p.
5. GUEYE (A.), MBENGUE (M.), DIOUF (A.), SEYE (M.). Tiques et hémaparasitoses du bétail au Sénégal. La région des Niayes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 381-393.
6. HOOGSTRAAL (H.). African Ixodoidea. Ticks of the Sudan. Cairo, Egypt, U.S. Naval Med. Res. Unit, 1956, **3**. 1101 p.
7. ILCA (International Livestock Centre for Africa). Livestock production in sub-humid zone of West Africa : A regional survey. Addis Ababa, ILCA, 1979. 184 p.
8. IRZ (Institut de Recherches Zootechniques). Rapports annuels 1983, 1984. 1985. Yaoundé. IRZ.
9. MBAH (D.A.). Mortalités dues aux rickettsioses, trypanosomoses, piroplasmoses et streptotrichoses chez six génotypes de bovins à Wakwa, Cameroun, 1982. *Revue Sci. Tech. Yaoundé*, 1982, **2** (2-3) : 81-87.
10. MBITA MESSI (H.J.C.). Contribution à l'étude des types chorologiques de quelques espèces de la région de Yaoundé. Mém. maîtr. Botanique, Univ. Yaoundé, 1984.
11. MERLIN (P.), TSANGUEU (P.), ROUSVOAL (D.). Dynamique saisonnière de l'infestation par les tiques (Ixodoidea) des bovins dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 377-379.
12. MOHAMED (A.D.). Seasonal incidence of Ixodoidea ticks of cattle in Northern Nigeria. *Bull. Hlth Prod. Afr.*, 1977, **25** (3) : 273-293.
13. MOREL (P.C.). Morphologie, biologie et rôle pathogène des tiques. Maisons-Alfort, IEMVT, 1976. 73 p.
14. MOREL (P.C.). Study on Ethiopian ticks (Acarida, Ixodoidea). Maisons-Alfort, IEMVT, 1980. 332 p.
15. MOREL (P.C.), MOUCHET (J.). Les tiques du Cameroun (Ixodidae et Argasidae). *Annls Parasit. hum. comp.*, 1958, **33** (1-2) : 69-111.
16. MOREL (P.C.), MOUCHET (J.). Les tiques du Cameroun (Ixodidae et Argasidae). *Annls Parasit. hum. comp.*, 1965, **40** (4) : 477-496.

17. MSTAT. Statistical package, Michigan State University. Crop and soil sciences. Agricultural economics. Institute of International Agriculture, 1985.
18. PEGRAM (R.G.), HOOGSTRAAL (H.), WASSEF (H.Y.). Ticks (Acari : Ixodoidea) of Ethiopia. Distribution, ecology and host relationships of species infesting livestock. *Bull. ent. Res.*, 1981, **71** : 339-359.
19. RAGEAU (J.). Ixodoidea du Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1951, **44** (7-8) : 441-446.
20. RAGEAU (J.). Clé pour l'identification des tiques du Cameroun. *Annls Parasit. hum. comp.*, 1953, **28** (5-6) : 399-441.
21. STRICKLAND (R.K.), TOBERT (K.), GERRISH (R.R.), HOURRIGAN (J.L.), SCHUBERT (G.O.). Ticks of veterinary importance. US Dept. Agriculture, 1976, **485**.
22. TRONCY (P.M.), ITARD (J.), MOREL (P.C.). Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Maisons-Alfort, IEMVT, Paris, Ministère de la Coopération, 1981 (Manuels et précis d'élevage, n° 10).

K. Djabakou¹G. Grundler¹K. Lare¹

Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes Ndama et Baoulé

DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.), LARE (K.). Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles trypanotolérantes Ndama et Baoulé. *Revue. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 319-324

Ce travail porte sur 30 femelles Ndama et 30 femelles Baoulé entretenues sur pâturage de *Panicum maximum* au Centre de Recherche et d'Élevage d'Avétonou, Togo (CREAT) situé dans la zone soudano-guinéenne de l'Afrique occidentale. Les vêlages se sont répartis sur deux saisons : 17 femelles Ndama et 15 femelles Baoulé ont mis bas pendant la saison sèche (décembre-janvier) ; 13 femelles Ndama et 15 femelles Baoulé au début de la saison des pluies (février-mars). Les femelles qui ont vêlé pendant la saison sèche ont perdu environ 10 p. 100 de leur poids le 30^e jour post-partum, celles qui ont vêlé au début de la saison des pluies environ 2 p. 100 seulement. La durée de l'involution utérine n'est pas influencée par la saison de vêlage ($P > 0,05$). En moyenne, l'involution globale de l'utérus est achevée à 31 ± 4 jours post-partum chez les Ndama et à 30 ± 7 jours chez les Baoulé. L'influence de l'âge sur l'involution utérine est significative ($P < 0,05$), elle est plus rapide chez les jeunes de 4-5 ans. Cinquante pour 100 des femelles Baoulé et Ndama sont cyclées, respectivement, le 49^e jour et le 44^e jour, en se basant sur la composante comportementale, alors que les deux races sont cyclées le 60^e jour selon le critère de morphologie ovarienne. Par contre, l'élévation de la progestéronémie montre que 50 p. 100 des Ndama et 50 p. 100 des Baoulé ont retrouvé leur cyclicité le 34^e et le 40^e jour post-partum, respectivement. L'évolution pondérale, dépendant de l'alimentation au pâturage des femelles allaitantes, semble être à l'origine de la variation du délai de reprise de cyclicité après le part, donc de l'intervalle entre vêlages. *Mots-clés* : Bovin trypanotolérant - Bovin Ndama - Bovin Baoulé - Cycle oestral - Intervalle entre vêlages - Influence de l'âge - Togo.

La saison de monte se situant entre février et août, les vêlages sont enregistrés dès le mois de novembre jusqu'au mois de mars, avec un pic régulier au mois de janvier. La présente étude couvre la période allant du début de la grande saison sèche jusqu'au début de la grande saison des pluies.

On note une grande variation de l'intervalle entre vêlages consécutifs chez les bovins trypanotolérants (3). Ce paramètre varie en fonction de l'origine des animaux, de l'âge, du mois de vêlage, de l'année, du type d'élevage et de la pathologie. La restauration de la cyclicité après vêlage en est une composante essentielle (11) ; l'intervalle vêlage-vêlage dépend surtout de la reprise de cyclicité.

L'objectif de ce travail est d'étudier la durée de l'involution utérine et la date de reprise de cyclicité post-partum. Ces données permettront, par une meilleure gestion, de maîtriser l'intervalle entre vêlage et insémination fécondante, d'augmenter la productivité numérique en raccourcissant l'intervalle entre vêlages. Ce travail sur les femelles Ndama et Baoulé s'inscrit dans "la démarche des investigations nécessaires à la maîtrise et l'optimisation de la reproduction" décrite par THIBIER (17).

INTRODUCTION

La connaissance des paramètres de reproduction constitue une base primordiale de la rentabilité de l'élevage des bovins trypanotolérants de l'Afrique. Le CREAT¹, situé dans la zone soudano-guinéenne de l'Afrique occidentale, entretient depuis 1975 un cheptel bovin trypanotolérant (Ndama, Baoulé) sur des pâturages améliorés. Le mode d'élevage est de type allaitant avec un système rotatif des parcelles de pâturage dominé par *Panicum maximum*. Les bovins sont soumis à un calendrier sanitaire bien suivi. Le climat est caractérisé par une grande saison des pluies (avril-juillet), une petite saison des pluies (septembre-novembre) et deux saisons sèches : une grande (décembre-mars) et une petite (juillet-août).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude débute au mois de novembre, soit à la fin de la saison des pluies, sur un effectif de 35 femelles Ndama et 33 femelles Baoulé positives au diagnostic de gestation (avant vêlage) par palpation rectale. Trente Ndama et 30 Baoulé issues de ces femelles ont été sélectionnées à partir des valeurs de l'hématocrite. Ces femelles allaitantes ont été entretenues sur un pâturage de *Panicum maximum*. Elles ont à leur disposition de l'eau et des pierres à lécher. Un taureau à pénis dévié muni d'un licol marqueur a été introduit dans le troupeau pour la détection des chaleurs. Un couloir de contention équipé d'une balance avait été installé sur une parcelle de pâturage affectée aux animaux. L'âge moyen des femelles retenues est de $6,3 \pm 2,4$ ans pour les Ndama et $7 \pm 2,8$ ans pour les Baoulé.

Le moment de vêlage, la délivrance, ainsi que toute la pathologie post-partum ont été répertoriés. Les vêlages se sont répartis sur la saison sèche (décembre-janvier 1988) avec 2,15 mm de pluie et le début de la saison des pluies (février-mars 1988) avec 57 mm. Dix-sept femelles

1. CREAT, BP 27, Agou-Gare, Togo.

Reçu le 18.9.1990, accepté le 18.9.1991.

* Centre de Recherche et d'Élevage d'Avétonou, Togo.

Ndama et 15 femelles Baoulé ont vêlé pendant la saison sèche, 13 femelles Ndama et 15 Baoulé au début de la saison des pluies. Une observation biquotidienne d'une heure (6 h 30 à 7 h et 17 h 30 à 18 h) est effectuée afin de détecter les chaleurs.

Tous les dix jours à partir du vêlage jusqu'à la reprise de cyclicité post-partum, sur chaque femelle ayant vêlé, les examens suivants ont été effectués :

- une pesée par bascule ;
- une prise de sang par ponction de la veine jugulaire pour mesurer l'hématocrite et doser la progestérone (décantation du plasma) ;
- une palpation rectale.

L'involution utérine est considérée comme terminée lorsque la taille de l'utérus, mesurée selon l'échelle de ROSENBERGER (13) et adaptée au format des animaux, n'évolue plus (1).

La reprise de l'activité ovarienne peut être appréciée à trois niveaux (16, 19) :

- le comportement, avec les premières chaleurs caractérisées par l'acceptation du chevauchement ;
- la morphologie ovarienne, caractérisée par la présence d'un organite ovarien fonctionnel palpable (corps jaune et/ou follicule à antrum) ;
- hormonal : une femelle est considérée comme cyclée lorsqu'elle présente un premier taux de progestérone plasmatique supérieur à 0,5 ng/ml (17).

Le dosage de la progestérone a été effectué par radioimmunologie (18) à partir du plasma par le laboratoire de l'UNCEIA (Maisons-Alfort). Le test de χ^2 d'indépendance a été utilisé pour l'analyse statistique (14).

RÉSULTATS

Évolution pondérale

Après le vêlage (J = 0 post-partum), le poids moyen des 30 femelles Ndama et 30 Baoulé est respectivement de $256,10 \pm 36$ kg et $178,63 \pm 19$ kg. Les valeurs moyennes des hématocrites sont : $31,96 \pm 4,23$ p. 100 pour les Ndama et $30,26 \pm 4,10$ p. 100 pour les Baoulé. L'ensemble des femelles Ndama et Baoulé ont perdu respectivement 5 et 5,5 p. 100 de leur poids moyen au 30^e jour post-partum, 7 et 6 p. 100 au 40^e jour. Les valeurs moyennes de l'hématocrite ont chuté de 21,7 p. 100 chez les Ndama et 17 p. 100 chez les Baoulé.

La chute de poids est sensible chez les femelles qui ont vêlé pendant la saison sèche (décembre-janvier). Au cours de cette saison, la baisse est progressive jusqu'au 40^e jour post-partum chez les Baoulé et au 50^e jour chez

les Ndama (fig. 1). Le minimum de poids moyen est enregistré entre le 40^e et le 50^e jour post-partum avec une perte moyenne de 11 p. 100 pour les deux races. Chez les femelles qui ont vêlé au début des saisons des pluies (février-mars), l'évolution pondérale est croissante après une chute de 1,30 p. 100 pour les Ndama et 3,20 p. 100 chez les Baoulé au 10^e jour post-partum. Une différence significative ($P < 0,05$) a été observée à J40 entre l'ampleur de perte de poids chez les femelles qui ont vêlé durant la saison sèche et celle des animaux qui ont vêlé au début de la saison des pluies.

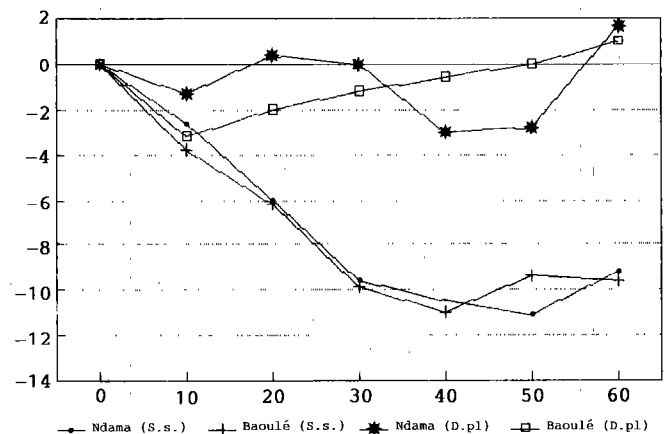


Fig. 1 : Évolution pondérale en fonction des saisons de vêlage (poids au jour 0 post-partum = 0 p. 100 de poids vif).

Involution utérine

Si on analyse la répartition de l'involution utérine en fonction des jours post-partum, celle-ci est terminée le 30^e jour pour 80 p. 100 des femelles Ndama et 63 p. 100 des Baoulé.

Globalement, l'involution est achevée à $30,6 \pm 7$ jours et $31,3 \pm 4$ jours post-partum, respectivement, chez les Baoulé et les Ndama. La fin de l'involution utérine est pratiquement égale à un mois chez les deux races. La durée de celle-ci n'est pas influencée par la saison de vêlage ($P > 0,05$) ; 59 p. 100 des Baoulé et 68 p. 100 des Ndama qui ont vêlé pendant la saison sèche, 67 et 92 p. 100 des Baoulé et Ndama qui ont mis bas au début des pluies ont achevé leur involution utérine le 30^e jour après le part.

Le délai d'involution est plus rapide chez les jeunes que chez les femelles plus âgées ($P < 0,05$), comme l'illustre la figure 2. Ainsi, près de 100 p. 100 des jeunes ont leur involution utérine achevée à 30 jours, seuls 60 p. 100 des vaches âgées de 7 ans ou plus recouvrent leur utérus.

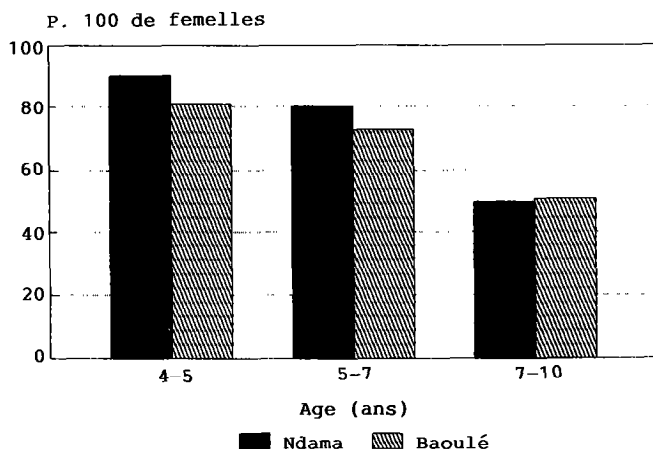


Fig. 2 : Répartition (p. 100) en fonction de l'âge des Baoulé et des Ndama ayant terminé l'involution utérine à 30 jours post-partum.

Reprise de l'activité ovarienne

Critère comportemental

Le comportement oestral a été essentiellement reconnu par l'acceptation du chevauchement.

Au vu des résultats des manifestations d'oestrus obtenus à partir des observations biquotidiennes, on remarque que les vaches en chaleur sont suivies par le taureau dévié et même par les veaux, surtout au début de la saison des pluies. Dans la journée, les femelles en chaleur broutent près du taureau.

En fonction des saisons de vêlage, la différence entre les pourcentages moyens des femelles Baoulé et Ndama cyclées par la composante comportementale est significative ($P < 0,05$). Cette différence se traduit par un allongement de la période de reprise de cyclicité chez les Baoulé (60 jours contre 38 pour celles qui ont vêlé au début des pluies) et les Ndama (52 jours contre 36) qui ont vêlé pendant la saison sèche. Cette précocité de la reprise est appréciée par le délai moyen après vêlage au terme duquel 50 p. 100 des parturientes ont été vues au moins une fois en chaleur.

Ce délai de reprise de cyclicité selon les saisons est significativement différent ($P < 0,05$) chez les Baoulé ; chez les Ndama, la saison de vêlage n'a pas une influence significative ($P > 0,05$).

Ces délais en fonction de la race, respectivement de 60 et 52 jours après le part pour les Baoulé et les Ndama cyclées pendant la saison sèche, ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$). De même, au début de la saison des pluies, ils sont sensiblement identiques chez les deux races. En prenant l'acceptation du chevauche-

ment comme critère des manifestations cycliques, la précocité sexuelle après le part est de 49 jours chez 50 p. 100 des Baoulé et de 44 jours chez 50 p. 100 des Ndama cyclées.

Critère ovarien

Cette composante est celle du clinicien (15). Des ovaires de petite taille (pois-haricot-noisette) ont été palpés chez plus de 50 p. 100 des femelles Ndama et Baoulé, mais cet indice ne permet pas d'affirmer que l'animal est en anoestrus. Du fait de la petite taille des ovaires, des fluctuations molles suggèrent des follicules préovulatoires. Des corps jaunes ont été palpés, tant chez les vaches vues en chaleur que chez les autres, sur environ la moitié des deux races. La répartition des femelles estimées être cyclées (présence des corps jaunes) d'après cette composante est la suivante :

- à 20 jours post-partum, 6 p. 100 des femelles Baoulé et 8 p. 100 des Ndama ;
- à 30 jours post-partum, 13 p. 100 des Baoulé et 14 p. 100 des Ndama ;
- à 40 jours, 8 p. 100 des Baoulé et 12 p. 100 des Ndama ;
- à 50 jours, 10 p. 100 des Baoulé et 6 p. 100 des Ndama ;
- à 60 jours, 15 p. 100 des Baoulé et 28 p. 100 des Ndama.

D'après cette distribution, le pic des pourcentages est enregistré le 60^e jour post-partum chez les deux races.

En fonction des saisons, 9 et 16 p. 100 des femelles Baoulé et Ndama sont cyclées pendant la saison sèche contre 42 et 52 p. 100 au début des pluies. En se référant à la palpation ovarienne comme critère de cyclicité, le délai de reprise de l'activité ovarienne peut être graphiquement estimé à 60 jours chez les femelles Baoulé et 57 jours chez les Ndama.

Critère hormonal

Une femelle est dite cyclée lorsque le taux de progestérone plasmatique est au moins une fois supérieur à 0,5 ng/ml. L'estimation du délai au terme duquel 50 p. 100 des parturientes ont eu au moins une fois une concentration de progestérone circulante supérieure à 0,5 ng/ml indique que la saison sèche a tendance à retarder la date de reprise de cyclicité après vêlage (52 jours chez les Baoulé, 40 chez les Ndama), alors que la saison des pluies la raccourcit (28 jours chez les Baoulé et les Ndama), mais la différence entre les fractions de femelles cyclées par le dosage de la progestérone n'est significative que chez les Baoulé ($P < 0,05$).

En fonction de la race, les délais de reprise sont les mêmes suivant les saisons de vêlage. Avec la composante hormonale, le délai de la reprise est pratiquement égal à un mois chez les femelles Ndama et Baoulé qui ont vêlé au début des pluies.

En considérant le taux de progestérone plasmatique comme critère des manifestations cycliques après le part, on peut estimer à 34 jours le délai de reprise de cyclicité ovarienne chez les femelles Ndama et 40 jours chez les Baoulé.

Relation entre les critères

La comparaison des critères comportemental et hormonal montre que l'écart moyen entre les délais de reprise est de 10 jours environ : 50 p. 100 des Ndama sont cyclées le 44^e et le 34^e jour, respectivement, selon les composantes comportementale et hormonale ; 50 p. 100 des Baoulé le 49^e et le 40^e jour pour les mêmes composantes. L'influence de la saison de vêlage sur cet écart n'est pas sensible chez les deux races. Ces constatations peuvent s'expliquer par l'absence complète d'oestrus observé au 10^e jour post-partum au cours des deux sous-saisons : les premières Ndama et Baoulé vues en chaleur le sont à partir du 20^e jour. En revanche, et selon la composante hormonale pour les deux races, quelques femelles apparaissent cyclées à partir du 10^e jour. Cette relation entre les deux méthodes démontre la plus grande précision de la détection de l'activité ovarienne par le dosage de la progestérone plasmatique.

L'exactitude de la palpation transrectale des ovaires est surtout influencée par la taille du tractus génital et la saison de vêlage (variation pondérale), alors que la composante comportementale dépend, non seulement du taureau dévié et des femelles, mais aussi de la fluctuation des poids corporels. Certaines femelles cyclées d'après la composante hormonale ont échappé à l'intérêt du taureau dévié (environ 6 p. 100 au 10^e jour post-partum).

La composante hormonale apparaît donc, de loin, la plus fiable car elle repose sur une réalité biologique mesurable et objective.

Effet de l'âge

L'effet de l'âge sur le délai de reprise de l'activité ovarienne n'est pas significatif.

DISCUSSION

La durée de l'involution utérine observée chez les Baoulé et les Ndama (1 mois) est comparable à ce que d'autres auteurs ont décrit (1, 2, 4). La durée de l'involution utérine varie en fonction de l'âge (rang de vêlage) (1, 2) ; elle est

tardive chez les femelles âgées. L'influence significative de la saison de vêlage n'a pas été observée chez les deux races.

L'efficacité de l'observation biquotidienne des chaleurs est liée d'une part à la présence sexuelle du taureau dévié, d'autre part au dispositif marqueur. Ainsi, le taureau dévié, au cours de certaines tentatives pour se débarrasser du licol, peut écraser le marqueur, ce qui nécessite un renouvellement régulier des crayons marqueurs.

La chute physiologique du poids moyen le 10^e jour post-partum chez les deux races, au cours des deux saisons, pourrait être à l'origine de l'absence d'oestrus à cette date. Il semblerait que l'instinct maternel tende à masquer l'expression normale de l'oestrus, rendant plus difficile sa détection chez les vaches allaitantes (12).

L'exactitude de la palpation transrectale des ovaires dépend du clinicien. Certains auteurs (5) ont estimé l'erreur à 33 p. 100 ; la taille réduite des ovaires associée aux variations de l'évolution pondérale au cours de la saison sèche peut être une source supplémentaire d'erreur.

Tous les auteurs (9, 10, 15) considèrent le dosage de la progestérone comme une méthode objective et précise par rapport aux autres composantes.

Le délai de reprise de la cyclicité post-partum observée ici chez les Baoulé allaitantes (40 jours post-partum) est plus court que ce que rapporte CHICOTEAU au Burkina Faso (4) ; de même, celui des Ndama (34 jours post-partum) (7, 8). L'évolution pondérale, qui dépend de l'alimentation des bovins au pâturage, serait une des causes de la variation de la rapidité de la reprise d'activité sexuelle au cours des deux sous-saisons.

Au 30^e jour post-partum, les femelles des deux races qui ont vêlé pendant la saison sèche ont perdu environ 10 p. 100 de leur poids corporel. A la même période, les femelles Baoulé qui ont vêlé au début de la saison des pluies en ont perdu 1,2 p. 100, tandis que les Ndama ont repris leur poids initial. Ainsi, le croît pondéral est un peu plus rapide chez les Ndama que chez les Baoulé qui ont mis bas au début des pluies. Les différences sont trop faibles cependant pour qu'elles exercent un effet significatif sur la reprise de l'activité sexuelle : 50 p. 100 des deux races sont cyclées à la même date (28^e jour) avec un poids moyen de 171 ± 10 kg pour les Baoulé et 233 ± 26 kg pour les Ndama.

Au 40^e jour post-partum, période où le minimum de poids moyen est enregistré (163 ± 15 kg) chez les femelles Baoulé ayant vêlé pendant la saison sèche, aucune n'est cyclée. L'absence d'activité ovarienne serait liée au déséquilibre entre l'exportation par la lactation (allaitement des veaux) et l'ingesta. En effet, la perte de poids corporel enregistrée chez les femelles pendant la saison sèche est

due, non seulement au déficit d'apport alimentaire, mais aussi au fait que l'exportation par l'allaitement des veaux est supérieure aux possibilités d'ingestion des femelles ; ces dernières puisent donc dans leurs réserves pour compléter.

Le délai de la reprise d'activité sexuelle est beaucoup plus long lorsque le niveau alimentaire est faible.

Malgré la baisse de poids de 10,5 p. 100 enregistrée le 40^e jour chez les Ndama qui ont vêlé pendant la saison sèche, 50 p. 100 de ces dernières sont cyclées à cette date, avec un poids moyen de 240 ± 32 kg. Les 50 p. 100 des Baoulé ayant vêlé à la même saison sont cyclées le 52^e jour, avec un poids moyen de 166 ± 15 kg. Ce décalage dans le délai de reprise de l'activité ovarienne pourrait être expliqué par le fait qu'au 40^e jour post-partum certaines femelles Baoulé, non encore cyclées, avaient atteint un faible poids incompatible avec l'initiation d'une ovulation et le début de développement de corps jaunes. Mais au 52^e jour, avec une croissance pondérale d'environ 2,4 p. 100, elles ont retrouvé leur poids seuil. La différence entre les délais de reprise de cyclicité observée chez les deux groupes de Baoulé qui ont vêlé au cours des deux sous-saisons serait due au retard accusé par celles qui n'ont pas repris leur poids seuil de cyclicité pendant la saison sèche.

Le poids seuil moyen où 50 p. 100 des femelles sont cyclées peut être estimé à 170 kg pour les Baoulé et 236 kg pour les Ndama.

DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.), LARE (K.). Post-partum uterine involution and oestrus cycle resumption in trypanotolerant Ndama and Baoulé cows. *Revue. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 319-324

This work refers to 30 Ndama and 30 Baoulé cows kept on pasture (*Panicum maximum*) at the Research and Breeding Centre of Avetonou, Togo (Centre de Recherche et d'Élevage, Avetonou, Togo (CREAT)), which is located in the Sudano-guinean savanna of West Africa. Two calving seasons were observed : 17 Ndama and 15 Baoulé cows gave birth during the dry season (December-January) and 13 Ndama and 15 Baoulé cows at the beginning of the rainy season (February-March). The cows which calved during the dry season lost about 10 % of their body weight 30 days post-partum ; the cows which had calved at the beginning of the rainy season lost only about 2 % of their average body weight. The duration of the uterine involution was not influenced by the calving season ($P > 0.05$). On an average, the overall uterine involution was achieved 31 ± 4 days post partum for the Ndama and 30 ± 7 days for the Baoulé cows. The influence of the age of the cows on the uterine involution was significant ($P < 0.05$). Young cows (4-5 years old) in both breeds had almost all completed their uterine involution by 30 days post-partum. Fifty percent of the Baoulé and Ndama cows had been seen in heats by 49 and 44 days post partum, respectively. According to the examination of the ovarian morphology, 50 % of the cows of both breeds were estimated as cyclic 60 days post-partum. However, the increase in plasma progesterone concentrations (above 0.5 ng/ml) showed that 50 % of the Ndama and Baoulé cows had resumed their sexual cycle 34 and 40 days respectively, post partum. The weight gain depending on the feeding of these trypanotolerant lactating cows on pasture seemed to be the main reason for such variations of resumption of the oestrus cycle after calving and hence for the variation in the calving intervals. *Key words* : Trypanotolerant cattle - Ndama cattle - Baoulé cattle - Oestrous cycle - Calving interval - Age effect - Togo.

CONCLUSION

L'involution utérine est globalement achevée le 30^e jour post-partum quelles que soient la race, la saison de vêlage, la variation pondérale ; seul le rang de vêlage (l'âge) peut être pris en compte.

Pour la reprise de cyclicité après parturition, le vêlage au début des pluies permet d'avoir un intervalle vêlage-vêlage plus court. On peut faire l'observation originale selon laquelle on n'a pas intérêt à faire vêler tôt en saison sèche. Dans ce dernier cas, seules 50 p. 100 des femelles sont cyclées à 50 jours post-partum, ce qui ne permet pas d'avoir un intervalle moyen vêlage-conception de 90 jours, soit un intervalle entre vêlages d'un an.

La reprise de l'activité ovarienne chez les vaches trypanotolérantes allaitantes dépend de l'évolution pondérale et de l'alimentation. Il serait intéressant de s'assurer qu'un apport alimentaire complémentaire pendant la saison sèche corrigerait le déséquilibre entre l'exportation par la lactation et l'ingesta, et raccourcirait ainsi la durée de la reprise de cyclicité après le part chez les bovins trypanotolérants.

REMERCIEMENTS

Nous remercions particulièrement les Drs M. THIBIER et P. CHICOTEAU pour leur collaboration. Ce travail a été financé par le projet FAO-GCP-RAF 190/IEA.

DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.), LARE (K.). Involución uterina y nuevo ciclo post partum en hembras tripanotolerantes Ndama y Baoulé. *Revue. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 319-324

Se estudió la reproducción de 30 hembras Ndama y 30 hembras Baoulé pastoreando *Panicum maximum* en el centro de Investigaciones y de Ganadería de Avetonou, Togo (CREAT), localizado en la zona sudano-guineana de África occidental. Los partos ocurrieron durante dos estaciones : 17 hembras Ndama y 15 hembras Baoulé parieron durante la estación seca (diciembre-enero) ; 13 hembras Ndama y 15 hembras Baoulé a principios de la estación lluviosa (febrero, marzo). Las hembras que parieron durante la estación seca perdieron unos 10 p. 100 del peso al día 30 post partum, las que parieron a principios de la estación lluviosa sólo unos 2 p. 100. La estación de parto no influyó la duración de la involución uterina ($P > 0.05$). Por término medio, se acaba la involución global del útero a 31 ± 4 días post partum en los Ndama y a 30 ± 7 días en los Baoulé. La influencia de la edad sobre la involución uterina es significativa ($P < 0.05$), es más rápida en las jóvenes de 4-5 años. Basándose sobre el comportamiento, se nota que 50 p. 100 de las hembras Baoulé y Ndama tienen el ciclo respectivamente al día 49 y al día 44, mientras que ambas razas tienen el ciclo al día 60 según el criterio de morfología ovárica. En cambio, la subida de la progesteronemia muestra que 50 p. 100 de las vacas Ndama y 50 p. 100 de las Baoulé recobraron el ciclo respectivamente al día 34 y al día 40 post partum. La evolución del peso, ligada con el pastoreo de las hembras amamantadas parece ser la causa de la variación del plazo de nueva aparición del ciclo después del parto, luego del intervalo entre los partos. *Palabras claves* : Bovino tripanotolerante - Bovino Ndama - Bovino Baoulé - Ciclo estral - Intervalo entre partos - Influencia de la edad - Togo.

BIBLIOGRAPHIE

1. BADINAND (F.). Involution utérine. In : CONSTANTIN (A.), MEISSONIER (E.), éd. L'utérus de la vache : anatomie-physiologie, pathologie. Paris, Société française de buiatrie, 1981. P. 201-211.
2. BASTIDA (P.), TROCONIZ (J.), VERDE (O.), SILVA (O.). Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterin involution in Brahman cows. *Theriogenology*, 1984, **21** : 525-532.
3. CHICOTEAU (P.). La reproduction des bovins trypanotolérants. In : Réunion ITC. Banjul, Gambie, 1988.
4. CHICOTEAU (P.). La reproduction des bovins tropicaux. *Rec. Med. vet*, 1991, **167** (3-4) : 241-247.
5. DAWSON (F.L.M.). Accuracy of rectal palpation in diagnosis of ovarian function in the cow. *Vet. Rec.*, 1975, **96** : 218-221.
6. GOFFAUX (M.). Méthode de détection de l'oestrus chez les bovins. *Élevage Insém.*, 1974, **144** : 3-25.
7. GYAWU (P.). Some factors affecting the reproductive efficiency in Ndama cattle in Ghana and Gambia. In : Rapport de réunion de coordination IAEA/reproduction. Addis Abeba, 1988. P. 1-4. (Communication personnelle, non publiée).
8. JEANNIN (P.), AGYAMANG (K.), CLIFFORD (D.), MUNRO (C.), DWINGER (R.). Reproductive performance of Ndama cattle kept under village management in Gambia. In : African trypanotolerant livestock network meeting, Nairobi, Kenya, 1987. Pp. 174-183.
9. LAHLOU-KASSI (A.), LAKDISSI (H.). Radioimmunoassay technique and reproductive management of livestock in North Africa. In : Nuclear technique in tropical animal diseases and nutritional disorders. Vienna, IAEA, 1984. P. 1648-1652.
10. LAMMING (G.E.). Milk progesterone for assessing response to treatment of subfertility in cattle. In : Proceedings of the IVth international congress on Reprod. Artif. Inse. Madrid, 1980, **41** (3) : 293-299.
11. LANDAIS (E.). Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du nord de la Côte-d'Ivoire. Maisons-Alfort, IEMVT, 1983. 789 p. (Études et synthèses de l'IEMVT n° 9).
12. RALAMBOFIRINGA (A.). Note sur les manifestations du cycle oestral et sur la reproduction des femelles Ndama. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1978, **31** (1) : 91-94.
13. ROSENBERGER (G.). Examen clinique des bovins. Maisons-Alfort, Éd. du Point Vétérinaire, 1979. 526 p.
14. SCHWARZ (D.). Méthode statistique à l'usage des médecins et des biologistes. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1963. 275 p.
15. THIBIER (M.). Recours par un praticien au laboratoire d'hormonologie. *Bull. G.T.V.*, 1976 (5) : 1-7.
16. THIBIER (M.). Le cycle sexuel des mammifères domestiques. 1. Description du cycle sexuel de la vache. *Écon. Méd. anim.*, 1976, **17** : 117-134.
17. THIBIER (M.). Method of setting up study on the reproduction of trypanotolerant livestock. In : Rapport de réunion de coordination IAEA/reproduction. Addis Abeba, Éthiopie, 1988. 5 p.
18. THIBIER (M.), SAUMANDE (J.). Estradiol 17B and progesterone concentration in jugular venous plasma in cows. *J. Steroid Biochem.*, 1975, **6** : 1435-1437.
19. THIMONIER (J.). Analyse de l'activité ovarienne dans les groupés de femelles. In : Maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. INRA-SERSIA, 1976. P. 61-67.

Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti

B. Faye¹C. Mulato²

FAYE (B.), MULATO (C.). Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 325-334

L'analyse du plasma de 52 dromadaires (27 femelles adultes, 13 jeunes femelles, 7 mâles adultes et 5 jeunes mâles) en provenance de cinq régions naturelles de Djibouti a concerné 15 paramètres biochimiques. Les valeurs observées tendent à admettre des états de subcarence en oligo-éléments (cuivre : 60, 7 µg/100 ml ; zinc : 46,2 µg/100 ml) mais non en calcium (9,5 mg/100 ml), ni en magnésium (2,3 mg/100 ml), bien que dans ce dernier cas les écarts soient grands (1,1-3,9). Par ailleurs, les dromadaires de Djibouti semblent en état de déficit énergétique (63,7 mg/100 ml pour le glucose, 0,025 mmol/l pour le BOH, 0,17 mmol/l pour les acides gras libres), mais le niveau azoté alimentaire serait globalement satisfaisant (urée : 35,9 mg/100 ml, albumine : 32,7 g/l). Les lipides plasmatiques (cholestérol, phospholipides, triglycérides) signent les particularités métaboliques du dromadaire (respectivement 19,5, 22,4 et 26,6 mg/100 ml). Le facteur géographique est prépondérant sur les facteurs zootechniques pour expliquer les différences entre les profils observés. Les caractéristiques des cinq régions sont discutées en relation avec le profil moyen observé sur les animaux. *Mots clés* : Dromadaire - Biochimie - Enzyme - Teneur en éléments minéraux - Plasma - Djibouti.

INTRODUCTION

Les paramètres plasmatiques peuvent constituer des indicateurs, plus ou moins fidèles, de l'état nutritionnel des animaux. Ils permettent de détecter d'éventuelles carences alimentaires et de diagnostiquer, par ailleurs, des troubles pathologiques subcliniques. Les facteurs de variation physiologiques, voire pathologiques, sont assez bien connus chez la plupart des espèces (40, 44). Pour le dromadaire, les données sont plus fragmentaires, voire rarissimes pour certains paramètres, et on ne dispose pas toujours de normes sanguines bien définies.

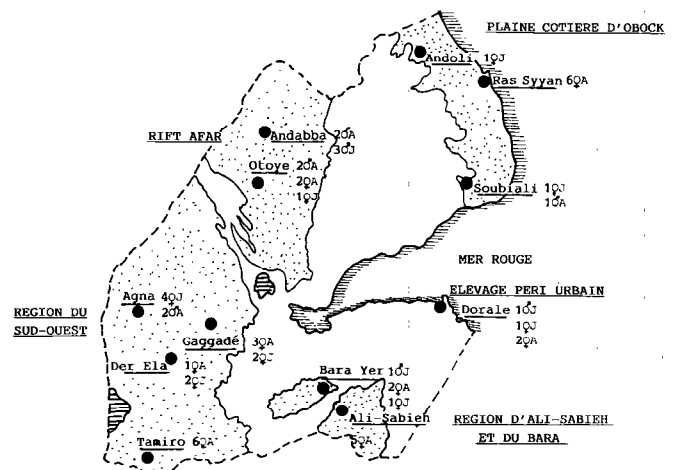
Le statut nutritionnel des dromadaires, dans le contexte géo-climatique et alimentaire de la République de Djibouti, est essentiellement tributaire des ressources fourragères du milieu. Dans un précédent article (25), ont été examinées les teneurs en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des quatre espèces de ruminants domestiques que l'on rencontre à Djibouti. La présente étude a pour but de déterminer les valeurs de certains paramètres protéo-énergétiques, minéraux et enzyma-

tiques, en relation avec l'origine géographique des troupeaux (régions naturelles et/ou système de production particulier) et des caractéristiques zootechniques comme l'âge et le sexe.

MATÉRIEL, MÉTHODE, CHOIX DES SITES

Les animaux et leur environnement

L'étude porte sur 52 dromadaires de races locales (Dankali et race dite "Grand de Somalie") répartis en 10 mâles et 42 femelles et en 18 jeunes et 34 adultes (animaux en âge de se reproduire). Les animaux proviennent de cinq régions naturelles (carte 1) telles qu'elles sont décrites par AUDRU *et al.* (7) et FAYE (22).



Carte 1 : Régions naturelles étudiées et lieux de prélèvement sanguin des dromadaires mâles (♂), femelles (♀), adultes (A) ou jeunes (J).

Rift de l'Afar

Les animaux prélevés pâturent dans la zone nord, caractérisée par une végétation dispersée à *Rhigozum somalense* entrecoupée par la steppe arbustive d'Andabba à *Acacia ehrenbergiana* et la zone dénudée d'Otoyé.

1. Laboratoire d'Écopathologie, INRA Theix, 63122 Ceyrat, France.
2. Mission française de coopération, BP 203, Nouakchott, Mauritanie.

Reçu le 2.2.1990, accepté le 28.5.1991.

B. Faye C. Mulato

Plaine côtière d'Obock

La plupart des animaux étudiés subsistent dans les mangroves, formations végétales à *Ceriops tagal* et *Avicennia marina*. A l'intérieur des terres, on rencontre des fourrés unispécifiques à *Salvadora persica*.

Région d'Ali-Sabieh

Cette zone comprend le Grand et le Petit Bara au nord, où cohabitent zones dénudées et steppe à *Cymbopogon schoenanthus*, et le massif d'Arrey au sud, couvert d'une steppe où dominant *Acacia etbaica* et des fourrés à *Salvadora persica*.

Région du Sud-Ouest

C'est une vaste zone marquée par une série de fossés d'effondrement (Der Elwa, Gaggadé, Hanlé, bordure du lac Abbé) et caractérisée par une steppe arborée à *Acacia asak* et *tortilis*, des steppes succulentes à *Suaeda*, des formations ligneuses à *Hyphaene thebaica*, des steppes herbeuses à *Cymbopogon schoenanthus* et des zones inondables à *Tamarix nilotica*.

Zones périurbaines

Il ne s'agit pas d'une "région naturelle" mais d'élevages périurbains intensifs (ville de Djibouti), constitués de troupeaux de chèvres laitiers destinés à approvisionner les populations urbaines en lait cru. Les animaux reçoivent une alimentation riche en concentrés (sorgho-maïs). Ces zones constituent un système de production particulier.

Pendant la période d'étude, les animaux n'étaient pas en transhumance, donc en situation plutôt stable dans une région donnée.

Prélèvements

Les prélèvements ont été réalisés au cours du mois de décembre 1988, en saison fraîche et sèche. Les dromadaires ont été soumis à un prélèvement sanguin, de préférence le matin, lorsque les animaux sont concentrés autour des points d'eau. Le sang total est prélevé à la jugulaire dans un tube Sarstedt contenant une goutte d'anticoagulant (LiquemineND), puis centrifugé sur place (4 500 t/min pendant 10 min) et le plasma collecté avec un filtre à hématies. Le prélèvement plasmatique est conservé à la température de la glace fondante, puis congelé dès le retour à Djibouti-ville, au maximum après un délai de cinq jours à 0 °C.

Analyses de laboratoire et choix des paramètres

Le statut minéral des animaux est recherché par dosage des macro-éléments (calcium, magnésium) et des oligo-éléments (cuivre, zinc). Ces paramètres sont en partie dépendants du statut physiologique de l'animal (cas du calcium en début de lactation) et de l'apport alimentaire. Ces minéraux ont été dosés par spectrophotométrie à absorption atomique, selon la méthode décrite par BEL-LANGER et LAMAND (11).

Pour les analyses biochimiques et enzymatiques, on a utilisé un analyseur à transfert monocanal informatisé, Isamat (Isa-Biologie), selon les méthodes classiques préconisées pour ce type d'appareil (8, 14, 18, 19). Les paramètres mesurés sont :

- les indicateurs du statut énergétique : glucose, 3-hydroxybutyrate (BOH), acides gras libres (AGL) ;
- les indicateurs du statut azoté : albumine, urée ;
- les indicateurs de l'intégrité organique, en particulier du foie : gamma glutamyl transférase (GGT) et glutamate déshydrogénase (GLDH) ;
- la céruloplasmine (Cp), protéine de transport du cuivre et témoin des processus inflammatoires.

D'autres paramètres de nature lipidique, témoins du statut énergétique des animaux (triglycérides, cholestérol, phospholipides), sont mesurés, respectivement, selon les méthodes de BUCOLO et DAVID (13), ALLAIN *et al.* (5), et TAKAYAMA *et al.* (42).

Analyses statistiques

Les données statistiques classiques (moyenne, écart-type, histogramme) sont établies à partir du logiciel STAT-ITCF (10). Pour la comparaison de populations remplissant les conditions d'homoscédasticité, on a utilisé l'analyse de variance (calcul de F), et dans le cas contraire le test U de MANN et WITHNEY. La comparaison des moyennes observées s'est appuyée sur le test t classique. Les analyses descriptives multidimensionnelles (27) utilisées sont : l'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse discriminante (AD).

RÉSULTATS

On examinera successivement les valeurs enregistrées sur l'ensemble de l'échantillon, leur variation en fonction de l'origine géographique des animaux et les facteurs discriminants prioritaires (âge, sexe, région naturelle).

Valeurs observées sur l'ensemble de l'échantillon (tabl. I)

Paramètres protéo-énergétiques

Les glycémies (en mg/100 ml) sont significativement plus basses chez les femelles ($60,3 \pm 25,3$ vs $78 \pm 7,3$) par rapport aux mâles et chez les adultes par rapport aux jeunes ($58,5 \pm 25,4$ vs $73,4 \pm 23,7$). Dix-sept p. 100 des animaux ont des valeurs de β OH inférieures à la limite de sensibilité des appareils de mesure et on ne note pas de variation significative selon l'âge ou le sexe. L'albumine (g/l) varie peu, mais on note une différence significative entre les jeunes ($31,3 \pm 3,5$) et les adultes ($33,5 \pm 3,3$). La teneur en urée plasmatique (mg/100 ml) subit également de grandes variations (rapport de 1 à 10 entre les valeurs extrêmes) et les mâles présentent des valeurs significativement plus faibles ($23,3 \pm 13,5$ vs $39 \pm 17,2$). Les teneurs en AGL (mmol/l) ont une distribution bimodale et des valeurs plus basses chez les femelles ($0,16 \pm 0,11$ vs $0,23 \pm 0,05$). Le cholestérol ne présente aucune variation selon l'âge ou le sexe. La teneur en phospholipides (mg/100 ml) ne varie pas non plus en fonction de l'âge, mais on note des valeurs plus faibles chez les femelles ($21,3 \pm 5,9$ vs $27,1 \pm 8,2$). A l'inverse, les triglycérides (mg/100 ml) ne varient pas en fonction du sexe, mais sont inférieurs chez les jeunes ($21,5 \pm 7,6$ vs $36,2 \pm 15,4$).

Paramètres minéraux

La dispersion des valeurs de la calcémie (mg/100 ml) est étroite et on constate des valeurs plus basses chez les animaux adultes ($10,83 \pm 0,5$ vs $11,3 \pm 0,6$), mais pas de

différences liées au sexe. Dans l'échantillon, on remarque une répartition bimodale des valeurs en magnésium plasmatique. Les taux observés (mg/100 ml) chez les femelles sont significativement plus faibles que chez les mâles ($1,1 \pm 0,6$ vs $2,3 \pm 0,2$), mais on ne relève aucune différence liée à l'âge.

Les valeurs du cuivre et du zinc plasmatique (μ g/100 ml) indiquent une grande dispersion, avec une distribution normale. La cuprémie chez les dromadaires adultes est significativement plus faible que chez les jeunes ($56,4 \pm 25,7$ vs $68,8 \pm 15,9$) et moins élevée chez les femelles que chez les mâles ($55,4 \pm 21,8$ vs $83,1 \pm 16,2$). On ne note aucune différence pour le zinc.

Le taux de céruloplasmine (unités oxydasiques) est inférieur chez les animaux adultes ($34,4 \pm 2,8$ vs $36,6 \pm 2,8$) et chez les femelles ($34,7 \pm 2,6$ vs $38,9 \pm 1,2$) à l'instar de ce qui se passe pour la cuprémie, avec laquelle la céruloplasmine est corrélée.

Paramètres enzymatiques

Témoins plus ou moins spécifiques des atteintes hépatiques, les paramètres enzymatiques dépassent les seuils - jugés critiques chez les bovins - dans 13,5 p. 100 des cas pour la GLDH. Il s'agit dans la plupart des cas de femelles pour lesquelles les valeurs moyennes (en UI/l) sont significativement plus élevées ($16,1 \pm 3,5$ vs $5,4 \pm 3,1$) que chez les mâles. On ne note aucune variation liée à l'âge. La GGT ne varie pas en fonction de l'âge ou du sexe des animaux.

Variations géographiques (tabl. II)

Les glycémies sont significativement inférieures dans la région du Sud-Ouest et la plaine d'Obock, à l'inverse des animaux en zone périurbaine et du Rift de l'Afar, qui par ailleurs présentent des taux élevés en β OH. L'urémie est plus basse dans le Rift de l'Afar et surtout dans la plaine d'Obock. C'est dans cette région qu'on note également les valeurs les plus élevées en AGL.

En revanche, les paramètres du métabolisme lipidique ne varient pas selon les régions, de même que l'albuminémie. La céruloplasminémie, comme la cuprémie, est plus faible dans la région du Sud-Ouest et dans la plaine côtière d'Obock.

La cuprémie est significativement plus basse chez les animaux de la plaine côtière d'Obock ; la zincémie est inférieure chez les femelles laitières des zones périurbaines et de la région d'Ali-Sabieh. Aucune variabilité régionale ne concerne la calcémie, ce qui paraît logique compte tenu des mécanismes de contrôle homéostatique bien connus pour cet élément. En revanche, le taux de magnésium plasmatique est plus faible chez les animaux de la plaine côtière d'Obock et de la région du Sud-Ouest.

TABLEAU I Teneurs plasmatiques observées en éléments minéraux, biochimiques et enzymatiques chez le dromadaire à Djibouti.

Paramètres plasmatiques	Moyenne	Valeurs extrêmes	Écart-type	Unités	Normes bovines
Cuivre	60,7	7-122	23,4	μ g/100 ml	70-120
Zinc	46,2	9,2-100	17,5	μ g/100 ml	70-120
Calcium	9,5	8,5-11,3	0,58	mg/100 ml	9-10,5
Magnésium	2,3	1,1-3,9	0,62	mg/100 ml	2-2,8
Glucose	63,7	12-114	25,6	mg/100 ml	55-65
β OH	0,025	0-0,12	0,026	mmol/l	0,2-1
Urée	35,9	10,8-97,1	17,5	mg/100 ml	15-30
Albumine	32,7	21,4-39,1	3,5	g/l	3-3,8
Céruloplasmine	35,5	31,8-41,4	2,9	UO	30-55
AGL	0,17	0-0,57	0,12	mmol/l	0,2-0,5
Cholestérol	19,5	9-52	8,7	mg/100 ml	25-40
Phospholipides	22,4	13-45	6,7	mg/100 ml	150-250
Triglycérides	26,6	9-74	12,9	mg/100 ml	5-15
GGT	8,4	4-20	3,1	UI/l	12-18
GLDH	14,1	0-97	21,3	UI/l	5-11

B. Faye C. Mulato

TABLEAU II Moyennes des teneurs plasmatiques des éléments minéraux, biochimiques et enzymatiques chez le dromadaire dans cinq zones géographiques de Djibouti.

Paramètres	Rift de l'Afar	Plaine côtière d'Obock	Élevages périurbains	Grand Bara Ali-Sabieh	Sud-Ouest	Unités
Cuivre	88,9	33,67	61,75	58,33	59,67	µg/100 ml
Zinc	42,6	50,22	30,5	38,44	52,96	µg/100 ml
Calcium	9,14	9,76	9,58	9,79	9,39	mg/100 ml
Magnésium	2,65	1,78	2,65	3,00	1,90	mg/100 ml
Glucose	86,9	54,55	98,75	62,33	49,8	mg/100 ml
BOH	0,025	0,002	0,037	0,018	0,008	mmol/l
Urée	21,25	17,48	55,57	46,81	42,91	mg/100 ml
Albumine	31,88	34,52	34,25	32,8	32,05	g/l
Céruoplasmine	39,68	34,8	35,17	36	33,65	UO
AGR	0,129	0,29	0,145	0,204	0,139	mmol/l
Cholestérol	21,99	18,78	21,25	20,28	17,77	mg/100 ml
Phospholipides	26,84	21,11	24,25	22,55	19,42	mg/100 ml
Triglycérides	21,66	26,67	11,79	34,39	25,52	mg/100 ml
GGT	8,4	8,8	5,7	8,8	8,5	UI
GLDH	2,4	13,4	3,0	27,4	16,4	UI

TABLEAU III Matrice des corrélations entre les différents paramètres plasmatiques mesurés sur le dromadaire à Djibouti. Seuil de signification à 1 p. cent pour les chiffres en caractères gras et 5 p. cent pour les autres.

	TRG	CHO	PHO	BOH	GLU	AGR	URE	ALB	CER	CUI	ZIN	CAL	MG	GGT	GLD
Triglycérides															
Cholestérol															
Phospholipides	.275	.674													
BOH															
Glucose															
AGL	.296			.362											
Urée				-.358											
Albumine	-.339														
Céruoplasmine			.439		.434		-.393	-.295							
Cuivre		.298	.361	-.372					.720						
Zinc															
Calcium	.361	.374						.291							
Magnésium			.294		.430				.461	.394	-.275				
Gamma GT	.290							-.307				.313			
GLDH														.467	
	TRG	CHO	PHO	BOH	GLU	AGR	URE	ALB	CER	CUI	ZIN	CAL	MG	GGT	GLD

TABLEAU IV Valeur de F pour les variables significativement discriminantes de la population cameline en fonction de l'âge (deux niveaux : adulte et jeune), du sexe (deux niveaux : mâle ou femelle) et de la région (cinq régions).

Age		Sexe		Région	
Paramètres discriminants	Valeur de F	Paramètres discriminants	Valeur de F	Paramètres discriminants	Valeur de F
Triglycérides	21,26***	Céruloplasmine	24,19***	Magnésium	17,18***
Zinc	6,76*	Cuivre	14,21***	Urée	14,85***
Albumine	4,78*	Urée	7,16*	Céruloplasmine	14,80***
Cholestérol	4,56*	Phospholipides	6,77*	BOH	14,61***
Glucose	4,24*	Magnésium	4,19*	Cuivre	12,78***
Céruloplasmine	4,18*	Glucose	4,09*	Glucose	9,44***
Pourcentage de bien-classés					
94,2		90,4		98,1	

Seuils de signification : *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$.

Les enzymes hépatiques atteignent des seuils "critiques" (si on se réfère aux normes de l'espèce bovine) dans la région du Sud-Ouest et surtout dans la région d'Ali-Sabieh.

Analyses multidimensionnelles

Analyse en composantes principales sur les données centrées réduites

On analyse un tableau (i x j) où i représente les individus (52 dromadaires) et j les valeurs plasmatiques des 15 paramètres mesurés. On ne commentera que la matrice des corrélations (tabl. III), les résultats graphiques de l'ACP n'apportant que peu d'informations intéressantes.

Les coefficients de corrélation les plus significatifs sont relevés entre le cuivre et la céruloplasmine (0,720) d'une part, entre phospholipides et cholestérol (0,674) d'autre part. Les enzymes hépatiques sont également bien corrélées entre elles (0,467).

L'analyse discriminante

Elle est appliquée sur le tableau des données initiales (i x j) en fonction, respectivement, de l'âge, du sexe et de l'origine géographique des animaux (tabl. IV). Les paramètres les plus discriminants sont les triglycérides pour l'âge, le cuivre et la céruloplasmine pour le sexe. Cependant, il apparaît nettement que l'on peut discriminer de façon plus marquée les animaux, en fonction de leur origine géographique. Les paramètres témoins du niveau énergétique (glucose, BOH) et azoté (urée) et les paramètres minéraux (magnésium, cuivre) dépendent très fortement de la région d'origine des animaux.

La projection des individus sur le plan défini par les axes discriminants 1 et 2 (fig. 1) permet de visualiser clairement l'opposition du groupe 1 (Rift de l'Afar) au groupe 5 (région du Sud-Ouest) sur l'axe horizontal, et les groupes 3 et 4 (régions d'Ali-Sabieh, du Bara Yer et élevages péri-urbains) au groupe 2 (plaine côtière d'Obock) sur l'axe

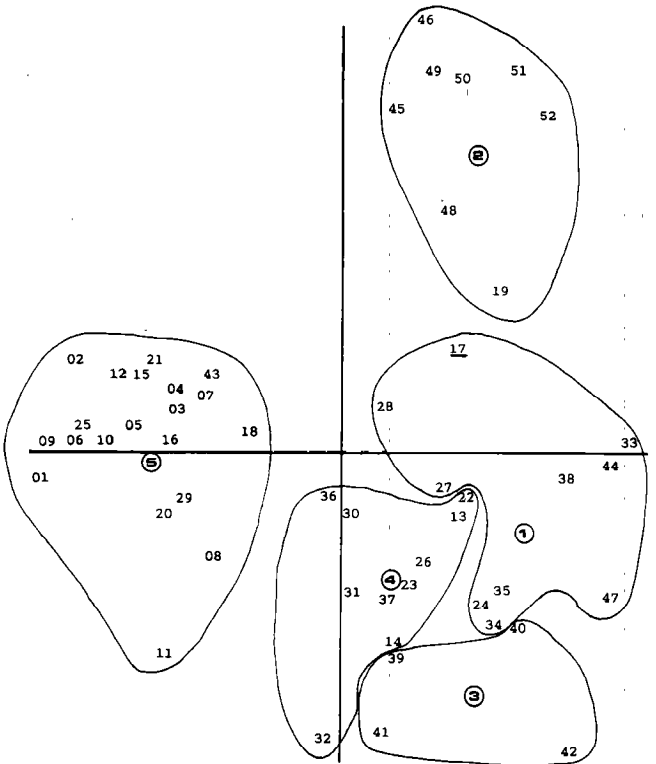


Fig. 1 : Projection des individus (52 dromadaires) et des centres de gravité des cinq régions sur le plan défini par les axes discriminants.

vertical. Un seul individu est mal classé. Il s'agit d'une jeune femelle (n° 17) qui, bien qu'appartenant à la région d'Obock (groupe 2), présente un profil plasmatique plus proche des animaux de la région du Rift Afar (groupe 1).

L'ensemble de ces résultats indique donc l'existence de liens entre les oligo-éléments et le statut énergétique et protéique des animaux, d'une part, et la prééminence du facteur géographique pour discriminer les populations de dromadaires du point de vue de leur profil métabolique d'autre part. La discussion abordera essentiellement ces deux points.

DISCUSSION

La diversité des sexes, des âges, des stades physiologiques et des ressources alimentaires sur un nombre limité d'animaux constitue sans doute une restriction à la signification des résultats mais permet aux valeurs globalement observées d'être considérées comme représentatives de la diversité des situations.

Valeurs observées chez le dromadaire

D'après CHANDRASANA *et al.* (15), le dromadaire présente une glycémie normale de l'ordre de 80 à 140 mg/100 ml, sensiblement supérieure à celle observée chez les autres ruminants. A l'inverse, les taux de β OH sont très inférieurs à ceux des autres espèces de ruminants (16). Or, les valeurs observées à Djibouti sont nettement plus faibles pour la glycémie et légèrement supérieures pour le β OH, signifiant sans doute un fort déficit énergétique.

Les teneurs en AGL du dromadaire sont comparables à celles des bovins, contrairement aux taux de cholestérol et de phospholipides, très inférieurs, et au taux de triglycérides, légèrement supérieur (22). Ces résultats corroborent ceux, partiels, d'autres auteurs (17, 32, 36, 37, 45).

Les références concernant l'urémie chez le dromadaire sont nombreuses et très variables mais comparables à nos observations (2, 12, 37). Il en est de même pour l'albuminémie (28, 37).

La calcémie et la magnésémie apparaissent tout à fait comparables aux valeurs de la littérature pour le dromadaire (12, 37, 41, 46) et comparables à celles des bovins (3, 25).

Les valeurs plasmatiques en oligo-éléments (cuivre, zinc), peu nombreuses dans la littérature, oscillent dans la majorité des cas entre 70 et 120 μ g/100 ml (1, 3, 21, 24, 43, 46), ce qui correspond aux valeurs généralement observées chez les bovins, bien que la comparaison inter-espèce dans une même zone géographique indique

que les dromadaires présentent en moyenne des cuprémies plus élevées (22, 23, 43). Les valeurs moyennes relevées à Djibouti paraissent donc plutôt plus faibles (moy. = 60,7 μ g/100 ml), mis à part les résultats de FAYE et GRILLET (23) dans la vallée de l'Awash, en Éthiopie (moy. = 45 μ g/100 ml).

Les taux de zinc plasmatique observés à Djibouti sont très inférieurs à ceux relevés par divers auteurs (21, 24, 31). Seuls les résultats d'ABDALLA *et al.* (1) sont comparables (moy. = 41 μ g/100 ml).

On dispose de très rares données sur les enzymes hépatiques du dromadaire. ELDIRDIRI *et al.* (20) observent des taux de GGT légèrement supérieurs aux nôtres ($19,6 \pm 5,0$ UI/l) mais proches de ceux d'ABDALLA *et al.* en 1988 ($18,0 \pm 7,4$ UI/l), alors que ORLIAC (37) relève des valeurs similaires à nos résultats ($11,0 \pm 6$ UI/l). Aucune référence n'a été trouvée concernant le taux de GLDH plasmatique dans cette espèce.

Les variations liées à l'âge et au sexe commentées dans la littérature sont éminemment contradictoires et nos résultats ont montré que le facteur de variation le plus important était représenté par la région.

Relations entre les différents paramètres plasmatiques

La céruloplasmine, enzyme à activité oxydasique associée à 6 ou 8 atomes de cuivre, est donc étroitement corrélée à la cuprémie. Le coefficient de corrélation observé dans notre échantillon (0,720) est hautement significatif, mais l'examen du nuage de points (fig. 2) semble indiquer que pour les valeurs très basses de la cuprémie l'activité oxydasique de la céruloplasmine n'est pas modifiée, ce qui avait déjà été observé en Éthiopie (23). L'équilibre de la ration influe sur la digestibilité des oligo-éléments (33).

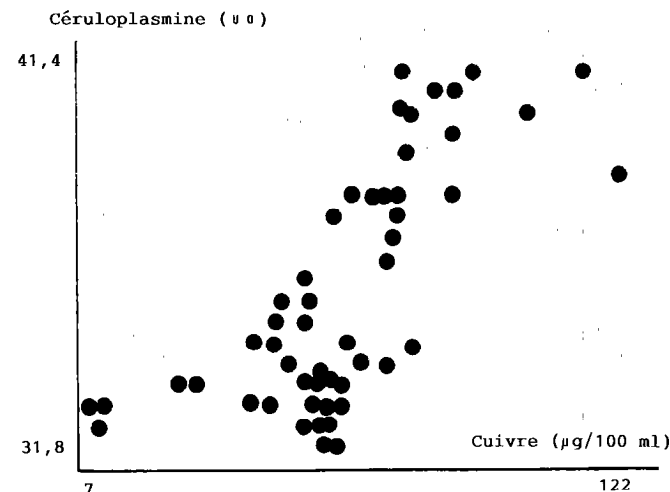


Fig. 2 : Variations du taux de céruloplasmine en fonction de la cuprémie plasmatique chez le dromadaire de Djibouti.

On note d'ailleurs une relation entre les hypocuprémies et les taux élevés d'AGL et de phospholipides : les animaux en déficit protéo-énergétique (qui ont donc tendance à mobiliser leurs réserves corporelles) présentent une plus faible capacité d'utilisation des oligo-éléments de la ration. Ceci peut se traduire par un statut plasmatique déficitaire.

Phospholipides et cholestérol sont des éléments constitutifs de lipoprotéines et sont associés aux mêmes fonctions au sein de ces macromolécules. En conséquence, il est parfaitement logique d'observer un coefficient de corrélation très significatif. En revanche, les relations lipides-minéraux sont plus complexes. Divers auteurs ont observé des relations entre hypocalcémie, hypomagnésémie et déviation du métabolisme lipidique (lipolyse) chez la vache laitière (36).

Chez les ruminants, la lipomobilisation s'accompagne toujours d'une hypomagnésémie. D'ailleurs, on constate que les animaux de la région d'Obock sont les plus déficients en magnésium. Or, leur glycémie est faible et le taux d'AGL très élevé par rapport aux animaux des autres régions, ce qui semble aller dans le sens d'une lipomobilisation accrue sur des individus en déficit énergétique.

YAGIL (47) observe chez le dromadaire en phase de déshydratation une augmentation de l'urémie et de la magnésémie et une baisse du calcium. On ne possède pas de données concernant l'état éventuel de déshydratation dans le cadre de cette étude.

L'hypercuprémie d'origine inflammatoire s'accompagne d'une diminution des taux plasmatiques d'albumine (35) et le parasitisme intestinal induit des pertes massives en albumine chez le mouton (30). Ceci peut sans doute expliquer en partie les corrélations négatives observées entre albumine et céruloplasmine (protéine d'inflammation) et entre l'albumine et la GGT (enzyme témoin de l'atteinte notamment d'origine parasitaire des canaux biliaires).

La corrélation positive entre la GGT et la GLDH (0,647) est comparable à celle observée chez les bovins (0,575) par BARNOUIN et PACCARD (9), mais ce coefficient dépend essentiellement du niveau des atteintes hépatiques (4).

Variations géographiques

Bien que par leurs déplacements incessants les dromadaires puissent tempérer l'effet "régional" lié à une homogénéité des ressources fourragères, l'origine géographique des animaux dans cette étude paraît fortement marquer le profil sanguin moyen. On ne discutera, dans cette partie, que des effets remarquables.

Les animaux en provenance du Rift Afar (région 1) présentent un profil moyen laissant supposer une alimentation d'assez bonne qualité, offerte par la dominante ligneuse de la ration, essentiellement composée de feuilles d'*Acacia* (2) dont on sait la richesse en matières azotées (26).

Dans la région d'Obock, le profil observé signe surtout un état général déficitaire. Sur les troupeaux pâturent dans les formations côtières à *Avicennia* et *Cerriops* (mangroves), les déficits minéraux sont particulièrement prononcés (25). Ils sont liés à des taux très faibles en minéraux des formations végétales consommées (22) mais, compte tenu des valeurs également très basses de la glycémie et de l'urémie observées dans cette région, le déficit paraît aussi énergétique et azoté. Cette situation de "carence" a déjà été observée par GODET *et al.* (29) mais sa nature non précisée.

La combinaison d'une hypomagnésémie relativement marquée et d'une lipomobilisation traduite par une montée des AGL et une glycémie faible a déjà été évoquée. Ceci appuie encore l'hypothèse d'un déficit énergétique grave.

Le niveau énergétique de la ration alimentaire des chèvres en élevage périurbain est largement supérieur à celui des autres dromadaires du pays. Ces animaux reçoivent une ration à base de grains (sorgho-maïs), parfois associés à des fourrages verts. Les apports azotés paraissent excessifs et l'urémie moyenne (55,5 mg/100 ml) est bien plus élevée que les normes généralement observées dans cette espèce (6).

Une partie des animaux de la région d'Ali-Sabieh-Bara Yer pâturent dans les fourrés à *Salvadora persica*, plante buissonnante pauvre en cuivre et zinc, riche en molybdène, soufre, sélénium et magnésium (22) et d'assez bonne valeur azotée (26). Or ces animaux présentent des taux de magnésium sanguin bien supérieurs à ceux relevés par d'autres auteurs (12), ainsi que des urémies très fortes, ce qui pourrait signifier une atteinte rénale. Peut-on imputer également à ce profil minéral particulier des ressources alimentaires les taux élevés en GLDH, témoins d'une atteinte hépatique non parasitaire ? En effet, la combinaison d'une hypermagnésémie, d'une urémie assez forte et d'une montée de la GLDH pourrait faire soupçonner un processus toxique hépato-rénal dont la consommation exclusive de fourrés à *Salvadora* et *Cadaba* pourrait être à l'origine. D'ailleurs, les animaux broutant ce type de végétation présentent des diarrhées nauséabondes qui rappellent des symptômes de molybdénose (22).

La région du Sud-Ouest, plus hétérogène, ne révèle pas de variations remarquables du profil. La montée de GLDH ou le déficit magnésique observé chez quelques animaux de la plaine d'Agna expliquent les moyennes observées sur l'ensemble de la région. Le déficit en cuivre chez les troupeaux de la région du lac Abbé affecte l'ensemble des espèces pâturent dans la zone (25) et est associé au

statut minéral des fourrages caractérisé par un excès de molybdène et de soufre, éléments antagonistes bien connus du cuivre (34).

CONCLUSION

La région naturelle d'origine des animaux représente le facteur le plus discriminant des profils métaboliques. Ce résultat permet de considérer qu'en zone tropicale extensive le statut nutritionnel des animaux est associé essentiellement à l'espace utilisé par les troupeaux, et qu'on peut définir ainsi un statut éconutritionnel.

FAYE (B.), MULATO (C.). Factors of variation of mineral, biochemical and enzymatic parameters in the blood plasma of dromedaries in Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 325-334

Fifteen blood plasma parameters (mineral, biochemical and enzymatic) in 52 dromedaries (27 adult females, 7 adult males, 5 young males and 13 young females) from five natural areas in Djibouti were analysed. According to observed values, Djiboutian dromedaries exhibited trace element deficiencies concerning copper (60.7 µg/100 ml) and zinc (46.2 µg/100 ml) but not calcium (9.5 mg/100 ml) or magnesium (2.3 mg/100 ml) although the standard deviation was large in the latter case (1.1-3.9). Moreover, dromedaries in Djibouti seemed to be energy deficient (63.7 g/100 ml for glucose, 0.025 mmole/l for β OH, 0.17 mmole/l for FFA), but the dietary protein level seemed to be satisfactory (urea 35.9 mg/100 ml, albumine 32.7 g/l). The metabolic peculiarities of dromedaries explain the values of plasma lipids (cholesterol 19.5, phospholipid 22.4 and triglyceride 26.6 mg/100 ml). The geographical factor prevails over the zootechnical factor (age, sex) for explaining the differences between observed profiles. The characteristics between the five natural areas are discussed in relation to mean profile, observed on the animals. *Key words* : Dromedary - Biochemistry - Enzyme - Mineral content - Plasma - Djibouti.

En République de Djibouti, on peut globalement constater que les dromadaires sont plutôt en déficit minéral (cuivre et surtout zinc) et que la couverture énergétique n'est pas assurée pour la plupart des animaux.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr LAURENT, du Ministère de la Coopération, et le Dr KAMIL, du Service de l'Élevage et des Pêches de Djibouti, sans qui cette étude n'aurait pas été possible.

Nous remercions également J.P. CHACORNAC, J.C. TRESSOL, Françoise LESCOURRET et G. SAINT-MARTIN pour l'aide qu'ils nous ont apportée.

FAYE (B.), MULATO (C.). Factores de variación de los parámetros proteo-energéticos, enzimáticos y minerales del plasma en el dromedario de Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 325-334

Se analizaron 15 parámetros bioquímicos a partir del plasma de 52 dromedarios (27 hembras adultas, 13 hembras jóvenes, 7 machos adultos y 5 machos jóvenes) provenientes de cinco regiones naturales de Djibouti. Los resultados evidencian estados de subcarencia de oligoelementos (cobre : 60,7 µg/100 ml, cinc : 46,2 µg/100 ml), de ninguna manera de calcio (9,5 mg/100 ml), ni de magnesio (2,3 mg/100 ml), aunque en el último caso las diferencias sean importantes (1,1-3,9). Por otro lado, los dromedarios de Djibouti parecen tener un déficit energético (63,7 mg/100 ml para el glucosis, 0,025 mmol/l para el β OH, 0,17 mmol/l para los ácidos grasos libres), pero el nivel nitrogenado alimenticio es globalmente satisfactorio (urea 35,9 mg/100 ml, albumina 32,7 g/l). Los lípidos plasmáticos (colesterol, fosfolípidos, triglicéridos) indican las particularidades metabólicas del dromedario (respectivamente 19,5, 22,4 y 26,6 mg/100 ml). El factor geográfico es preponderante sobre los factores zootécnicos para explicar las diferencias entre los perfiles observados. Se discuten las características de las cinco regiones con relación al perfil medio observado en los animales. *Palabras claves* : Dromedario - Bioquímica - Enzima - Tasa de elementos minerales - Plasma - Djibouti.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDALLA (O.M.), WASFI (I.A.), GADIR (F.A.). The Arabian race camel normal parameters. I. Haemogram, enzymes and minerals. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1988, **90** (2) : 237-239.
2. ABDO (M.S.), HASSANIEN (N.M.), MANNA (M.E.), HAMED (M.). Electrophoretic pattern of serum proteins in the Arabian camel. *Indian vet. J.*, 1987, **64** (10) : 841-844.
3. ABU DAMIR (H.), TARTOUR (G.), ADAM (E.I.). Short communication : mineral contents in livestock in Eastern Sudan. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1983, **15** : 15.
4. AISSAOUI (C.). Enzymes circulantes (OCT, GLDH, GGT) à localisation hépatique chez la vache laitière. Facteurs de variation physiologiques, nutritionnels et relation avec la pathologie. Thèse doct., Univ. Languedoc, Montpellier. 1990. 230 p. (n° 91).
5. ALLAIN (C.C.), POON (L.S.), CHAN (C.S.G.), RICHMOND (N.), FU (P.C.). Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.*, 1974, **20** (4) : 470-475.

6. ATEEQ (G.), KOUIDER (S.), KOLB (E.). Untersuchungen über den Gehalt des Blutes von Kamelen an Erythrozyten, an Hämoglobin und an Leukozyten, über den Anteil der verschiedenen Leukozytenformen in Blut sowie über den Gehalt des Serums an Gesamteiweiß, an Harnstoff und an Cholesterin sowie an AspAT und an AlaAT in Abhängigkeit vom Alter und vom Geschlecht. *Arch. exp. VetMed.*, 1984, **38** (5) : 664-675.
7. AUDRU (J.), CÉSAR (J.), FORGIARINI (G.), LEBRUN (J.P.). La végétation et les potentialités pastorales de la République de Djibouti. Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. 384 p.
8. BARNOUIN (J.), EL IDILBI (N.), CHILLIARD (Y.), CHACORNAC (J.P.), LEFAIVRE (R.). Micro-dosage automatisé sans déprotéinisation du 3-hydroxybutyrate plasmatique chez les bovins. *Annls Rech. vet.*, 1986, **17** (2) : 129-139.
9. BARNOUIN (J.), PACCARD (P.). Facteurs de risque nutritionnels de la pathologie hépatique dans les troupeaux bovins laitiers en France. *Can. vet. J.*, 1988, **29** : 915-920.
10. BEAUX (M.F.), GOUET (H.), GOUET (J.P.), PHILIPPEAU (G.), TRANCHEFORT (J.), VERNEAU (M.). Manuel d'utilisation du logiciel STAT-ITCF. Paris, ITCF, 1987.
11. BELLANGER (J.), LAMAND (M.). Méthode de dosage du cuivre et du zinc plasmatique. *Bull. tech. Cent. Rech. Zoot. vét. Theix*, 1975, **20** : 53-54.
12. BIAGI (G.), SALUTINI (E.). Sul comportamento della calcemia, fosforemia e magnesemia nel *Camelus dromedarius* somalo di diversa età e sesso. Nota III. *Annali Fac. Med. vet. Univ. Pisa*, 1982, **35** : 201-216.
13. BUCOLO (G.), DAVID (H.). Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin. Chem.*, 1973, **19** : 476-482.
14. CHACORNAC (J.P.), BARNOUIN (J.), RABOISSON (T.). Micro-dosage automatisé de la céruloplasmine plasmatique par mesure de l'activité oxydase chez les bovins et les ovins. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1986, **26** (2a) : 417-427.
15. CHANDRASENA (L.G.), EMMANUEL (B.), GILANPOUR (H.). A comparative study of glucose metabolism between the camel and the sheep. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1979, **62** : 837-840.
16. CHANDRASENA (L.G.), EMMANUEL (B.), HAMAR (D.W.), HOWARD (B.R.). A comparative study of ketone body metabolism between the camel and the sheep. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1979, **64** : 109-112.
17. CHIERICATO (G.M.), WARFA (A.A.), SCHIAPELLI (M.P.). Influenza del sesso su alcune variabili ematochimiche del dromedario. *Riv. Zootec. Vet.*, 1986, **14** (3) : 196-199.
18. CHILLIARD (Y.), BAUCHART (D.), BARNOUIN (J.). Determination of plasma non-esterified fatty acid in herbivores and man : a comparison of values obtained by manual or automatic chromatographic, titrimetric, colorimetric and enzymatic methods. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1984, **24** (4) : 469-482.
19. DON (S.), MIYADA (V.), BAYSINGER (S.), NOHICA (R.M.), NAKAMURA (N.). Albumine quantification by Dye Binding and salt fractionation technique. *Clin. Chem.*, 1972, **18** (1) : 52-56.
20. ELDIRDIRI (N.I.), SULIMAN (H.B.), SHOMMEIN (A.M.). Normal serum activities of some diagnostic enzymes in dromedary camel in Sudan. *Vet. Res. Commun.*, 1987, **11** (3) : 201-203.
21. ELTOHAMY (M.M.), SALAMA (A.), YOUSEF (A.E.A.). Blood constituents in relation to the reproductive state in she-camel (*Camelus dromedarius*). *Beitr. trop. subtrop. Landwirtsch. TropenVetMed.*, 1986, **24** (4) : 425-430.
22. FAYE (B.). Statut nutritionnel du bétail dans la République de Djibouti. Rapport de mission. INRA Theix, Paris, Ministère de la Coopération, 1989. 112 p.
23. FAYE (B.), GRILLET (C.). La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Éthiopie). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (1) : 42-60.
24. FAYE (B.), GRILLET (C.), TESSEMA (A.). Teneur en oligo-éléments dans le fourrage et le plasma des ruminants domestiques en Éthiopie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (2) : 227-237.
25. FAYE (B.), KAMIL (B.), LABONNE (M.). Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en République de Djibouti. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (3) : 365-373.
26. FAYE (B.), TISSERAND (J.L.). Problèmes de la détermination de la valeur alimentaire des fourrages prélevés par le dromadaire. *Options méd., Sér. Séminaires*, 1989, **2** : 61-65.
27. FENELON (J.P.). Qu'est-ce que l'analyse de données ? Paris, Lefonen, 1981.
28. GHOSAL (A.K.), APPANNA (T.C.), DWARAKNATH (P.K.). A note on the effect of short-term water deprivation on certain blood characteristics in the camel. *Indian J. Anim. Sci.*, 1975, **45** (2) : 105-108.
29. GODET (J.), GUEDDA (M.), SAID-ELMI, ABBAS DOGALI. Notes sur l'élevage camelin en République de Djibouti. ISERT, rapport section Sciences Humaines. 1985. Pathologie et Alimentation. Djibouti. P. 32-41.
30. GRILLET (C.), FAYE (B.). Fractions électrophorétiques des protéines plasmatiques chez la brebis Adale (Éthiopie). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (1) : 83-88.

31. IBRAHIM (M.S.), MOHAMED (A.R.), EL-BALKEMY (F.A.), OMRAN (H.), ALMAKAWI (M.F.). Étude de l'activité de l'Ivomec chez le chameau. Action antiparasitaire et incidence sur l'état général. *Res. Bull. Univ. Zagazig, Egypt*, 1982. 14 p.
32. KHAN (A.A.), KHOLI (I.S.). A note on variations in blood serum cholesterol in camel before and during rut. *Indian J. Anim. Sci.*, 1973, **43** (2) : 1094-1095.
33. LAMAND (M.). Influence of protein intake on per os zinc deficiency treatment in sheep. *Annls Rech. vét.*, 1985, **16** (3) : 285-287.
34. LAMAND (M.). Influence of molybdene and sulfur on copper metabolism in sheep. Comparison of elemental sulfur and sulfate. *Annls Rech. vét.*, 1989, **20** : 103-106.
35. LAMAND (M.), LEVIEUX (D.). Effects of infection on plasma levels of copper and zinc in ewes. *Annls Rech. vét.*, 1981, **12** (2) : 133-136.
36. MAZUR (A.). Contribution à l'étude de l'infiltration lipidique du foie chez la vache laitière en début de lactation. Thèse doct., Univ. Clermont-II, 1986 (n° 40).
37. ORLIAC (D.). Contribution à l'étude de la biochimie sanguine de dromadaires et de chèvres sahariens. Thèse doct. Vét., Toulouse, 1980 (n° 71).
38. PERK (K.), LOBL (K.). A study of the serum proteins and lipoproteins of the camel and their relations to its resistance to heat and thirst. *Refuah vet.*, 1961, **18** (3) : 163-168.
39. RICHARD (D.), GÉRARD (D.). La production laitière des dromadaires Dankali (Éthiopie). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 97-103.
40. ROWLANDS (G.J.). A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *Wrlld Rev. Nutr. Diet*, 1980, **35** : 172-235.
41. SOLIMAN (M.K.), SHAKER (M.). Cytological and biochemical studies on the blood of adult she camels. *Indian vet. J.*, 1967, **44** : 989-995.
42. TAKAYAMA (M.), ITOH (S.), NAGASAKI (T.), TANIMIZU (I.). A new enzymatic method for determination of serum choline containing phospholipids. *Clin. Chem. Acta*, 1977, **79** : 83-98.
43. TARTOUR (G.). Copper status in livestock, pasture and soil in Western Sudan. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1975, **7** : 87-94.
44. TOPPS (J.H.), THOMPSON (J.K.). Blood characteristics and the nutrition of ruminants. London, Ministry of Agriculture, Fish and Food, Dept. of Agriculture and Fish for Scotland HMSO, 1984. 34 p.
45. WASFI (I.A.), HAFEZ (A.M.), EL TAYEB (F.M.), EL TAHER (A.Y.). Thyroid hormones, cholesterol and triglyceride levels in the camel. *Res. vet. Sci.*, 1987, **42** : 418.
46. WHABI (A.A.), ABDEL GARDIR (S.E.), NEIMAT (A.A.), IDRIS (O.F.). Plasma electrolytes and minerals of normal camels in the Sudan. *In : Camels and camelids*. Uppsala, Cockrill W.R., 1979. P. 431-437.
47. YAGIL (R.). The desert camel. Comparative physiological adaptation. Basel, Karger, 1985. 164 p.

E. Thys¹J. Hardouin¹A. Verhulst¹

Influence de la castration partielle et totale sur les paramètres d'abattage et de découpe des béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun

THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence de la castration partielle et totale sur les paramètres d'abattage et de découpe des béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 335-343

Dans le cadre de l'étude sur l'influence de la castration totale et partielle sur les performances des béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun, les auteurs ont comparé les paramètres d'abattage et de découpe des différentes catégories d'animaux afin de dégager les avantages des uns et des autres par rapport au marché de la viande et d'expliquer certaines observations faites antérieurement en matière d'indices alimentaires. Les auteurs constatent que l'intérêt d'abattre des animaux castrés à la pince est minime, malgré certains avantages de rendement. La technique favorise le développement proportionnel de l'arrière-train, qui n'a pas, dans le contexte local, la même importance qu'ailleurs. Le prix supérieur du castré sur le marché le rend également moins attrayant pour le boucher. La tendance à déposer plus de graisse, chez le castré, est à l'origine des indices de consommation plus élevés. Enfin, on a pu constater que le castré partiel par la méthode du short scrotum présente des performances similaires à celles des béliers entiers. *Mots clés* : Mouton Poulfouli - Bélier - Castration - Rendement à l'abattage - Découpe - Cameroun.

INTRODUCTION

De toutes les productions de l'élevage ovin dans la région de l'extrême-nord du Cameroun, la viande est le produit le plus important. L'abattage privé est beaucoup plus fréquent que pour les bovins, ce qui explique que les statistiques officielles soient sous-évaluées (9).

Dans le cadre de l'étude sur l'influence de la castration partielle par la méthode du short scrotum et de la castration totale par la pince de Burdizzo sur les performances des béliers Poulfouli, il était important de comparer aussi les paramètres d'abattage des différentes catégories d'animaux.

Ceci devait permettre de vérifier, dans le contexte local, si les avantages attribués au castré par différents auteurs sont réels. Un rendement supérieur et une plus grande valeur économique du gigot par un meilleur développement de ce morceau sont les plus souvent cités. Par ailleurs, la comparaison des performances en conversion

alimentaire (20, 21) avait montré un besoin plus important d'énergie pour le castré à la pince par rapport au bélier entier et au bélier castré partiellement par la méthode du short scrotum. La mesure des paramètres liés aux dépôts adipeux devenait donc nécessaire. Cette étude permet de situer le castré partiel dans le contexte de la production de viande.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les conditions générales des deux expériences (techniques, durée d'embouche, mode d'élevage, prophylaxie, conditions d'alimentation et de logement) ont été décrites dans les publications antérieures (20, 21). Il est simplement rappelé que l'abattage des animaux des deux expériences a eu lieu au même âge, soit à 15 mois, âge moyen auquel 67,5 p. 100 des béliers sont commercialisés sur les marchés de la région (23).

Le groupe de béliers de la première expérience, castrés partiellement par la méthode du short scrotum, sera intitulé SS, les groupes d'entiers T1 ou T2 suivant l'expérience et les castrés Burdizzo B1 et B2.

Procédure d'abattage et de découpe

L'abattage se déroule sur dix jours. L'ordre d'abattage des béliers est défini par un tirage au sort préalable.

Après avoir jeûné pendant 24 h, l'animal est saigné par rupture des veines jugulaires et des artères carotides, sans étourdissement préalable. La carcasse chaude est ce qui reste de l'animal après dépouillement, éviscération et ablation de la tête et des pieds. La tête est séparée de la carcasse entre l'occipital et la première vertèbre cervicale ; les pieds de devant sont sectionnés entre le carpe et le métacarpe et les pieds de derrière entre le tarse et le métatarse. La carcasse n'est pas fendue et la queue est maintenue entière avec le toupillon. Les testicules sont enlevés. Les rognons et la graisse périrénale n'étant normalement pas enlevés à Maroua, deux sous-types de carcasse chaude sont considérés : un avec rognons et graisse périrénale et l'autre sans. Après retrait de ces derniers, la carcasse est mise à ressuyer en chambre

1. Institut de Médecine Tropicale, Service de Production Animale Tropicale, Nationalestraat 155, B-2000 Anvers, Belgique.

Reçu le 16.10.1990, accepté le 19.2.1991.

froide à 4 °C pendant 30 h, pendue par les pattes arrière maintenues écartées à distance constante par un tinet de 21 cm.

Après ressuyage, la carcasse est découpée suivant une **découpe** de référence adaptée à la région et dérivée en partie de celle mise au point par BOCCARD ET DUMONT (2) en France, et en partie de la découpe hollandaise décrite par HUIZINGA et JAALSMA (14). On peut la résumer comme suit.

La carcasse est gardée entière. Dans un premier temps, le train postérieur est séparé du train antérieur entre la première et la deuxième vertèbre lombaire. Le train postérieur est séparé ensuite en trois morceaux (deux gigots et une selle prolongée par le morceau de queue), par incision de la symphyse pelvienne, incision bilatérale des ailes de l'ilium et par incision de la paroi abdominale suivant une ligne perpendiculaire au rachis. On procède ensuite, de chaque côté, à la levée de l'épaule et le collier est séparé du coffre par une incision entre la sixième et la septième vertèbres cervicales. On obtient ainsi sept morceaux de découpe de semi-gros : deux gigots, deux épaules, la selle, le coffre (thorax) et le collier.

Dans chacun des deux groupes de la deuxième expérience, une carcasse a été choisie pour une découpe tissulaire. On s'est efforcé d'obtenir des carcasses de poids plus ou moins égal à la moyenne du groupe. La découpe est faite à la main à l'aide d'un bistouri et de pinces à dents de souris. On sépare le tissu musculaire des tissus adipeux intermusculaires et sous-cutanés et des os. Sont considérés comme déchets et séparés : les grands tendons, les ganglions, les gros vaisseaux sanguins et les gros nerfs. Un des gigots de chacune des deux carcasses retenues a été congelé à - 20 °C et l'analyse des composants organiques a été faite suivant la méthode de DE WILDE (8). La composition tissulaire du gigot est celle qui donne la meilleure prédiction de celle de la carcasse entière (3).

Pesées, mesures et calculs

Les bœufs ont été pesés à jeun, juste avant le sacrifice, pour déterminer le poids vif (PV), à l'aide d'un harnais et d'une bascule dynamométrique à cadran d'une précision de 200 g. La carcasse a été pesée à trois reprises à l'aide de la même bascule : à chaud avec rognons et graisse périrénale, à chaud après retrait de ces parties, et après ressuyage.

Le contenu viscéral (estomac, intestins et vessie) a été pesé pour détermination du PV vide suivant la formule : PV vide = PV à jeun - contenu viscéral.

On a calculé ensuite, pour les deux types de carcasses chaudes, le rendement brut (poids carcasse x 100/PV) et le rendement vrai (poids carcasse x 100/PV vide).

Les organes intracavitaires (thorax et abdomen), les pieds, la peau avec poils et la tête avec cornes ont été pesés. Pour les deux dernières, à l'aide d'une bascule dynamométrique (précision 50 g) et les autres sur une bascule électronique Ohaus (précision 1 g).

On procède également à la pesée des morceaux de découpe à 50 g près. La moyenne des poids des deux gigots et des deux épaules est calculée.

En ce qui concerne la découpe tissulaire, on pèse séparément, à 1 g près pour chaque morceau de découpe de semi-gros, les muscles, les tissus adipeux, les os et les déchets. On a mesuré suivant la méthode décrite par BOCCARD *et al.* (4) la longueur du gigot (F) et de la carcasse (K) sur la carcasse ressuyée.

A partir du poids de la carcasse chaude sans rognons ni graisse périrénale et de la longueur K de la carcasse, on calcule un indice de compacité adapté de VAN DE VOORDE et VERBEKE (24) selon la formule : $I_{comp} = \text{poids carcasse chaude} / K$.

Lors de la découpe de référence, plusieurs mesures sont également faites sur la section obtenue par la séparation des trains avant et arrière. On mesure à partir de l'apophyse épineuse de L2 et vers la gauche une distance égale à un dixième de la longueur F et, à l'aide d'un pied à coulisse, l'épaisseur de la graisse sous-cutanée (C), l'épaisseur (B) et la largeur (A) du long dorsal. A partir de ces mesures, on calcule le "Net Fleshing Index" de THWAITES *et al.* (18) : $NFI = B/C$, et la surface $A \times B$ de la coupe du muscle (16) (fig. 1).

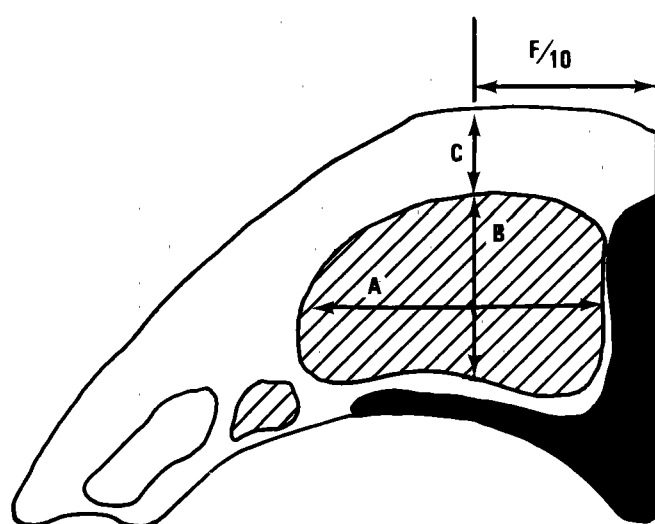


Fig. 1 : Mesures effectuées sur la coupe du long dorsal.

Analyse statistique

Pour les mesures faites individuellement, les groupes de chaque expérience ont été comparés par analyse de variance. Pour la première expérience, où un sujet manquait dans le groupe SS, l'équilibrage a été fait par l'estimation de Yates. La normalité de la distribution a été contrôlée à l'aide du calcul des coefficients de Pearson et l'homogénéité de la variance par la méthode de Bartlett. Les résidus suspects ont été recherchés par la méthode de Grubbs. Les moyennes ont été comparées entre elles par le test de comparaison multiple de Newman-Keuls dès que l'analyse de variance était significative à 5 p. 100 (13).

En cas d'hétérogénéité de variance, et si aucune transformation n'était intéressante, la comparaison a été faite par un t-test modifié. Si la distribution s'écartait fortement de la normalité et si aucune transformation ne donnait de résultats, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé (17).

Le niveau de signification sera conventionnellement représenté de la manière suivante dans les tableaux : ns : non significatif ($P > 0,05$) ; * : significatif ($0,01 < P < 0,05$) ; ** : hautement significatif ($0,001 < P < 0,01$) ; *** : très hautement significatif ($P < 0,001$).

TABLEAU I Expérience 1 : poids d'abattage, calculs de rendement, mesures et indices de carcasse, cinquième quartier en poids et pourcentage de la carcasse chaude pour les trois groupes B1, T1 et SS.

Paramètre	B1		T1		SS		Test
	n = 5		n = 5		n = 4		
	m	s	m	s	m	s	
Poids vif à jeun (kg)	37,12	4,029 ^a	47,58	6,000 ^b	45,80	6,237 ^b	F = 5,30*
Poids vif vide (kg)	33,06	3,700 ^a	41,96	5,184 ^b	40,58	5,848 ^b	F = 4,76*
Poids carcasse chaude complète (kg)	19,96	2,427	24,56	3,073	24,00	3,374	F = 3,63 ns
rendement brut (p. 100)	53,7	0,93 ^a	51,6	0,75 ^b	52,4	1,67 ^{ab}	F = 4,38*
rendement vrai (p. 100)	60,3	0,91	58,7	0,80	59,2	1,93	2,20 ns
Poids carcasse chaude sans rognons (kg)	18,64	2,104	23,28	2,968	23,10	3,083	F = 4,66*
rendement brut bis (p. 100)	50,2	0,84	48,9	0,90	50,5	1,90	F = 2,20*
rendement vrai bis (p. 100)	56,4	0,80	55,5	1,52	57,0	2,30	F = 1,17 ns
I compacité	0,33	0,029 ^a	0,39	0,033 ^b	0,38	0,041 ^b	F = 5,04*
Graisse périrénale en kg	1,24	0,318	1,07	0,355	0,85	0,415	F = 1,51 ns
en p. 100	6,2	0,85 ^a	4,4	1,41 ^b	3,4	1,32 ^b	F = 6,64*
Graisse omentale en kg	2,71	0,543	1,72	0,471	1,57	0,646	F = 1,09 ns
en p. 100	5,6	1,28 ^a	3,6	0,85 ^b	3,4	1,16 ^b	F = 6,03*
NFI (B/C)	6,1	2,02	10,2	8,47	9,1	2,72	H = 2,44 ns (1)
A x B (mm²)	1 106	155,2 ^a	1 500	220,4 ^b	1 664	195,3 ^b	F = 11,15**
Tête avec cornes en kg	2,00	0,267 ^a	3,32	0,282 ^b	3,26	0,459 ^b	F = 24,79***
en p. 100	5,4	0,31 ^a	7,0	0,46 ^b	7,1	0,23 ^b	F = 38,41***
Peau avec poils en kg	2,23	0,284 ^a	3,51	0,690 ^b	3,74	0,595 ^b	F = 11,03**
en p. 100	6,0	0,49 ^a	7,5	1,58 ^b	8,2	1,36 ^{ab}	F = 4,23*
4 pieds en kg	0,78	0,078	0,91	0,089	0,91	0,102	F = 3,70 ns
en p. 100	2,1	0,22	1,9	0,13	2,0	0,06	F = 1,81 ns
Organes intracavitaires en kg	3,52	0,322 ^a	4,37	0,527 ^b	4,02	0,476 ^{ab}	F = 4,08*
en p. 100	9,5	0,47	9,2	0,41	8,8	0,68	F = 2,02 ns
Total 5 ^e quartier en kg	10,60	1,129 ^a	13,82	1,782 ^b	13,51	1,906 ^b	F = 6,04*
en p. 100	28,6	1,05	29,2	1,59	29,5	1,84	F = 0,53 ns

(1) : test de Kruskal-Wallis.

TABLEAU II Expérience 2 : poids d'abattage et calculs de rendement pour les groupes B2 et T2.

Paramètre	B2		T2		Test
	n = 8		n = 8		
	m	s	m	s	
Poids vif à jeun (kg)	35,35	2,979	41,38	2,849	F = 17,09**
Poids vif vide (kg)	31,91	3,049	37,23	2,743	F = 13,45**
Poids carcasse chaude complète (kg)	18,93	1,839	21,23	1,658	F = 6,90*
rendement brut (p. 100)	53,4	1,18	51,3	2,26	F = 5,75*
rendement vrai (p. 100)	59,3	0,62	56,6	2,17	t = 3,34* (1)
Poids carcasse chaude sans rognons (kg)	18,08	1,666	20,43	1,452	F = 9,05**
rendement brut bis (p. 100)	51,1	1,04	49,4	2,27	t = 1,93 ns (1)
rendement vrai bis (p. 100)	56,7	0,67	54,5	2,34	t = 2,48* (1)
I compacité	0,33	0,022	0,36	0,029	F = 6,29*
Graisse périrénale					
en kg	0,77	0,195	0,73	0,309	F = 0,10 ns
en p. 100	4,1	0,84	3,4	1,15	F = 1,87 ns
Graisse omentale					
en kg	1,40	0,394	1,44	0,758	F = 0,01 ns
en p. 100	4,0	0,92	3,4	1,61	F = 0,66 ns
NFI (B/C)	6,0	1,25	7,8	2,23	F = 4,00 ns (2)
A × B (mm²)	1 078	156,6	1 273	234,5	F = 3,81 ns
Tête avec cornes					
en kg	2,20	0,175	2,89	0,183	F = 58,98***
en p. 100	6,2	0,35	7,0	0,63	F = 9,16**
Peau avec poils					
en kg	2,69	0,297	3,63	0,390	F = 29,38***
en p. 100	7,6	0,91	8,8	0,79	F = 7,17*
4 pieds					
en kg	0,84	0,099	0,87	0,045	F = 0,68 ns
en p. 100	2,4	0,25	2,1	0,15	F = 6,83*
Organes intracavitaires					
en kg	3,72	0,443	4,42	0,440	F = 10,21**
en p. 100	10,5	0,81	10,7	0,68	F = 0,22 ns
Total 5 ^e quartier					
en kg	10,85	0,884	13,26	1,170	F = 19,29***
en p. 100	30,7	0,86	32,0	1,52	F = 4,35 ns

(1) : t test modifié ; (2) : transformation logarithmique.

La lettre m indiquera la moyenne et la lettre s l'écart-type de l'échantillon. En cas d'application du test de Newman-Keuls, les lettres a, b et c sont placées derrière les moyennes et les groupes suivis d'une lettre différente sont statistiquement différents.

Les poids et proportions des morceaux de la découpe de référence sont repris aux tableaux III et IV. Les proportions de muscles, graisse, os et déchets de la découpe tissulaire ainsi que les résultats de l'analyse chimique des gigots figurent au tableau V.

RÉSULTATS

Les tableaux I et II reprennent les différents paramètres et indices liés à la carcasse, aux dépôts adipeux et au développement musculaire ainsi que les différentes parties du cinquième quartier.

DISCUSSION

FIELD (11) fait remarquer que la comparaison des rendements d'abattage dépend de la prise en compte ou non de certaines parties de l'animal. Ceci se vérifie dans la première expérience. Tout d'abord, on y constate que le

TABLEAU III *Expérience 1 : différents morceaux de découpe en poids et pourcentage de la carcasse ressuyée pour les groupes B1, T1 et SS.*

Paramètre	B1		T1		SS		Valeur F
	n = 5		n = 5		n = 4		
	m	s	m	s	m	s	
Poids carcasse ressuyée (kg)	18,20	2,140	22,64	2,847	22,70	3,057	4,65 *
Gigot (moyenne)							
en kg	2,60	0,281	3,05	0,417	3,04	0,302	2,75 ns
en p. 100	14,3	0,22 ^a	13,5	0,42 ^b	13,5	0,60 ^b	6,60 *
Selle							
en kg	2,50	0,127	2,51	0,337	2,80	0,558	1,09 ns
en p. 100	14,4	0,52 ^a	11,1	0,35 ^b	12,3	0,82 ^c	42,59***
Epaule (moyenne)							
en kg	1,64	0,198 ^a	2,12	0,229 ^b	2,13	0,334 ^b	5,90 *
en p. 100	9,0	0,24	9,4	0,25	9,4	0,25	3,11 ns
Coffre							
en kg	5,79	0,685 ^a	7,72	1,248 ^b	7,58	1,178 ^b	5,18 *
en p. 100	31,8	0,62 ^a	34,1	1,80 ^b	33,4	0,73 ^{ab}	4,52 *
Collier							
en kg	1,29	0,295 ^a	2,04	0,167 ^b	1,93	0,202 ^b	15,43***
en p. 100	7,0	0,92 ^a	9,1	1,12 ^b	8,6	0,88 ^b	5,91 *
Arrière-train complet							
en kg	7,82	0,779	8,61	1,154	8,88	1,145	1,42 ns
en p. 100	43,1	0,71 ^a	38,1	0,75 ^b	39,3	0,40 ^c	78,17***

TABLEAU IV *Expérience 2 : différents morceaux de découpe en poids et pourcentage de la carcasse ressuyée pour les groupes B2 et T2.*

Paramètre	B2		T2		Valeur F
	n = 8		n = 8		
	m	s	m	s	
Poids carcasse ressuyée (kg)	17,63	1,623	19,78	1,396	8,07*
Gigot (moyenne)					
en kg	2,44	0,216	2,60	0,152	2,99 ns
en p. cent.	13,8	0,50	13,1	0,56	6,55*
Selle					
en kg	2,18	0,273	2,27	0,267	0,48 ns
en p. cent.	12,3	0,90	11,4	1,11	2,95 ns
Epaule (moyenne)					
en kg	1,63	0,167	1,77	0,109	4,37 ns
en p. cent.	9,2	0,21	9,0	0,35	3,07 ns
Coffre					
en kg	5,71	0,634	6,68	0,678	8,82**
en p. cent.	32,3	1,36	33,7	1,51	3,64 ns
Collier					
en kg	1,64	0,212	2,11	0,244	17,25***
en p. cent.	9,3	1,01	10,7	0,93	7,85*
Arrière-train complet					
en kg	7,04	0,632	7,46	0,433	2,39 ns
en p. cent.	39,9	0,86	37,7	1,01	22,75***

TABLEAU V Résultats de la découpe tissulaire de deux carcasses de l'expérience 2 (en p. 100 de la carcasse ressuyée) et analyse chimique de deux gigots (en p. 100 du produit frais).

	B2 n = 1	T2 n = 1
Carcasse ressuyée (kg)	18,0	19,3
muscles	54,4	55,2
os	19,2	20,4
graisse	22,2	19,1
déchets	4,2	5,3
<i>Analyse gigot</i>		
humidité	56,2	59,4
protéines	17,4	19,9
matières grasses	20,7	14,9
cendres	6,4	6,2

retrait de la graisse périrénale (dont la proportion est plus importante chez les castrés Burdizzo) rend la différence en carcasse chaude significative, et fait disparaître la différence significative en rendement brut. Le fait que l'on tienne compte ou non du contenu viscéral influence également le calcul du rendement. Ce dernier point est conforme aux observations faites par PRESCOTT et LAMMINGS (16).

Le rendement d'abattage des castrés dans cette expérience n'est donc significativement supérieur à celui des deux autres groupes que si on tient compte de la graisse périrénale, et si on utilise le poids vif, contenu viscéral inclus. C'est donc un avantage en faveur du castré à la pince qu'il faut néanmoins relativiser, à âge égal, compte tenu du gain en valeur absolue du poids de carcasse observé pour les entiers et les short scrotum. Dans la seconde expérience, l'avantage du castré en rendement d'abattage est plus significatif car aucune différence n'est observée après retrait du contenu viscéral et de la graisse périrénale. Le fait que l'entier et le short scrotum aient une tête et une peau plus lourdes que le Burdizzo, influence également la différence en rendement d'abattage.

L'absence de différence significative en graisse de rognons dans l'expérience 2 peut être attribuée à la durée, beaucoup plus courte que la précédente. En valeur absolue, la quantité dans les deux groupes est très inférieure à celle observée dans l'expérience 1. Les mêmes remarques peuvent être faites pour la graisse omentale.

Les différences significatives en dépôts majeurs de graisse interne (graisse périrénale et omentale) dans la première expérience expliquent les différences observées en indice de consommation, la fabrication de graisse nécessitant beaucoup plus d'énergie que celle des autres tissus

(21). L'indice de consommation des castrés de la seconde expérience est également influencé, malgré le peu de différence de dépôt adipeux observé (20).

L'indice de compacité est statistiquement différent dans les deux expériences. Les carcasses des béliers entiers et des short scrotum sont plus compactes que celles des castrés à la pince. Ceci indique que ces derniers sont plus développés au point de vue musculature. Le calcul de la surface du long dorsal (A x B) en expérience 1 démontre un développement de ce muscle plus important chez les groupes T1 et SS, ce qui est conforme à la littérature qui indique ou une supériorité, ou une équivalence (1, 6). Cet indice ne diffère pas en seconde expérience, malgré une tendance à une importance plus grande de la surface chez l'entier. Une durée plus longue de l'expérience aurait peut-être permis l'accentuation de cette différence.

Il n'y a pas de différence significative en valeur de l'indice NFI dans les deux expériences, malgré une valeur plus petite chez les castrés, ce qui indique une plus grande épaisseur de la graisse sous-cutanée et/ou moins de muscle. Deux explications peuvent être avancées : la première se base sur le fait que la graisse lombaire est à développement tardif (14). Une différence n'a donc peut-être pas encore pu s'établir. Par ailleurs, BOCCARD et DUPLAN (5) ont constaté qu'une croissance pondérale rapide permet également un dépôt de gras plus important. Les entiers et les short scrotum ont donc pu être avantagés par l'alimentation.

En ce qui concerne l'étude des proportions des morceaux de découpe, on observe un développement nettement plus important de l'arrière-train chez le castré à la pince et de l'avant-train chez le mâle entier ou le short scrotum, ce qui est en accord avec d'autres auteurs (1, 6, 15).

La comparaison des proportions des morceaux pris un par un montre une différence significative pour tous, sauf pour les épaules. ALVI (1) avait également observé ce dernier point. Les castrés ont des gigots et une selle plus développés que ceux des entiers et des short scrotum et un cou moins développé. Le coffre du castré est moins développé que celui de l'entier, mais le short scrotum ne diffère d'aucun des deux. Ces observations coïncident avec celles trouvées dans la littérature, les différences pouvant provenir de l'utilisation d'une découpe de référence différente ou de l'âge auquel la comparaison est faite. Dans l'expérience 2, les différences en selle et coffre ne sont plus significatives, alors qu'elles le restent pour le gigot.

Il est important de noter que si cette plus grande proportion de gigot chez le castré peut, à première vue, paraître un avantage pour celui-ci, ce n'est pas le cas dans le contexte étudié. Une enquête effectuée parmi les bouchers de la ville de Maroua (19) permet de se rendre compte que la viande de gigot est la première à être incorporée aux tas fabriqués avec les abats et les os. Ces

tas coûtent souvent moins cher au kilo que les ensembles cou-épaules-côtes, résultat de la découpe haoussa qui est plus fréquemment appliquée dans la région (12).

Le castré de la seconde expérience retenu pour la découpe tissulaire a une carcasse plus grasse que le bélier entier, ce qui est confirmé par l'analyse chimique du gigot (tabl. V). Les différences en proportion de muscles sont minimales, ainsi que celles en tissu osseux. Le taux en humidité des morceaux a été influencé par le fait que les gigots destinés à l'analyse chimique étaient découpés au départ et qu'ils ont été conservés congelés. La perte en humidité en a été accélérée. Le taux de cendres élevé est, semble-t-il, en rapport avec le pourcentage élevé de tissu osseux des carcasses.

L'analyse du cinquième quartier (tabl. I et II) permet de constater un développement beaucoup moins important de la tête chez le castré, ce que confirme la littérature (7, 16). Ceci est lié au moindre développement des cornes qui a pu être observé lors de l'abattage dans les deux expériences.

La peau avec poils du castré est moins lourde que celle des entiers et des short scrotum. BUTTERFIELD *et al.* (6) trouvent une différence significative entre castrés et entiers après la tonte. La peau en elle-même est donc déjà plus lourde. Par ailleurs, EGAN et RUSSELL (10) ont observé une différence entre le castré partiel (par cryptorchidie induite) et le castré en ce qui concerne la quantité de laine produite. La castration semble diminuer la production des annexes de la peau, ce qui explique aussi la différence en poids.

La proportion de l'ensemble des organes intracavitaires n'est significative dans aucune des deux expériences. Le total général du cinquième quartier présente une différence significative en poids entre les Burdizzo et les deux autres groupes, mais les proportions ne diffèrent pas non plus.

CONCLUSION

Le castré à la pince de Burdizzo possède, dans l'ensemble, un rendement d'abattage supérieur à celui du bélier entier et du castré short scrotum, mais des varia-

tions significatives apparaissent lors du retrait de la graisse périrénale et/ou du contenu viscéral. A âge égal, comme c'est le cas dans les deux expériences décrites, cet avantage perd de sa valeur dans la mesure où le gain de poids très supérieur de l'entier et du short scrotum compense ceci.

La carcasse du castré à la pince possède significativement plus de graisse interne et externe que l'entier, ce que prouvent les différents paramètres mesurés ou calculés, ainsi que la découpe tissulaire et l'analyse chimique des gigots. Par contre, l'entier et le castré partiel possèdent plus de muscles. Le plus grand dépôt de tissus adipeux chez le castré vient étayer les présomptions qui découlaient du calcul de l'indice de consommation (21).

La castration provoque clairement un glissement vers l'arrière-train du poids de l'animal. Les gigots sont plus lourds, mais l'intérêt économique pour le boucher n'apparaît pas dans le contexte local (19).

Le cinquième quartier, qui est également important pour le boucher de la région, ne présente pas de différence notable entre les différents types d'animaux.

On peut donc conclure que l'intérêt d'abattre un castré est minime pour le boucher. Les chiffres collectés sur les marchés, et présentés dans une précédente publication (22), ont montré que le castré coûtait, sur pied, environ 20 p. 100 plus cher que le bélier entier.

Le castré par la méthode du short scrotum a, dans l'ensemble, des performances très proches de celles de l'entier.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr J. DE BORGHGRAVE de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers pour l'introduction à la section d'abattage et de découpe des petits ruminants de l'abattoir de la ville d'Anvers. Nous remercions également le Pr R. DE WILDE de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Gand, ainsi que MM. H. DE RIJCKE et E. MAES pour l'analyse chimique des gigots.

THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence of partial and full castration on the slaughter parameters and on meatcuts of Poulfouli rams of the Far North Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 335-343

Within the study on the influence of partial and full castration on the performances of Poulfouli rams of the Far North Cameroon, the authors compared the slaughter parameters and the meatcuts of the different categories of animals with the aim of verifying the advantages of each category relative to the meat market and to explain previous observations on the feed conversion ratios. They observed that despite the advantage of a higher slaughter index, there was only a small interest in slaughtering Burdizzo castrated rams, especially because of the larger development of the hindquarter which is of lesser economic importance in the local conditions in contrast to observations made elsewhere. The larger development of fat explains the higher feed conversion ratio in castrated rams. Finally, it was observed that the partially castrated rams by the short scrotum technique exhibited similar performances as the entire rams. *Key words* : Poulfouli sheep - Ram - Castration - Dressing percentage - Meatcuts - Cameroon.

THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influencia de la castración parcial y total sobre los parámetros de matanza y de descuartizamiento de moruecos Poulfouli del extremo-norte de camerún. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 335-343

Durante el estudio sobre la influencia de la castración total y parcial sobre los rendimientos de moruecos Poulfouli del extremo-norte de Camerún, los autores compararon los parámetros de matanza y de descuartizamiento de las diferentes categorías de animales para evidenciar las ventajas de unos y otros conforme al mercado de la carne y de explicar algunas observaciones notadas anteriormente tratándose de índices alimenticios. Se constata que el interés de matar animales castrados con pinza es mínimo, a pesar de algunas ventajas de rendimiento. El método favorece el desarrollo proporcional del cuarto trasero, que no tiene, en el contexto local, la misma importancia que en otra parte. El precio del animal castrado es superior en el mercado, lo que lo hace menos atractivos para el carnicero. El animal castrado tiene generalmente más grasa lo que causa índices de consumo más elevados. Se comprobó que el animal castrado parcialmente por el método del "short" escroto presenta rendimientos semejantes a los de moruecos enteros. *Palabras claves* : Carnero Poulfouli - Morueco - Castración - Rendimiento a la matanza - Descuartizamiento - Camerún.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALVI (A.S.). The influence of sex status on the yield of retail cuts and carcass composition of sheep. *Fleischwirtschaft*, 1980, **60** (4) : 718-723.
2. BOCCARD (R.), DUMONT (B.L.). Étude de la production de viande chez les ovins. I. La coupe des carcasses, définition d'une découpe de référence. *Annls Zootech.*, 1955, **9** : 355-363.
3. BOCCARD (R.), DUMONT (B.L.), LEFEBVRE (J.). Étude de la production de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des différentes régions de l'agneau. *Annls Zootech.*, 1976, **25** (1) : 95-110.
4. BOCCARD (R.), DUMONT (B.L.), PEYRON (C.). Étude de la production de la viande chez les ovins. VII. Relations entre les dimensions de la carcasse d'agneau. *Annls Zootech.*, 1964, **13** : 367-378.
5. BOCCARD (R.), DUPLAN (J.M.). Étude de la production de la viande chez les ovins. III. Note sur l'influence de la vitesse de croissance sur la composition corporelle des agneaux. *Annls. Zootech.*, 1961, **10** : 31-38.
6. BUTTERFIELD (R.M.), REDDACLIFF (V.J.), THOMPSON (J.M.), ZAMORA (J.), WILLIAMS (J.). Changes in body composition relative to weight and maturity of Australian Dorset horn rams and wethers. 2. Individual muscles and muscle groups. *Anim. Prod.*, 1984, **39** : 259-267.
7. BUTTERFIELD (R.M.), ZAMORA (J.), THOMPSON (J.M.), REDDACLIFF (K.J.). Changes in body composition relative to weight and maturity of Australian Dorset horn rams and wethers. 1. Carcass muscle, fat and bone and body organs. *Anim. Prod.*, 1984, **39** : 251-258.
8. DE WILDE (R.). Studie van een methode ter bepaling van eiwit-en energieretenties bij mestvarkens gebaseerd op karkasanalyse. Mededelingen Faculteit Diergeneeskunde, Rijksuniversiteit Gent, 1977, **20** (3-4).
9. DINEUR (B.), OUMATE (O.), THYS (E.). Enquête préliminaire sur l'élevage des ovins-caprins dans l'Extrême-Nord Cameroun. Maroua, FONADER, 1985.
10. EGAN (J.P.), RUSSELL (D.W.). Growth and wool production of wethers and induced cryptorchids in a Poll Merino flock. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1981, **21** : 268-271.
11. FIELD (R.A.). Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.*, 1971, **32** : 849-857.
12. FRECHOU (H.). L'élevage et le commerce du bétail dans le Nord du Cameroun. Paris, ORSTOM, 1966.
13. GOUET (J.P.). Les comparaisons de moyennes et de variances (application à l'agronomie). Paris, ITCF, 1974.
14. HUIZINGA (J.), JAALSMA (H.). Handboek vlees en vleesprodukten. Amsterdam, Agon Elsevier, 1970.
15. LIRETTE (A.), SCOANE (J.R.), MINVIELLE (F.), FROEHICH (D.). Effects of breed and castration on conformation, classification, tissue distribution, composition and quality of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 1984, **58** (6) : 1343-1357.

16. PRESCOTT (J.H.O.), LAMMING (G.E.). The effects of castration on meat production in cattle, sheep and pigs. *J. Agric. Sci.*, 1964, **63** : 341-357.
17. SOKAL (R.R.), ROHLF (F.J.). Biometry. 2nd ed. New York, W.H. Freeman and Company, 1981.
18. THWAITES (J.C.), YEATES (M.T.M.), POGUE (R.F.). Objective appraisal of intact lamb and mutton carcasses. *J. Agric. Sci.*, 1964, **63** : 415-420.
19. THYS (E.). Étude sur les bouchers de petits ruminants exerçant dans la ville de Maroua (Extrême-Nord Cameroun). *Tropicultura*, 1990, **8** (2) : 74-77.
20. THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence de la castration tardive à 12 mois d'âge sur les performances de béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 187-191.
21. THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence de la castration partielle et totale sur les performances de croissance et de conversion alimentaire de béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (2) : 267-274.
22. THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Aspects économiques de l'application de la castration partielle ou totale sur les béliers Poulfouli de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (2) : 215-220.
23. THYS (E.), NJOBDI (O.), AHMADOU (N.), WADUKA (D.), OUMAROU (J.), DJIBRILLA (S.), WOUYIE (D.). Observations sur la commercialisation des ovins dans le département du Diamaré (Province de l'Extrême-Nord). Maroua, DPEPIAEN-CNFZV, 1988.
24. VAN DE VOORDE (G.), VERBEKE (R.). Conformatie en karkas-karakteristieken bij slachtrunderen. *Landbouwtijdschrift*, 1979, **32** (1) : 115-126.

Digestibilité *in vitro* et dégradabilité *in situ* dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels au Sénégal. Premiers résultats

S. T. Fall *

FALL (S.T.). Digestibilité *in vitro* et dégradabilité *in situ* dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels au Sénégal. Premiers résultats. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 345-354

Pour évaluer l'utilisation digestive des ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels des zones soudanienne et sahélienne du Sénégal, leur digestibilité *in vitro* (méthode de Tilley-Terry) et leur dégradabilité dans le rumen (méthode *in situ*) sont déterminées. Sur 58 échantillons analysés *in vitro*, la digestibilité *in vitro* de la matière sèche est en moyenne de 51 avec des extrêmes de 88 à 26 p. 100. La digestibilité *in vitro* de la matière organique a varié de 84 à 15 avec une moyenne de 42 p. 100. Trente-huit profils de dégradation dans le rumen sont réalisés sur 24 espèces. Les dégradabilités moyennes des matières azotées totales et de la matière sèche sont respectivement de 59 et 57 p. 100. Des facteurs de variation liés à l'espèce, l'organe et l'âge ont été observés. Une hiérarchie provisoire des espèces étudiées est proposée. **Mots clés** : Plante ligneuse - Fourrage - Ruminant - Digestibilité *in vitro* - Dégradabilité *in situ* - Sénégal.

INTRODUCTION

Les ligneux représentent une part importante de la biomasse fourragère disponible au Sahel. Supplément protéique pour les bovins, arbres et arbustes fourragers peuvent constituer la base de l'alimentation des petits ruminants pendant une grande partie de la saison sèche. Leur principal critère de valeur est la teneur en matières azotées qui peut atteindre 35 p. 100 de la matière sèche, avec des valeurs moyennes proches de 15 p. 100. Ils sont donc plus riches en matières azotées que les herbacées dont la teneur décroît de 15-20 p. 100 de la matière sèche en début de cycle à des valeurs inférieures à 5 p. 100 au stade "pailles sur pied", qui constitue l'essentiel de la biomasse en milieu et fin de saison sèche.

De nombreux travaux ont déjà porté sur la composition chimique des espèces ligneuses consommées en milieu tropical (2, 7, 11, 13). Il existe cependant peu de données sur leur utilisation digestive, tant pour la disponibilité de la matière organique que des matières azotées. On sait que les teneurs en lignine peuvent être importantes et jouer un rôle inhibiteur dans la disponibilité de l'azote et de la matière organique ; les teneurs en constituants pariétaux

diffèrent suivant l'organe et le stade phénologique ; mais les facteurs de variation sont cependant peu connus. De même, l'influence négative des tannins sur la valeur nutritive des ligneux est souvent citée (2, 14, 16, 20).

Ce travail a pour but d'évaluer la digestibilité *in vitro* et la dégradabilité dans le rumen de ligneux fourragers des zones sahélienne et soudano-sahélienne du Sénégal. Les résultats devraient contribuer à identifier les espèces ayant les meilleures valeurs nutritives et, pour certaines d'entre elles, à décrire leurs variations saisonnières. Les essais ont été réalisés de 1987 à 1989 au LNERV-ISRA de Dakar (Sénégal).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Échantillons

Ils ont été récoltés dans le Ferlo (zone sahélienne) et le Sine-Saloum (zone sahélo-soudanienne) (tabl. I et II) puis séchés au soleil et passés au broyeur à marteau équipé d'une grille de 1 mm. Les échantillons analysés *in vitro* et ceux étudiés *in situ* ne sont pas les mêmes, mais les résultats obtenus ont été comparés pour confronter les hiérarchies des espèces établies par les deux techniques.

Digestibilité *in vitro*

La méthode en deux temps de TILLEY et TERRY (19) a été appliquée pour évaluer la digestibilité de 58 échantillons. Le jus de rumen a été prélevé sur trois taurillons fistulés du rumen et d'un poids moyen de 250 kg. Ils recevaient de la paille de riz à volonté, 1 kg de tourteau d'arachide et 75 g de poudre d'os en deux repas par jour (8 h et 14 h). La prise d'essai de 0,5 g d'échantillon subit deux traitements de 48 h chacun. La première incubation est réalisée dans un mélange de salive artificielle et de jus de rumen filtré. On procède ensuite à une attaque enzymatique par une solution de pepsine acidifiée, puis à la filtration, sous vide, avec un creuset (Alundun n° 3) préalablement taré. Après dessiccation puis calcination, les pourcentages de matière sèche et de matière organique disparus représentent, respectivement, la digestibilité *in vitro* de la matière sèche (DIVMS) et celle de la matière organique (DIVMO). Chaque échantillon est incubé en

1. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires (LNERV), BP 2057, Dakar, Sénégal.

* Avec la collaboration technique de B. DIAW et W. GOUDIABY.

Reçu le 13.12.1989, accepté le 24.9.1991.

S. T. Fall

TABLEAU I Digestibilité in vitro des ligneux. Premiers résultats. Valeurs moyennes (extrêmes).

Échantillons		N	DIV (p. 100)			
			MS		MO	
Légumineuses						
Mimosaceae						
Genre <i>Acacia</i>						
<i>A. albida</i>	G	2	65	(61-69)	55	(54-57)
<i>A. albida</i>	F	3	44	(39-50)	42	(31-57)
<i>A. ataxacantha</i>	F	1	26		16	
<i>A. nilotica</i>	G	1	61		51	
<i>A. nilotica</i>	F	1	78		69	
<i>A. senegal</i>	G	1	64		57	
<i>A. seyal</i>	F	3	58	(49-59)	50	(41-60)
<i>A. sieberiana</i>	F	2	34	(31-38)	23	(22-25)
<i>A. tortilis</i>	G	1	74		68	
<i>A. tortilis</i>	F	1	57		44	
Caesalpiniaceae						
Genre <i>Bauhinia</i>						
<i>B. rufescens</i>	F	2	44	(39-50)	34	(31-37)
<i>B. rufescens</i>	G	2	39	(36-42)	30	(26-34)
Genre <i>Cordyla</i>						
<i>C. pinnata</i>	F	2	48	(43-53)	39	(34-44)
Genre <i>Piliostigea</i>						
<i>P. reticulata</i>	JP	1	29		21	
Papilionaceae						
Genre <i>Pterocarpus</i>						
<i>P. erinaceus</i>	F	1	61		53	
Autres familles						
Anacardiaceae						
Genre <i>Heeria</i>						
<i>H. insignis</i>	F	4	33	(30-37)	24	(21-28)
Genre <i>Sclerocarya</i>						
<i>S. birrea</i>	F	2	53	(51-56)	41	(38-44)
Asclepiadaceae						
Genre <i>Calotropis</i>						
<i>C. procera</i>	FL	1	88		84	
<i>C. procera</i>	F	1	72		68	
Balanitaceae						
Genre <i>Balanites</i>						
<i>B. aegyptiaca</i>	F	2	72	(66-79)0	66	(60-72)
Bombacaceae						
Genre <i>Adansonia</i>						
<i>A. digitata</i>	F	2	56	(54-58)0	47	(44-50)
Genre <i>Bombax</i>						
<i>B. costatum</i>	F	1	66		55	
Capparidaceae						
Genre <i>Boscia</i>						
<i>B. senegalensis</i>	FR	1	50		43	
Genre <i>Maerua</i>						
<i>M. angolensis</i>	F	1	81		69	
Combretaceae						
Genre <i>Anogeissus</i>						
<i>A. leiocarpus</i>	F	1	30		21	

Échantillons	N	DIV (p. 100)			
		MS		MO	
Genre <i>Combretum</i>					
<i>C. aculeatum</i>	F	2	68 (68-68)	58 (61-56)	
<i>C. glutinosum</i>	F	2	36 (36-36)	27 (26-28)	
<i>C. nigricans</i>	F	3	34 (28-39)	25 (20-30)	
Genre <i>Guiera</i>					
<i>G. senegalensis</i>	F	2	40 (37-43)	31 (29-34)	
Ebenaceae					
Genre <i>Diospyros</i>					
<i>D. mespiliformis</i>	F	1	26	15	
Euphorbiaceae					
Genre <i>Securinea</i>					
<i>C. virosa</i>	F	2	74 (63-85)	70 (63-77)	
Polygalaceae					
Genre <i>Securicada</i>					
<i>S. longepedunculata</i>	JP	1	68	63	
Rubiaceae					
Genre <i>Feretia</i>					
<i>F. apodanthera</i>	F	2	45 (43-47)	36 (36-37)	
Tiliaceae					
Genre <i>Grewia</i>					
<i>G. bicolor</i>	F	1	58	50	
<i>G. bicolor</i>	FR	2	49 (47-51)	40 (38-43)	

F : feuilles ; FL : fleurs ; FR : fruits ; G : gousses de légumineuses ;
E : écorces ; JP : jeunes pousses (= jeunes rameaux, feuilles).

TABLEAU II Dégradabilité in situ de la matière sèche des ligneux. Premiers résultats.

Échantillons	N	Dégradation au temps t (p. 100)				Paramètres de la dégradation			DT-MS (p. 100)
		6 h	24 h	48 h	72 h	a (p. 100)	b (p. 100)	c (p.100 /h)	
Légumineuses									
Mimosaceae									
Genre <i>Acacia</i>									
<i>A. adansonii</i>	F 1	65	86	87	88	43	45	11,7	72
<i>A. adansonii</i>	G 1	50	73	77	80	48	32	5,8	64
<i>A. albida</i>	G 1	49	71	74	76	32	44	7,8	57
<i>A. albida</i>	F 2	47	59	65	69	42	30	3,3	52
<i>A. ataxacantha</i>	F 1	40	45	47	52	42	16	1,2	42
<i>A. senegal</i>	F 1	52	82	82	83	28	55	11,1	64
<i>A. seyal</i>	F 2	41	54	65	69	28	39	4,8	47
<i>A. seyal</i> FL + G	1	52	61	71	72	45	32	3	55
<i>A. seyal</i>	G 1	43	65	71	72	26	47	7,8	52
<i>A. sieberiana</i>	F 1	42	54	67	89	33	56	2,8	47
<i>A. tortilis</i>	G 1	43	64	68	70	25	45	8,2	51
<i>A. tortilis</i>	F 1	41	58	63	65	33	33	5,7	49
Caesalpiniaceae									
Genre <i>Bauhinia</i>									
<i>B. rufescens</i>	F 1	40	59	66	70	35	35	4,7	50
Genre <i>Piliostigma</i>									
<i>P. reticulata</i>	F 1	—	45	47	50	—	—	—	—
<i>P. sp.</i>	F 1	40	49	53	55	35	20	4,7	44
Papilionaceae									
Genre <i>Pterocarpus</i>									
<i>P. erinaceus</i>	F 1	50	68	72	81	43	38	3,2	56
Autres familles									
Anacardiaceae									
Genre <i>Heeria</i>									
<i>H. insignis</i>	JP 1	42	51	53	66	39	28	1,8	45
Asclepiadaceae									
Genre <i>Calotropis</i>									
<i>C. procera</i>	F 1	72	88	96	98	47	50	9,5	78
<i>C. procera</i>	FR 1	56	84	90	93	34	59	8,1	68
<i>C. procera</i>	E	—	—	16	—				
Bombacaceae									
Genre <i>Adansonia</i>									
<i>A. digitata</i>	F 1	56	75	85	88	43	44	6	65
<i>A. digitata</i>	FR 1	68	85	86	88	56	32	7,8	74
Genre <i>Bombax</i>									
<i>B. costatum</i>	F 1	69	85	85	87	60	27	6,4	74
Capparidaceae									
Genre <i>Boscia</i>									
<i>B. senegalensis</i>	F 1	53	63	69	79	48	31	2,9	58
Combretaceae									
Genre <i>Anogeissus</i>									
<i>A. leiocarpus</i>	JP 1	32	43	54	59	24	36	3,9	38

Échantillons	N	Dégradation au temps t (p. 100)				Paramètres de la dégradation			DT-MS (p. 100)
		6 h	24 h	48 h	72 h	a (p. 100)	b (p. 100)	c (p.100 /h)	
Genre <i>Combretum</i>									
<i>C. glutinosum</i> JP	1	45	54	69	73	37	37	4,2	52
<i>C. micranthum</i> F	1	38	69	85	89	27	66	4,1	54
<i>C. nigricans</i> JP	1	29	37	47	47	24	26	3,4	34
<i>C. nigricans</i> F	1	—	41	44	52	—	—	—	—
Genre <i>Guiera</i>									
<i>G. senegalensis</i> F	1		44			—	—	—	—
Polygalaceae									
Genre <i>Securidaca</i>									
<i>S. longepedunculata</i> JP	1	71	89	90	92	57	34	8,5	77
Tiliaceae									
Genre <i>Grewia</i>									
<i>G. bicolor</i> F	2	40	62	74	78	21	58	6,4	59

F : feuilles ; FL : fleurs ; FR : fruits ; G : gousses de légumineuses ; E : écorces ; JP : jeunes pousses (= jeunes rameaux, feuilles).

triple et l'essai répété à une semaine d'intervalle ; il y a donc six répétitions par mesure. Un témoin de digestibilité connue est introduit dans chaque série pour le contrôle.

Dégradabilité *in situ* dans le rumen

(3, 4, 15)

Les animaux sont les mêmes que ceux utilisés précédemment dans la méthode de Tilley-Terry.

Cinq grammes d'échantillon broyé sont introduits dans un sachet de nylon (10-15 cm, porosité de 46 microns, tissu Blutex, Tripette et Renaud) scellé à la chaleur. Six sachets par échantillon sont placés dans le rumen de chaque taurillon une demi-heure après le premier repas du matin. Après 3, 6, 9, 24, 48 et 72 heures d'incubation, ils sont retirés et lavés par massage sous le robinet jusqu'à ce que l'eau soit claire. Ils sont ensuite séchés à l'étuve à 80 °C. Un temps zéro est réalisé par lavage à l'eau d'un sachet contenant une prise d'essai. Deux mesures ont été réalisées sur trois bovins, soit six répétitions par aliment et temps d'incubation.

Les teneurs en matière sèche (dessiccation à l'étuve à 80 °C) et en matières azotées totales (méthode de Kjeldahl) ont été déterminées sur le substrat et le résidu.

La dégradabilité (DT) des aliments est fonction de leur vitesse de dégradation mesurée *in situ* dans le rumen et de la vitesse de transit (k) des petites particules qui est estimée à 6 p. 100/h (15). La cinétique de dégradation a été appréciée par un ajustement exponentiel exprimé par l'équation :

$$D = a + b (1 - e^{-ct})$$

où D (p. 100) représente la dégradation mesurée au temps t, a (p. 100) la fraction immédiatement dégradable, b (p. 100) la fraction dégradée à une vitesse c (p. 100/h). La dégradabilité théorique (DT) est calculée par la relation :

$DT = a + (bc)/(c + k)$, k représentant le turnover des particules dans le rumen, soit 6 p. 100/h.

Les ajustements ont été effectués pour la matière sèche et les matières azotées avec une régression non linéaire du logiciel STAT-ITCF (18).

RÉSULTATS

Digestibilité *in vitro*

Cinquante-huit échantillons provenant de différents organes de trente espèces d'arbres ou d'arbustes fourragers ont fait l'objet de mesures (tabl. I). Les résultats sont

très variables d'une espèce ligneuse à une autre. La DIVMS varie de 26 à 88 p. 100, la moyenne étant de 51 p. 100.

La DIVMO et la DIVMS varient dans le même sens. Les deux paramètres sont bien corrélés ($r = 0,97$, erreur standard 4,8 p. 100, $n = 58$). L'écart moyen entre les deux valeurs est de dix points de digestibilité.

Les résultats sont présentés par famille, espèce et organe (tabl. I). Des différences apparaissent entre groupes et à l'intérieur d'une espèce selon l'organe et l'âge de celui-ci. Toutefois, au regard des 600 espèces ligneuses identifiées dans la zone soudano-sahélienne, les effectifs étudiés ici ne permettent pas de procéder à des comparaisons entre familles et genres, l'effectif le plus élevé par famille étant de sept espèces (Mimosaceae). Le classement qui peut être fait d'après les tableaux n'est donc pas définitif, ni généralisable. Ces données sont avant tout destinées à illustrer les variations de digestibilité des ligneux. Certains résultats méritent cependant d'être soulignés, en particulier ceux relatifs à des familles, des espèces ou des organes échantillonnés à plusieurs reprises.

Avec une DIVMO moyenne supérieure à 70 p. 100, les organes des espèces appartenant aux familles des *Asclepiadaceae*, *Balanitaceae* et *Euphorbiaceae* sont les plus digestibles. Pour les familles des *Mimosaceae* (à l'exception d'*A. ataxacantha* et d'*A. sieberiana*), *Papilionaceae*, *Bombacaceae*, *Capparidaceae*, *Polygalaceae* et *Tiliaceae*, la DIVMO comprise entre 45 et 63 p. 100 est intermédiaire tandis que celle des *Anacardiaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Combretaceae* (à l'exception de *C. aculeatum*) et *Rubiaceae*, variant de 32 à 36 p. 100, est médiocre.

Parmi les 16 échantillons de feuilles de légumineuses représentant 11 espèces, quatre ont eu des DIVMO très faibles, proches de 30 p. 100 (*Acacia ataxacantha*, *A. sieberiana*, *Piliostigma reticulata*), cinq ont eu des DIVMO faibles, entre 30 et 50 p. 100 (*Acacia albida* 1 sur 2, *A. seyal* 1 sur 3, *A. tortilis*, *Bauhinia rufescens*, *Cordyla pinnata*), et sept ont eu des DIVMO moyennes ou fortes, supérieures à 50 p. 100 (*Acacia albida* 1 sur 2, *A. seyal* 2 sur 3, *A. nilotica*, *A. senegal*, *Pterocarpus erinaceus*).

Les feuilles de certaines espèces récoltées à différentes périodes mettent en évidence des variations saisonnières. Ainsi, les feuilles d'*Acacia albida* récoltées en janvier sont plus digestibles que celles de juin (DIVMO = 57 contre 43 p. 100, respectivement). De même, les feuilles de *Cordyla pinnata* prélevées en novembre sont plus digestibles que celles d'août (DIVMO = 44 et 34, respectivement).

La DIVMO des gousses de légumineuses ne semble pas liée à celle des feuilles : pour *Acacia albida* et *Acacia tortilis*, les gousses sont plus digestibles que les feuilles (55

contre 42 p. 100 et 68 contre 44 p. 100, respectivement) tandis que pour *Acacia nilotica* (51 contre 69 p. 100) on observe le contraire.

Pour les feuilles, fleurs et fruits des autres familles, les DIVMO sont très variables d'une espèce à une autre sans qu'il soit possible, en l'état actuel des résultats, d'attribuer les différences à un genre ou à une famille. Par exemple, les feuilles de *Combretum aculeatum*, très appréciées, ont une DIVMO moyenne plus élevée que celle de *Combretum nigricans* (58 contre 25 p. 100). De même, *Heeria insignis* et *Sclerocarya birrea*, bien que de la même famille, ont des feuilles de digestibilité très différente (24 et 48 p. 100, respectivement). Parmi les échantillons étudiés, certains sont très digestibles ; on retiendra en particulier les feuilles et fleurs de *Calotropis procera*, celles de *Balanites aegyptiaca*, *Combretum aculeatum*, *Maerua angolensis*, *Securinega virosa* et *Securidaca longepedunculata*.

Dégradation et dégradabilité le rumen

Les taux de dégradation de la matière sèche et des matières azotées des échantillons aux différents temps d'incubation et les paramètres du modèle d'ORSKOV (15) sont donnés aux tableaux II et III et aux figures 1 à 7.

La dégradabilité théorique de la matière sèche (DTMS) et celle des matières azotées (DTMA) ont des variations parallèles, de 34 à 78 p. 100 et de 24 à 86 p. 100, avec des valeurs moyennes respectives de 57 et 59 p. 100. Les échantillons peuvent être classés comme précédemment et les espèces ayant les meilleures DIVMO sont aussi celles qui sont les plus dégradables *in situ*, mais il n'est pas possible de pousser plus loin la classification.

Pour une DTMS élevée (de l'ordre de 70 p. 100), on peut avoir des vitesses de dégradation comprises entre 6 et 11 p. 100 par heure. En revanche, une DTMS faible (inférieure à 50 p. 100) correspond toujours à des vitesses de dégradation faibles de l'ordre de 2 à 5 p. 100.

Les DTMA sont étroitement liées aux DTMS ($r = 0,68$) mais pas aux teneurs en matières azotées (relation non significative, $r = 0,09$). Pour faciliter la compréhension de l'exposé, seuls les résultats relatifs à la dégradation des matières azotées seront commentés. En effet, l'utilisation digestive de l'azote semble être le critère le plus important pour classer les ligneux suivant leur valeur nutritive pour le cheptel sahélien en saison sèche. L'examen des valeurs extrêmes prises par la DTMA met en évidence une très faible disponibilité de l'azote d'*Anogeissus leio-*

carpus (DTMA = 24 p. 100) et celles très élevées de *Bombax costatum* (DTMA = 86 p. 100) et de *Boscia senegalensis* (DTMA = 85 p. 100).

Les matières azotées des échantillons de Asclepiadaceae, Bombacaceae, Capparidaceae et Polygalaceae ont été les plus dégradées (DTMA supérieure à 70 p. 100, et c proche de 8 p. 100). Celles des légumineuses* et de Tiliaceae ont eu un profil intermédiaire (DTMA comprise entre 50 et 70 p. 100). Enfin, l'azote des Anacardiaceae et des Combretaceae a le plus souvent été faiblement dégradé (DTMA proche de 40 p. 100, à l'exception de *C. glutinosum***).

Pour les familles les plus représentées, il est possible de comparer les résultats entre espèces et parfois même entre organes.

Chez les Mimosaceae, les matières azotées des gousses d'*A. albida*, *A. adansonii* et *A. tortilis* ainsi que les feuilles d'*A. senegal* ont les vitesses de dégradation les plus élevées (6, 6, 7 et 11 p. 100, respectivement). Inversement, les feuilles d'*A. albida*, celles d'*A. ataxacantha*, *A. sieberiana* et *A. seyal* ont la DTMA et la vitesse de dégradation de l'azote les plus faibles (c et DT varient, respectivement, de 1,3 à 2,5 et de 34 à 48 p. 100). Les autres échantillons de Mimosaceae (gousses d'*A. raddiana*, feuilles d'*A. albida*) occupent une position intermédiaire. Parmi les Combretaceae, l'échantillon de *C. glutinosum* a la DTMA la plus élevée (72 p. 100), ceux de *C. nigricans* et *A. leiocarpus* (DTMA = 46 et 24 p. 100 respectivement) sont peu dégradables en dépit de leurs teneurs en MAT élevées (140 et 195 g/kg de MS, respectivement).

Certaines espèces n'appartenant pas aux familles des légumineuses et des Combretaceae se distinguent par une teneur en MAT comprise entre 120 et 230 g/kg de MS, une dégradation immédiate de cet azote (a) allant de 40 à 85 p. 100, une vitesse de dégradation comprise entre 4 et 11 p. 100, et, finalement, une dégradation après 72 h de l'ordre de 80 p. 100. Il s'agit de *Bombax costatum* et *Adansonia digitata* (Bombacaceae), *Calotropis procera* (Asclepiadaceae), *Grewia bicolor* (Tiliaceae) et *Boscia senegalensis* (Capparidaceae). On les considère provisoirement comme les espèces offrant le plus d'intérêt, parmi celles étudiées, pour la supplémentation azotée du cheptel en saison sèche. Des essais *in vivo* sont en cours pour mieux préciser leur valeur alimentaire.

* Exceptions : *Acacia sieberiana*, *A. seyal* (NDLR).

** *Combretum aculeatum* n'a pas été étudié par la méthode *in situ* (NDLR).

TABLEAU III Dégradation in situ de l'azote des ligneux. Premiers résultats.

Échantillons	N	Dégradation au temps t (p. 100)				Paramètres de la dégradation			DT (p. 100)	MAT (g/kg MS)
		6 h	24 h	48 h	72 h	a (p. 100)	b (p. 100)	c (p. 100 /h)		
Légumineuses										
Mimosaceae										
Genre <i>Acacia</i>										
<i>A. adansonii</i>	F	1	28	84	85	88	—	—	—	137
<i>A. adansonii</i>	G	1	43	71	78	83	32	52	5,8	125
<i>A. albida</i>	G	1	60	69	71	72	54	18	5,9	114
<i>A. albida</i>	F	2	56	62	68	75	46	30	4,5	128
<i>A. ataxacantha</i>	F	1	46	49	50	60	45	14	1,3	108
<i>A. senegal</i>	F	1	49	87	89	90	17	73	10,7	263
<i>A. seyal</i>	F	1	32	46	56	61	26	46	2,4	176
<i>A. sieberiana</i>	F	1	29	45	74	85	22	52	2,5	137
<i>A. tortilis</i>	G	1	60	85	87	89	48	41	7,4	181
Caesalpiniaceae										
Genre <i>Bauhinia</i>										
<i>B. rufescens</i>	F	1	50	64	74	81	44	45	2,8	175
Genre <i>Piliostigma</i>										
<i>P. reticulata</i>	F	1	—	29	44	51	—	—	—	115
<i>P. sp.</i>	F	1	—	37	44	45	—	—	—	108
Papilionaceae										
Genre <i>Pterocarpus</i>										
<i>P. erinaceus</i>	F	1	57	66	68	69	49	19	8,8	185
Autres familles										
Anacardiaceae										
Genre <i>Heeria</i>										
<i>H. insignis</i>	JP	1	37	51	49	66	34	32	1,8	42
Asclepiadaceae										
Genre <i>Calotropis</i>										
<i>C. procera</i>	F	1	82	95	98	99	—	—	—	174
<i>C. procera</i>	FR	1	65	87	95	95	52	44	6,3	125
<i>C. procera</i>	E		—	—	31	—	—	—	—	—
Bombacaceae										
Genre <i>Adansonia</i>										
<i>A. digitata</i>	F	1	65	73	83	91	65	27	2	165
<i>A. digitata</i>	FR	1	89	94	96	96	64	11	10	154
Genre <i>Bombax</i>										
<i>B. costatum</i>	F	1	82	92	95	96	74	22	7,6	149
Capparidaceae										
Genre <i>Boscia</i>										
<i>B. senegalensis</i>	F	1	82	89	90	92	75	15	11	204
Combretaceae										
Genre <i>Anogeissus</i>										
<i>A. leiocarpus</i>	JP	1	22	28	42	54	14	40	2,3	140
Genre <i>Combretum</i>										
<i>C. glutinosum</i>	JP	1	69	75	78	79	66	14	4,5	95
<i>C. nigricans</i>	JP	1	43	46	49	56	41	16	2,9	195

Échantillons	N	Dégradation au temps t (p. 100)				Paramètres de la dégradation			DT (p. 100)	MAT (g/kg/MS)
		6 h	24 h	48 h	72 h	a (p. 100)	b (p. 100)	c (p. 100/h)		
<i>C. nigricans</i> F	1	—	48	53	57	—	—	—	—	135
Genre <i>Guiera</i>										
<i>G. senegalensis</i> F	1		44			—	—	—	—	
Polygalaceae										
Genre <i>Securidaca</i>										
<i>S. longepe-dunculata</i> JP	1	—	—	—	—	—	—	—	—	106
Tiliaceae										
Genre <i>Grewia</i>										
<i>G. bicolor</i> F	2	50	67	91	92	39	56	4,2	51	232

F : feuilles ; FL : fleurs ; FR : fruits ; G : gousses de légumineuses ; E : écorces ; JP : jeunes pousses (= jeunes rameaux, feuilles).

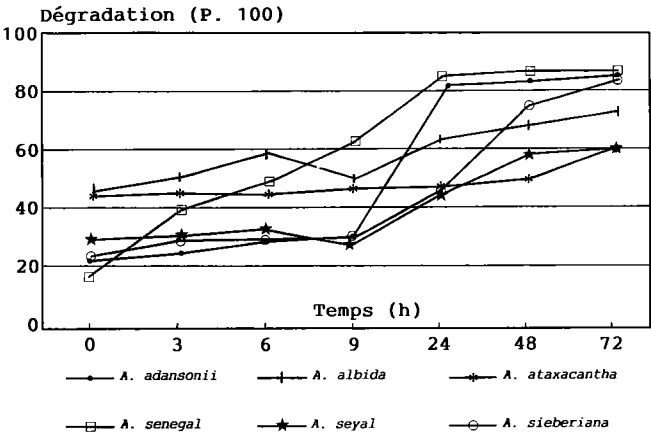


Fig. 1 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode in situ : feuilles de Mimosaceae.

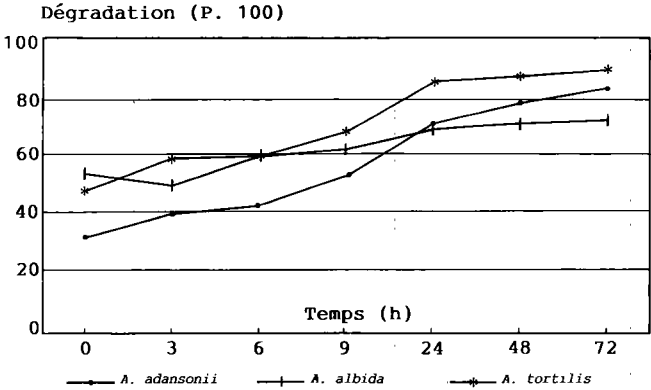


Fig. 2 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode in situ : gousses de Mimosaceae.

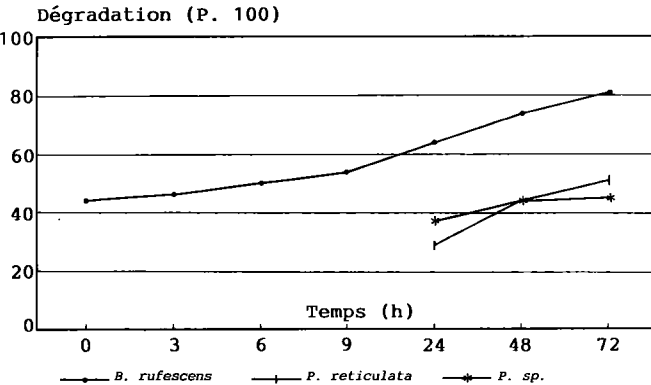


Fig. 3 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode in situ : feuilles de Caesalpiaceae.

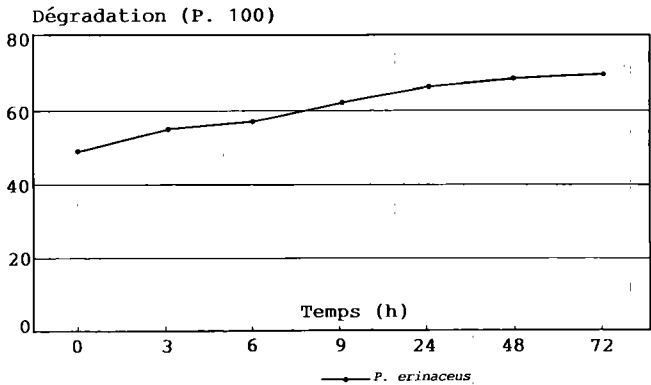


Fig. 4 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode in situ : feuilles de Papilionaceae.

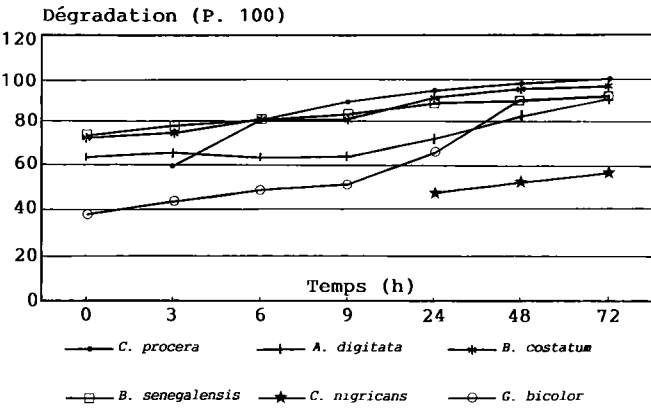


Fig. 5 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode in situ : fruits d'autres familles.

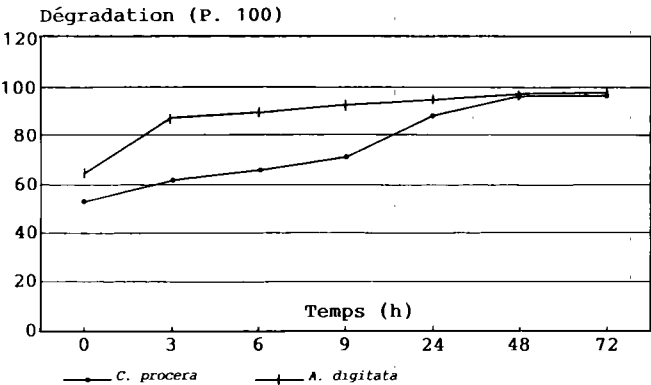


Fig. 6 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode in situ : fruits d'autres familles.

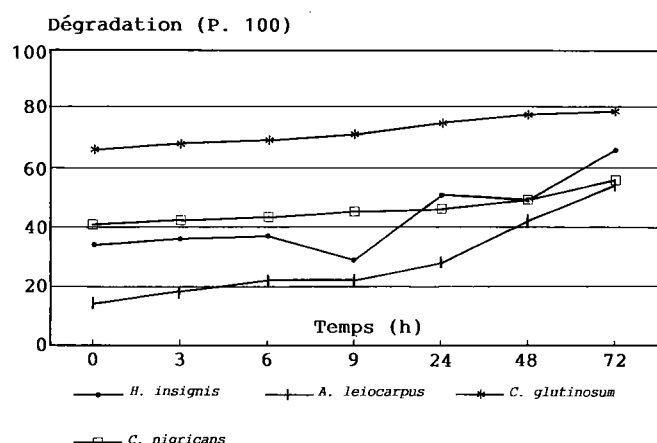


Fig. 7 : Cinétique de dégradation dans le rumen des matières azotées totales (MAT) de ligneux fourragers mesurée par la méthode *in situ* : jeunes pousses d'autres familles.

Relations entre dégradabilité théorique et dégradation

La dégradabilité théorique (DT) est bien expliquée par la dégradation mesurée à 24 h d'incubation ($P < 0,01$), laquelle semble être un bon indicateur de la dégradabilité des ligneux (tabl. IV) :

$$y_1 = 0,78 \times x_1 + 5,3 \quad (n = 28 \quad r = 0,96, \text{ETR} = 3,3),$$

$$y_2 = 0,79 \times x_2 + 5,4 \quad (n = 28, r = 0,89, \text{ETR} = 7,4),$$

avec y_1 = DTMS, x_1 = dégradation de la matière sèche à 24 h d'incubation, y_2 = DTMA, x_2 = dégradation des MAT à 24 h d'incubation.

Une confirmation de ces équations sur un nombre plus important d'observations simplifierait l'étude de la cinétique de dégradation *in situ* des ligneux.

Une corrélation significative est observée ($P < 0,01$) entre DIVMS et dégradation *in situ* à 9, 24 et 48 h d'incubation. Pour 14, 18 et 17 observations, r a été, respectivement, de 0,57, 0,75 et 0,84 et l'erreur standard de 14, 11 et 10 p. 100.

TABLEAU IV Coefficients de corrélation entre dégradation au temps t et dégradabilité.

DT	Temps d'incubation (h)					
	3	6	9	24	48	72
DTMS	0,85	0,93	0,95	0,96	0,91	0,86
DTMA	0,82	0,85	0,88	0,89	0,76	0,70

DISCUSSION

Dans la littérature, les données concernant la digestion *in vivo*, *in vitro* ou *in situ* des ligneux des zones tropicales sont rares, contrairement aux résultats d'analyses chimiques qui sont nombreux mais peu utilisables. En effet, la cellulose brute et les MAT ont une faible signification pour ce type d'aliments riches en lignine, en tannin et en d'autres facteurs antinutritionnels. L'accent doit être mis, actuellement, sur l'examen des fractions pariétales (hémicellulose, cellulose, lignine) et azotées (azote soluble dégradé lié aux parois indigestibles...), sur les méthodes enzymatiques (cellulases, protéases...) et biologiques (digestibilité *in vivo*, *in vitro* et *in situ*) de mesure de leur disponibilité digestive, et sur la mesure des performances chez l'animal.

Les variations liées aux stades de récolte, aux conditions d'échantillonnage et de conservation, aux techniques d'analyse ne permettent pas de procéder à des comparaisons rigoureuses et détaillées des résultats : il est cependant possible de mettre en parallèle les classifications d'espèces obtenues par les différents auteurs (2, 10, 11).

En ce qui concerne les feuilles d'*Acacia albidia*, une DMS moyenne (53 p. 100) proche de nos résultats a été rapportée par DICKO en 1979, cité par le HOUÉROU (13), avec la méthode *in vivo*. Cependant, l'écart assez important (14 points) observé au cours de l'étude entre le début et la fin du cycle (janvier-août) montre une nette influence du stade phénologique. Pour les gousses, la DIVMS a été stable, aucune variation d'ordre phénologique n'a été observée. Les résultats ont été supérieurs à ceux de DICKO, mais, les dates de récolte n'ayant pas été mentionnées, il est difficile d'expliquer ces différences. En ce qui concerne les gousses de *B. rufescens*, des résultats supérieurs (51 contre 39 p. 100) ont été obtenus par le même auteur. L'état actuel de nos résultats ne permet pas d'interpréter ces différences ainsi que les variations de digestibilité de *Securinega virosa* (échantillons récoltés à la même période) et celles de *Balanites aegyptiaca* (entre les récoltes de juillet et novembre). La place qu'occupent ces espèces dans les écosystèmes pastoraux sahéliens justifie la poursuite des analyses pour préciser la cause de ces variations.

Les DIVMS et DIVMO ont une évolution parallèle. La différence plus importante entre DIVMS et DIVMO observée chez les ligneux par rapport aux fourrages classiques doit résulter du fait que les ligneux sont probablement plus riches en minéraux solubles dans le mélange salive artificielle et jus de rumen.

La dégradabilité de la matière sèche est un critère assez intéressant pour apprécier, à appétibilité égale, l'ingestibilité des aliments. En effet, la quantité ingérée est en étroite liaison avec la vitesse de dégradation de la matière sèche dans le rumen. Il faudrait cependant associer cette dernière avec la présence éventuelle de substances, cer-

taines pouvant être toxiques* et antinutritionnelles, qui peuvent limiter l'appétibilité des espèces ligneuses et, de ce fait, leur ingestion. Ainsi, les feuilles et gousses de légumineuses, les feuilles de *Calotropis procera*, *Guiera senegalensis* et *Adansonia digitata* distribuées aux ovins aux taux de 10 à 50 p. 100 de la ration sont totalement consommées, même si les animaux ne les acceptent qu'après 15 jours d'adaptation. Ceci n'est pas le cas pour *Boscia senegalensis*, espèce pourtant très dégradable, mais dont les jeunes pousses sont quasiment rejetées alors que les feuilles âgées sont acceptées par les moutons (FALL, non publié). Une substance, peut-être antinutritionnelle, à teneur ou à forme variable en fonction de l'âge, est à rechercher pour expliquer ces variations de consommation.

En ce qui concerne la dégradation des matières azotées, les résultats obtenus à 48 h d'incubation ont été comparables à ceux de KONÉ (10) pour les feuilles d'*A. adansonii* et de *P. reticulatum*, ainsi que les jeunes pousses d'*A. albida* et de *B. rufescens*. Ils sont en revanche différents pour les feuilles d'*A. seyal*, *A. ataxacantha*, *A. albida* et *C. nigricans* (tabl. V). Ces différences pourraient s'expliquer par des facteurs de variation déjà cités, mais aussi par des conditions d'expérimentation non identiques (échantillons, espèces animales, race, régime alimentaire, tissu de nylon, environnement). WOODWARD et REED (20) signalent une bonne digestibilité de l'azote des feuilles d'*A. adansonii*, avec des valeurs peu différentes des nôtres (85 contre 92 p. 100). Ils mentionnent aussi une haute teneur en substances phénoliques.

TABLEAU V Dégradabilité des MAT à 48 h d'incubation. Comparaison de résultats (p. 100).

Espèces	Organes	Source : Koné (1987)	Source : Fall (1989)
<i>Acacia adansonii</i>	Feuilles	75	85
<i>Acacia albida</i>	Jeunes pousses	91	86
<i>Acacia albida</i>	Feuilles	20	53
<i>Acacia ataxacantha</i>	Feuilles	22	50
<i>Acacia seyal</i>	Feuilles	82	56
<i>Boscia senegalensis</i>	Fruits	92	—
<i>Boscia senegalensis</i>	Feuilles	—	90
<i>Bauhinia rufescens</i>	Jeunes pousses	83-75	74
<i>Combretum nigricans</i>	Feuilles	66	53-50
<i>Piliostigma reticulata</i>	Feuilles	34	35-53

* Il n'y a pas que des substances toxiques qui peuvent limiter l'appétibilité.

Les amplitudes de variation de la vitesse de dégradation (c) et de la dégradation immédiate (a) des MAT ont été très grandes. Elles constituent des critères de classification importants car elles déterminent la disponibilité des nutriments dans les pré-estomacs. En effet, certaines espèces à dégradation rapide comme les genres *Boscia* ou *Calotropis* devraient engendrer une élévation rapide du taux d'ammoniac dans le rumen ; elles seront donc plus indiquées pour la supplémentation des fourrages pauvres en azote.

La non-disponibilité des MAT des feuilles d'*A. ataxacantha*, *A. sieberiana* et *A. seyal* est explicable par une teneur en lignine très élevée (10) et surtout par un fort pourcentage d'azote bloqué dans l'ADF (NADF), en particulier pour *A. seyal*, dont DIAGAYETE (2) signale un taux de NADF de 11 p. 100 de l'azote total, supérieur à la moyenne (6 p. 100) des espèces qu'il a étudiées. Cependant, WOODWARD et REED (20) rapportent une bonne utilisation digestive de l'azote pour cette espèce. Pour DIAGAYETE (2), des teneurs élevées en tannins seraient responsables de la faible dégradabilité des feuilles d'*A. albida*.

Les résultats mettent en évidence des variations irrégulières, quelquefois non explicables. Si la famille, l'espèce et l'organe peuvent être des critères de variation évidents, les variations phénologiques sont difficiles à analyser. En effet, la plupart des espèces décrites ont un cycle végétatif variable en fonction du site et de l'année. La température ne semble pas avoir un effet aussi important que la pluviométrie et sa répartition, ainsi que l'hygrométrie, la photopériode et le mode d'exploitation, qui influent fortement sur la croissance et le cycle des ligneux (6). Pour contourner ces variations, les récoltes d'échantillons doivent être accompagnées de commémoratifs complets décrivant l'organe, son stade de développement, le site et la date de prélèvement ainsi que le mode de conservation.

CONCLUSION

L'étude de l'utilisation digestive des ligneux fourragers par les ruminants a mis en évidence une grande dispersion des résultats selon les espèces, l'âge et l'organe. Si les ligneux peuvent être riches en énergie brute et en matières azotées totales, leur utilisation digestive peut être médiocre à certains stades de développement et pour certains organes.

Un plus grand nombre d'analyses est nécessaire pour préciser ces variations et améliorer l'identification des espèces les plus performantes. Notons cependant une concordance des résultats *in vitro* et *in situ* quant à la bonne digestibilité d'*A. nilotica*, *A. seyal* et *A. tortilis* (Mimosaceae), *Calotropis procera* (Asclepiadaceae), *Securicada longepedunculata* (Polygalaceae), *Boscia senegalensis* (Capparidaceae), *Adansonia digitata* et *Bombax costatum* (Bombacaceae).

FALL (S.T.). *In vitro* digestibility and *in situ* rumen degradability of browse plants from natural pastures in Senegal. First results. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 345-354

To evaluate the apparent digestibility of trees and shrubs browsed in Sahelian and Sudanian areas of Senegal, an *in vitro* method was used (Tilley and Terry's method : dry matter (IVDM) and organic matter (IVOM) digestibility) as well as an *in situ* method (intra-ruminal degradability of dry matter and nitrogen). In 58 analysed samples, the average IVDM and IVOM were 51 and 42 %, ranging from 26 to 88 % and from 15 to 84 %, respectively. A total of 38 degradation profiles (*in sacco*) involving 24 species gave a mean degradability of 59 and 57 % for nitrogen and dry matter, respectively. Variation factors linked to species, age and plant parts were observed and a provisional classification of studied species proposed. *Key words* : Browse plant - Fodder - Ruminant - *In vitro* digestibility - *In situ* degradability - Senegal.

FALL (S.T.). Digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* en la panza de forrajes leñosos disponibles en pastos naturales en Senegal. Primeros resultados. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 345-354

Para evidenciar la utilización digestiva de los forrajes leñosos disponibles en pastos naturales de las zonas sudanesa y saheliana del Senegal, se determinaron la digestibilidad *in vitro* (método de Tilley-Terry) y la degradabilidad en la panza (*in situ*). De 58 muestras analizadas *in vitro*, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca es de 51 por término medio con extremos de 26 a 88 p. 100. La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica varió de 15 a 84 con un promedio de 42 p. 100. Se realizaron 38 perfiles de degradación en la panza en 24 especies. Son respectivamente de 59 y 57 p. 100 la degradabilidad media de proteínas brutas y la de la materia seca. Se observaron factores de variación según la especie, el órgano y la edad. Se propone una jerarquía provisional de las especies estudiadas. *Palabras claves* : Planta leñosa - Forraje - Rumiante - Digestibilidad *in vitro* - Degradabilidad *in situ* - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. BIPEA. Recueil des méthodes d'analyse des Communautés européennes. Paris, BIPEA, 1976.
2. DIAGAYETE (M.). Untersuchungen zur Eiweiterung der Kenntnisse über den futterwert West Africa mischer Futterpflanzen. Diplommagraringenieur, Univ. Hohenheim, 1981.
3. DOREAU (B.M.), VERITE (R.), CHAPOUTOT (P.). Méthodologie de mesure de la dégradabilité *in sacco* de l'azote des aliments dans le rumen. *Bull. tech. Cent. Rech. Zoot. vét. Theix*, 1987 : 5-7.
4. FALL (S.T.). Utilisation digestive par les ruminants domestiques de ligneux fourragers disponibles au Sénégal. Méthodologie et premiers résultats. Dakar, ISRA-LNERV, 1988. 89 p. (Alim. Nutr. n° 59).
5. FALL (S.T.). Utilisation d'*Acacia albida* et de *Calotropis procera* pour améliorer la ration des petits ruminants au Sénégal. In : WILSON (R.T.), MELAKU (A.), eds. African small ruminant research and development. Addis Abeba, ILCA, 1989. P. 155-167.
6. GROUZIS (M.), SICOT (M.). A method for the phenological study of browse population in the Sahel : the influence of some ecological factors. In : LE HOUÉROU (H.N.), ed. Browse in Africa : the current stage of knowledge. Addis Ababa, ILCA, 1980. P. 233-240.
7. GUERIN (H.). Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudaniens. Étude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. Thèse doct.-ing. agronome, Montpellier, ENSAM, 1987. 211 p.
8. GUERIN (H.), FRIOT (D.), M'BAYE (N.), RICHARD (D.), DIENG (A.). Régime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant les parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essais de description du régime par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation des choix alimentaires et conséquences nutritionnelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (4) : 427-440.
9. HARRINGTON (G.), WILSON (A.D.). Method of measuring secondary production from browse. In : LE HOUÉROU (H.N.), ed. Browse in Africa : the current stage of knowledge. Addis-Abeba, ILCA, 1980. P. 255-260.
10. KONÉ (A.R.), GUERIN (H.), RICHARD (D.). Contribution à la mise au point d'une méthode d'étude de la valeur nutritive des fourrages ligneux. Maisons-Alfort, IEMVT, 1989. P. 789-809 (Études et synthèses, n° 30).
11. KONÉ (A.R.), RICHARD (D.), GUERIN (H.). Teneur en constituants pariétaux et en matières azotées de ligneux fourragers d'Afrique occidentale. In : XVI^e congrès international des herbages, 4-11 octobre 1989, Nice, France. Versailles, Association française pour la production fourragère, 1989. Vol. II, p. 947-948.
12. LAMPREY (H.F.), HERLOCKER (D.J.), FIELD (C.R.). Report on the stage of knowledge of browse in West Africa. In : LE HOUÉROU (H.N.), ed. Browse in Africa : the current stage of knowledge. Addis Abeba, ILCA, 1980. P. 33-54.
13. LE HOUÉROU (H.N.). Chemical composition and nutritive value of browse in tropical West Africa. In : LE HOUÉROU (H.N.), ed. Browse in Africa : the current stage of knowledge. Addis Ababa, ILCA, 1980. P. 261-289.
14. McLEOD. Plant tannins. Their role on forage quality. *Nutr. Abstr. Rev.*, 1974, **14** (11) : 803-815.
15. ORSKOV (E.R.). The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.*, 1980 (5) : 195-213.
16. REED (J.D.), HOVARTH (P.J.), ALLEN (M.S.), VAN SOEST (P.J.). Gravimetric determination of soluble phenolics including tannins from leaves by precipitation with trivalent ytterbium. *J. Sci. Fd Agric.*, 1985, **36** : 255-261.
17. RIVIERE (R.). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, Ministère de la Coopération, 1978. P. 472-481 (Manuels et précis d'élevage, n° 9).
18. STAT-ITCF. Programme informatique rédigé par les ingénieurs. Paris, ITCF.
19. TILLEY (J.M.A.), TERRY (R.A.). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld Soc.*, 1963 (18) : 104-107.
20. WOODWARD (A.), REED (J.D.). Influence des substances polyphénoliques sur la valeur nutritive des fourrages ligneux. Synthèse des recherches menées par le CIPEA. *Bull. CIPEA*, 1989, **35** : 2-13.

Utilisation directe des graines de coton décortiquées de variétés sans gossypol dans l'alimentation des poulets de chair en Côte-d'Ivoire

T. Yo^{1*}

YO (T.). Utilisation directe des graines de coton décortiquées de variétés sans gossypol dans l'alimentation des poulets de chair en Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 355-360

L'utilisation de graines de coton décortiquées sans gossypol (GCDSG) comme source de protéines et d'énergie dans l'alimentation des poulets de chair a été testée en comparant quatre rations contenant 0, 10, 15 ou 20 p 100 de GCDSG. Il n'y a pas eu d'effet significatif sur le gain de poids vif des animaux à 14, 28 et 42 jours d'âge. Sur l'ensemble de la période expérimentale (0-42 jours), le taux de GCDSG dans l'aliment n'a pas eu d'effet significatif sur la quantité ingérée. Cependant, le régime à 20 p. 100 de GCDSG a donné un indice de consommation plus élevé que ceux en contenant 10 ou 15 p. 100. Le taux de mortalité n'a pas été affecté, mais on observe une tendance à l'augmentation de la fréquence de malformations des pattes. Sur la base d'un prix théorique des GCDSG de 42,6 francs CFA/kg, l'incorporation dans la ration diminue le coût alimentaire et augmente la marge brute par animal pour les aliments contenant 10 ou 15 p. 100 de GCDSG. Celles-ci pourraient constituer une nouvelle ressource intéressante pour l'alimentation des volailles. *Mots clés* : Poulet de chair - Alimentation - Graine de coton - Efficience nutritionnelle - Gain de poids - Côte-d'Ivoire.

donné des résultats peu favorables avec les monogastriques. Ainsi, pour les porcs (6, 17) et les rats (6, 7), l'incorporation dans les rations de graines crues, entières ou décortiquées, a entraîné une chute des performances de croissance et une importante mortalité. L'utilisation chez les poules pondeuses d'aliments contenant 15 à 20 p. 100 de graines de coton a eu pour effet la diminution de l'ingestion alimentaire et du poids vif des poules, et une chute du taux de ponte (9). Contrairement à ces résultats, obtenus avec des graines à haute teneur en gossypol, l'utilisation des graines de coton glandless, en remplacement du maïs et du tourteau de soja, n'a pas eu d'effets négatifs sur le gain de poids des porcs et a permis d'améliorer leur indice de consommation (15).

De par leur teneur en lipides et en matières azotées, les graines de coton des variétés sans gossypol pourraient constituer une matière première intéressante pour l'alimentation des monogastriques.

INTRODUCTION

L'utilisation du tourteau de coton comme source de protéines dans l'alimentation des volailles est très répandue et a fait l'objet de nombreuses études (5, 16, 18, 19, 23). Des travaux récents ont montré qu'il est possible de remplacer, dans les régimes alimentaires pour volailles, le tourteau de soja par le tourteau de coton sans gossypol pourvu que l'on corrige sa faible teneur en lysine (3, 13, 20, 24).

L'expérience menée avait pour objectif de tester l'effet de l'incorporation, dans les rations, de la graine décortiquée sans gossypol (GCDSG) sur l'ingéré alimentaire, l'évolution pondérale et les performances économiques des poulets de chair de souche industrielle.

Si la graine de coton est largement utilisée dans l'alimentation des ruminants (4, 14, 25), il y a peu d'études concernant les monogastriques ; vraisemblablement en raison de l'effet néfaste du gossypol présent en quantité élevée dans les graines des variétés classiques. Les essais d'utilisation de ces graines ont généralement

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'essai a été réalisé à l'Institut des Savanes de Bouaké (Côte-d'Ivoire), du 5 juillet au 16 août 1990. Au cours de cette période, la température moyenne était de 23,8 °C et le taux d'humidité moyen de 88,6 p. 100.

Matériel

Six cent quatorze poussins d'un jour, de souche Vedette, pesant en moyenne 42 g, ont été répartis en 16 lots homogènes de 38-39 poussins et élevés dans des parquets de 6 m² chacun d'un poulailler au sol semi-ouvert. La litière était constituée par des balles de riz. Des graines de coton glandless (variété GL7) récoltées en 1989 ont été acquises après égrenage, puis décortiquées pour séparer la coque, essentiellement cellulosique, de l'amande. Le produit ainsi obtenu a été séché au soleil. Un échantillon a été ensuite prélevé pour l'analyse bromatologique suivant les méthodes décrites par l'AOAC (2). L'analyse chimique a donné la composition suivante par rapport à la matière sèche : 31,6 p. 100 de protéines brutes, 38,1 p. 100 de matières grasses, 10,8 p. 100 de cellulose brute et 5,6 p. 100 de cendres. La teneur en énergie métabolisable vraie, estimée suivant l'équation de SIBBALD (22), est d'environ 4 800 kcal/kg de MS.

1. Institut des Savanes (IDESSA), Département Élevage, BP 633, Bouaké, Côte-d'Ivoire.

* Avec la collaboration technique de Kouassi YA.

Reçu le 10.10.1990, accepté le 6.6.1991.

T. Yo

Quatre rations ont été formulées contenant 0 p. 100 (aliment témoin), 10, 15, 20 p. 100 de GCDSG. Pour qu'elles soient chimiquement isoénergétiques et isoazotées, l'incorporation progressive de GCDSG fut associée à une augmentation de la part du son de blé (25 francs CFA/kg) par substitution au maïs (55 francs CFA/kg) et à la farine de poisson (160 francs CFA/kg), sans recherche d'un optimum économique. Les teneurs en minéraux furent ajustées entre les traitements. En période de démarrage (0-28 jours), les aliments contenaient environ 3 000 kcal EM/kg d'aliment et 22,2 p. 100 de protéines. En période de croissance (29-42 jours), le taux de protéines dans les rations a été ramené à 20 p. 100. Des doses croissantes de lysine et de méthionine synthétiques ont été incorporées aux régimes contenant de la GCDSG pour en équilibrer les concentrations en acides aminés.

La composition des régimes alimentaires et leurs teneurs en nutriments, calculées suivant les données de l'INRA (11), sont indiquées aux tableaux I et II.

TABLEAU I Composition des aliments de démarrage (0-28 jours).

Taux de GCDSG (p. 100)	0	10	15	20
<i>Matières premières (p. 100)</i>				
Maïs	45	39,4	34,3	29
Farine de poisson*	18,9	14,4	12	9,5
Graine de coton	0	10	15	20
Remoulage de blé	3,6	3,8	5,9	8,1
Farine basse riz	20	20	20	20
Tourteau de coton	10	10	10	10
Huile de palme	1,1	0	0	0
Phosphate bicalcique	0,0	0,5	0,8	1,1
Carbonate de calcium	0,7	1,1	1,2	1,4
Sel de cuisine	0,2	0,2	0,2	0,2
Prémix**	0,4	0,4	0,4	0,4
Lysine	0,0	0,08	0,12	0,17
Méthionine	0,07	0,10	0,11	0,13
<i>Teneur en nutriments calculée**</i>				
Énergie (kcal EM/kg)	3 000	2 996	3 005	3 009
Protéines (N x 6,25) (p. 100)	22,2	22,2	22,2	22,2
Lysine (p. 100)	1,2	1,2	1,2	1,2
Méthionine (p. 100)	0,6	0,6	0,6	0,6
Acides aminés soufrés (p. 100)	0,9	0,9	0,9	0,9
Calcium (p. 100)	1,5	1,5	1,5	1,5
Phosphore disponible (p. 100)	0,6	0,6	0,6	0,6
Cellulose (p. 100)	3,6	4,5	5,1	5,7
Matières grasses (p. 100)	7,8	9,6	11	12,3
Prix (F CFA/kg)	70	67,5	66,2	65,6

* La farine de poisson utilisée contenait 21 p. cent de cendres, 57 p. cent de protéines et 4 p. cent de matière grasse. Sa teneur en EM a été estimée à 2 800 kcal/kg.

** Composition du prémix (par kg) : vit. A : 3 000 000 UI ; vit. E : 2 500 UI ; vit. B2 : 1 000 mg ; vit. D3 : 1 250 000 UI ; vit. K : 1 111 mg ; vit. B12 : 2 500 mg. Contient aussi : sulfate de cuivre, sulfate de fer, acide nicotinique, iodate de calcium, oxyde de manganèse, oxyde de zinc, chlorure de choline, sélénium.

*** Teneur en nutriments calculée suivant les données de l'INRA (11).

TABLEAU II Composition des aliments de croissance (29-42 jours).

Taux de GCDSG (p. 100)	0	10	15	20
<i>Matières premières (p. 100)</i>				
Maïs	54	42,7	37	31,9
Farine de poisson	14,9	10	7,2	5
Graine de coton	0	10	15	20
Remoulage de blé	0	5	8	10
Farine basse riz	20	20	20	20
Tourteau de coton	10	10	10	10
Phosphate bicalcique	0,5	1,2	1,4	1,7
Carbonate de calcium	0	0,3	0,5	0,5
Sel de cuisine	0,2	0,3	0,3	0,3
Prémix*	0,4	0,4	0,4	0,4
Lysine	0	0,05	0,10	0,15
Méthionine	0,05	0,09	0,10	0,10
<i>Teneur en nutriments calculée**</i>				
Énergie (kcal EM/kg)	3 006	3 003	3 002	3 014
Protéines (N x 6,25) (p. 100)	20,1	20,1	20,1	20,2
Lysine (p. 100)	1,0	1,0	1,0	1,0
Méthionine (p. 100)	0,5	0,5	0,5	0,5
Acides aminés soufrés (p. 100)	0,8	0,8	0,8	0,8
Calcium (p. 100)	1,1	1,1	1,1	1,0
Phosphore disponible (p. 100)	0,6	0,6	0,6	0,6
Cellulose (p. 100)	3,4	4,7	5,3	5,9
Matières grasses (p. 100)	6,7	9,4	10,7	12,0
Prix (F CFA/kg)	65,5	62,3	60,5	59,5

* Composition du prémix (par kg) : vit. A : 3 000 000 UI ; vit. E : 2 500 UI ; vit. B2 : 1 000 mg ; vit. D3 : 1 250 000 UI ; vit. K : 1 111 mg ; vit. B12 : 2 500 mg. Contient aussi : sulfate de cuivre, sulfate de fer, acide nicotinique, iodate de calcium, oxyde de manganèse, oxyde de zinc, chlorure de choline, sélénium.

** Teneur en nutriments calculée suivant les données de l'INRA (11).

Ces aliments ont été usinés sur la station, puis distribués aux poussins à raison de quatre parquets par traitement. Un dispositif en blocs a été adopté à l'intérieur du poulailler.

Méthode

Au cours des cinq premiers jours, un éclairage continu (lumière diurne + lumière artificielle nocturne) a été maintenu dans le poulailler. La durée totale d'éclairage a été réduite à 18 h par nyctémère en ramenant la durée de l'éclairage nocturne à 6 h. Une température de 32-35 °C était maintenue dans les parquets pendant la première semaine à l'aide d'un chauffage électrique. L'eau et l'aliment étaient disponibles à volonté. Des vaccinations ont été faites contre la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse à 5 et 25 jours d'âge et contre la maladie de Gumboro à 12 et 28 jours d'âge. Un anticoccidien a été administré dans l'eau de boisson à 12 et 27 jours d'âge pendant quatre jours consécutifs. A 14, 28 et 42 jours d'âge, les animaux ont été pesés individuellement.

A ces dates, la consommation d'aliment correspondant aux deux semaines précédentes a été mesurée pour chaque parquet. De même, les morts et les animaux présentant une malformation des pattes ont été dénombrés.

La graine de coton entière est livrée par les usines d'égrenage du coton aux huileries et éleveurs au prix de 23 francs CFA/kg. On pourrait donc estimer le prix de la graine décortiquée à 42,6 francs CFA/kg, étant donné que le rendement au décortiquage est en moyenne de 54 p. 100 (1). L'étude de la rentabilité économique des rations testées a été effectuée sur cette hypothèse de prix.

L'ensemble des données recueillies a été analysé à l'aide du programme STAT-ITCF en prenant en compte le facteur régime alimentaire (R) pour l'analyse du poids vif et des gains de poids (modèle 1), le régime alimentaire (R) et l'âge (A) pour l'analyse de l'ingéré alimentaire et l'indice de consommation (modèle 2). La prise en compte du facteur âge dans le modèle 2 permet de mesurer l'effet de l'interaction entre le régime alimentaire et l'âge des animaux sur l'ingéré alimentaire et l'indice de consommation.

Modèle 1 : $Y_{ik} = u + R_i + e_{ik}$

Modèle 2 : $Y_{ijk} = u + R_i + A_j + (R \times A)_{ij} + e_{ijk}$

u : moyenne générale ; R_i : effet de l'aliment i ; A_j : effet de l'âge j ; $(R \times A)_{ij}$: effet de l'interaction entre l'aliment i et l'âge j ; e_{ijk} : variation résiduelle.

En cas d'effets significatifs des facteurs étudiés, les moyennes des traitements sont comparées à l'aide du "multiple range test" de Newman et Keuls.

Les taux de mortalité et d'animaux présentant des malformations de pattes ont été comparés à l'aide du test de χ^2 .

RÉSULTATS

Performances zootechniques

Les résultats relatifs aux performances pondérales, à l'ingéré alimentaire, à l'indice de consommation, aux taux de mortalité et de malformations des pattes sont résumés dans les tableaux III et IV.

L'incorporation de GCDSG dans les rations de démarrage et de croissance à des taux de 10 à 20 p. 100 n'a pas eu d'effet significatif sur le poids et le gain de poids à 14, 28 ou 42 jours d'âge ($P > 0,05$). Le gain moyen quotidien (GMQ) augmente de 23 à 49 g entre le début et la fin de l'essai.

On observe un effet significatif de l'interaction entre l'âge et le régime alimentaire sur l'ingéré alimentaire et l'indice de consommation ($P < 0,01$). En effet, alors qu'au cours

TABLEAU III Performances pondérales, taux de mortalité et de malformation des pattes.

Taux de GCDSG (p. 100)	0	10	15	20
Poids vif*				
Poids départ (g)	42	42	42	42
Poids à 14 jours (g)	348 ^a	362 ^a	367 ^a	357 ^a
Poids à 28 jours (g)	973 ^a	994 ^a	992 ^a	952 ^a
Poids à 42 jours (g)	1 653 ^a	1 677 ^a	1 699 ^a	1 618 ^a
Taux de mortalité (p. 100)	5,2 ^a	1,3 ^a	3,9 ^a	5,2 ^a
Handicapés** (p. 100)	3,2 ^a	4,6 ^a	6,6 ^a	7,1 ^a

* Les moyennes figurant sur la même ligne et portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).
** Poulets présentant une malformation quelconque des pattes.

TABLEAU IV Ingéré alimentaire et indice de consommation.

Taux de GCDSG (p. 100)	0	10	15	20
Consommation d'aliments				
0-14 jours (g)	491 ^a	525 ^a	507 ^a	480 ^a
15-28 jours (g)	1 638 ^a	1 576 ^a	1 448 ^{ab}	1 350 ^b
29-42 jours (g)	2 074 ^a	2 060 ^a	2 176 ^a	2 476 ^b
0-28 jours (g)	2 142 ^a	2 101 ^a	1 953 ^a	1 827 ^a
0-42 jours (g)	4 216 ^a	4 162 ^a	4 129 ^a	4 303 ^a
Indice de consommation (g aliment/g gain de poids)				
0-14 jours	1,62 ^a	1,64 ^a	1,56 ^a	1,52 ^a
15-28 jours	2,66 ^a	2,50 ^{ab}	2,32 ^b	2,27 ^b
29-42 jours	3,06 ^a	3,02 ^a	3,08 ^a	3,75 ^b
0-28 jours	2,30 ^a	2,21 ^a	2,06 ^b	2,01 ^b
0-42 jours	2,62 ^{ab}	2,53 ^a	2,49 ^a	2,73 ^b

des deux premières semaines le taux de GCDSG n'a pas eu d'effet significatif sur l'ingestion alimentaire et l'indice de consommation ($P > 0,05$), on observe en seconde période (15-28 j) que les animaux recevant le régime à 20 p. 100 ingèrent moins d'aliment et ont un meilleur indice de consommation que ceux qui consomment la ration témoin ($P < 0,01$). Cet avantage est toutefois compensé au cours de la période suivante (29-42 j) par une consommation d'aliment et un indice de consommation plus élevés ($P < 0,05$).

Sur l'ensemble de la période expérimentale (0-42 j), l'incorporation de GCDSG n'a pas eu d'effet significatif sur la quantité d'aliment ingérée ($P > 0,05$). Le régime en contenant 20 p. 100 a cependant donné un indice de consommation plus élevé que ceux à 10 ou 15 p. 100.

Les taux de mortalité observés sont de 5,2 p. 100 pour les régimes à 0 et 20 p. 100 et de 1,3 et 3,9 p. 100, respectivement, pour ceux avec 10 et 15 p. 100 de GCDSG. Les différences entre traitements ne sont pas significa-

T. Yo

tives ($P > 0,05$). Le nombre de poulets présentant une malformation des pattes tend à augmenter avec le taux d'incorporation de GCDSG, passant de 3,3 p. 100 pour l'aliment témoin à 4,6, 6,6 et 7,1 p. 100, respectivement, pour les aliments contenant 10, 15 et 20 p. 100 de GCDSG. Toutefois, les différences entre traitements ne sont pas significatives ($P > 0,05$).

Évaluation économique de l'utilisation de GCDSG

Sur la base d'un prix de la GCDSG de 42,6 francs CFA/kg, on observe que l'augmentation du taux de graines dans la ration, en substitution au maïs et à la farine de poisson, entraîne une diminution du coût de l'aliment (tabl. I et II). Le calcul de la marge brute a été effectué en supposant que les animaux présentant des malformations des pattes sont systématiquement écartés de la commercialisation, qui s'effectue sur pied. Sur cette base, on observe que l'utilisation d'aliment contenant 10 à 20 p. 100 de GCDSG permet de diminuer le coût alimentaire ; cependant, seuls les aliments en contenant 10 ou 15 p. 100 ont permis d'augmenter la marge brute par poussin démarré, par rapport à l'aliment témoin (tabl. V).

TABEAU V Évaluation économique.

Taux de GCDSG (p. 100)	0	10	15	20
Total poussins départ	155	153	152	154
Coût total poussins (185 F CFA/poussin)	28 675	28 305	28 120	28 490
Coût total aliment	42 008	40 677	38 066	38 917
Coût total aliment + poussins	70 683	68 982	66 186	67 407
Morts	8	2	6	8
Handicapés*	5	7	10	11
Nbre poulets commercialisés	142	144	136	135
Poids moyen (kg)	1,653	1,677	1,699	1,618
Recettes vente (600 F/kg)	140 836	144 893	138 638	131 058
Marge brute sur coût aliment + poussins	70 153	75 911	72 452	63 651
Marge brute par poussin départ	453	496	477	413

* Poulets présentant une malformation quelconque des pattes.

DISCUSSION

Les performances pondérales acceptables réalisées au cours de cette étude avec des rations contenant des taux élevés de GCDSG crues montrent que ce produit est bien

valorisé par les poulets de chair. Ces résultats confirment ceux obtenus chez les porcs par LARUE *et al.* (15) et suggèrent que les mauvaises performances observées par les autres auteurs avec des graines de variétés classiques (6, 7, 9, 17) pourraient être dues à la présence de gossypol dans ces graines.

L'inclusion, dans les formules alimentaires, de GCDSG a entraîné une augmentation du taux de matières grasses (MG) atteignant 12 p. 100 dans les régimes à 20 p. 100 de graines. Les performances réalisées montrent qu'en milieu tropical des taux élevés de MG peuvent être supportés sans inconvénients majeurs. Sur l'ensemble de la période expérimentale, la consommation alimentaire et le gain de poids vif n'ont pas été significativement affectés par la présence de GCDSG dans l'aliment. Cependant, au cours de la période 15-28 j, on a observé un effet significativement favorable de la GCDSG sur l'indice de consommation. Ceci pourrait être attribué à un effet extracalorique de la graisse contenue dans la graine, ou à une sous-évaluation de la valeur énergétique réelle de ces régimes. En effet, certains auteurs ont observé que l'incorporation d'huile, d'origine végétale ou animale, dans des rations isoénergétiques permettait d'améliorer le gain de poids et l'indice de consommation (12) par un "effet extracalorique" de l'huile sur l'utilisation des nutriments de la ration (8, 21). Cependant, cet effet favorable de la GCDSG n'a pu être mis en évidence au cours de la période suivante (29-42 j) pour les régimes à 10 ou 15 p. 100 de GCDSG. Pour la ration à 20 p. 100, on a noté, au cours de cette période, une ingestion alimentaire plus élevée et une diminution significative de l'efficacité de conversion de l'aliment. Ce résultat, quelque peu hétérogène et inattendu, semble indiquer que les niveaux énergétiques effectifs des rations alimentaires utilisées au cours de cette période (29-42 j) n'étaient pas identiques, ce qui pourrait provenir d'une erreur de fabrication, de formulation ou d'évaluation des matières premières.

On a observé que la fréquence des malformations de pattes tend à s'accroître ($P > 0,05$) avec l'augmentation du taux de GCDSG. Bien que non significative, cette augmentation semble suggérer que l'incorporation de GCDSG dans l'aliment réduit l'assimilation des éléments minéraux et ce d'autant plus que le taux d'incorporation est élevé. KENSETT *et al.* (12) ont observé que l'augmentation du taux de MG dans la ration entraîne une diminution de la fixation du phosphore et du calcium dans le tibia des poulets âgés de quatre semaines. De même, GRIFFITH *et al.* (10) ont montré que la digestibilité du calcium diminuait fortement avec un aliment contenant un taux élevé de MG.

Ces différents résultats suggèrent qu'une étude approfondie doit être menée afin de mieux connaître la valeur nutritive effective de la GCDSG, et son effet à des taux élevés dans des régimes alimentaires proposés à différentes phases de croissance des poulets de chair.

L'étude économique succincte réalisée sur la base du prix de vente des graines de coton (23 francs CFA/kg) actuellement pratiqué par les usines d'égrenage de la Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Textiles (CIDT) permet de penser que la graine de coton pourrait être valorisée de manière rentable dans l'alimentation animale. Toutefois, l'intérêt macro-économique d'une telle utilisation est fonction des possibilités alternatives de valorisation, notamment dans les huileries.

CONCLUSION

Dans l'ensemble, les résultats obtenus montrent que la graine de coton décortiquée issue de variétés sans gossypol pourrait constituer une nouvelle ressource alimentaire de bonne valeur nutritive pour les monogastriques.

YO (T.). Use of dehulled glandless cottonseed (DGCS) in broiler diets in Côte-d'Ivoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 355-360

The use of dehulled glandless cottonseed (DGCS) as protein and energy sources in broiler diets was tested comparing four diets with either 0, 10, 15 or 20 % DGCS. No significant effect on the live weight gain in the broilers was noted at 14, 28, 42 days of age. For the whole experimental period (0-42 days), the feed intake was not affected by the level of DGCS in the feed. However, the feed conversion ratio was higher for the diet with 20 % compared with those containing 10 or 15 %. Mortality rate was not affected but the number of birds with leg abnormalities tended to increase with DGCS level in the diet. For a DGSC price of 42.6 F CFA/kg, its inclusion in the diet caused a decrease in feed costs and an increase in the gross margin per animal for chicks fed 10 or 15 % DGCS. This product may constitute a new feed ingredient that can be advantageous in poultry feeding. *Key words* : Broiler chicken - Feeding - Cottonseed - Feed efficiency - Live weight gain - Côte-d'Ivoire.

Son utilisation offre la possibilité de formuler des rations hautement énergétiques. La vulgarisation actuelle des variétés glandless devrait permettre, à terme, de disposer d'importantes quantités de graines dont une partie plus ou moins importante pourrait être valorisée dans l'alimentation animale. L'intérêt économique de son utilisation pour les volailles sera fonction de son prix de cession.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier les responsables du département des cultures industrielles de l'IDESSA et particulièrement M. Yougo OURAGA pour avoir bien voulu mettre à notre disposition la matière première utilisée au cours de cette étude.

YO (T.). Utilización directa de semillas de algodón descascarilladas de variedades sin gossipol en la alimentación de pollos de engorde en Costa de Marfil. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 355-360

Se comprobó la utilización de semillas de algodón descascarilladas sin gossipol (SADSG) como fuente de proteínas y de energía en la alimentación de pollos de engorde al comparar cuatro raciones conteniendo 0, 10, 15 o 20 p. 100 de SADSG. No se observó ningún efecto significativo sobre el aumento de peso vivo de los animales a 14, 28 y 42 días de edad. Durante los 42 días de la experimentación el porcentaje de SADSG en el pienso no tuvo efecto significativo sobre la cantidad ingerida. Sin embargo, con 20 p. 100 de SADSG, se obtuvo un índice de consumo superior al notado con 10 o 15 p. 100. La tasa de mortalidad no varió, sino se observó una tendencia a la aumentación de la frecuencia de malformaciones de las patas. A partir de un precio teórico de las SADSG de 42,6 francos CFA/kg, la incorporación en la ración disminuye el coste alimenticio y aumenta la ganancia bruta por animal para los piensos conteniendo 10 o 15 p 100 de SADSG. Éstas podrían constituir un nuevo recurso interesante para la alimentación de las aves de corral. *Palabras claves* : Pollo de engorde - Alimentación - Semilla de algodón - Eficiencia alimenticia - Aumento de peso - Costa de Marfil.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANCEY (G.), LETENNEUR (L.). Étude de l'utilisation rationnelle des sous-produits agro-industriels par l'élevage et l'aquaculture. Paris, SEDES, Maisons-Alfort, IEMVT, 1989. 466 p.
2. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis. 12 th ed. Washington, AOAC.
3. BESANCON (P.), HENRY (O.), ROUANET (J.M.). Valeur nutritionnelle comparée des farines délipidées de coton glandless et de soja. In : Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire. Actes du colloque IDESSA-CIDT-TRITURAF, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 26-27 novembre 1985. P. 97-110.
4. CALVET (H.). Graine et tourteau de coton en embouche intensive. In : Embouche intensive des bovins en pays tropicaux. Actes du colloque, Dakar, Sénégal, 4-8 décembre 1973. Maisons-Alfort, IEMVT, 1974. P. 63-68.
5. CAMPBELL (L.D.). Canola meal as a substitute for cottonseed meal in the diet of broiler chickens. *Nutr. Rep. Int.*, 1988, **37** : 371-377.

6. CLAWSON (A.J.), MANER (J.H.), GOMEZ (G.), MEJIA (O.), FLORES (Z.), BUITRAGO (J.). Unextracted cottonseed in diets for monogastric animals. 1. The effect of ferrous sulfate and calcium hydroxide in reducing gossypol toxicity. *J. Anim. Sci.*, 1975, **40** : 640-647.
7. CLAWSON (A.J.), MANER (J.H.), GOMEZ (G.), MEJIA (O.), FLORES (Z.), BUITRAGO (J.). Unextracted cottonseed in diets for monogastric animals. 2. The effect of boiling and oven vs sun drying following pretreatment with a ferrous sulfate solution. *J. Anim. Sci.*, 1975, **40** : 648-654.
8. DAGHIR (N.J.). Nutrients requirements of laying hens under high temperature conditions. In : Poultry production in hot climates. 2nd DLG Symposium, Goslar, Germany, June 16-18, 1985 P. 81-98.
9. FITZSIMMONS (R.C.), NEWCOMBE (M.), MOUL (I.E.). The long-term effects of feeding ground and whole cottonseed to laying hens. *Can. J. Anim. Sci.*, 1989, **69** : 425-429.
10. GRIFFITH (F.D.), GRAINGER (R.B.), BEGIR (J.J.). The effect of dietary fat and cellulose on apparent calcium digestibility in growing chickens. *Poult. Sci.*, 1961, **40** : 1492-1497.
11. INRA. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volaille. Paris, INRA, 1984. 282 p.
12. KENSETT (B.C.), HO (S.K.), TOUCHBURN (S.P.). Influence of level of dietary fat on the growth of dwarf chickens. *Poult. Sci.*, 1980, **59** : 2065-2070.
13. KOUAKOU (B.). Étude comparative du tourteau de soja et du tourteau de coton sans gossypol sur les performances des poulets de chair. Mém. fin études agron., Abidjan, ENSA, 1987. 48 p.
14. KUTCHES (A.J.), CHALUPA (W.), TREI (J.). Delinted cottonseed improves lactation responses. *Feedstuffs*, 1987, **17** : 16-17.
15. LARUE (C.), KNABE (D.A.), IZARD (R.S.), TANKSLEY (T.D.). Glandless cottonseed kernels for starter, grower and finisher swine. *J. Anim. Sci.*, 1987, **64** : 1051-1059.
16. MOHAMED (K.), LARBIER (M.), LECLERCQ (B.). A comparative study of the digestibility of soyabean and cottonseed meal amino acids in domestic chicks and muscovy ducklings. *Annls Zootech.*, 1986, **35** : 79-85.
17. NESER (J.A.), GRIMBECK (P.J.), LANGFORD (M.J.), NEL (P.W.). Gossypol poisoning in pigs. *J. S. Afr. vet. Ass.*, 1988, **59** : 104.
18. NJIKE (N.C.). Cottonseed meal as substitute for groundnut cake in the diet of baby chicks. *E. Afr. agric. For. J.*, 1975, **44** : 59-69.
19. NZEKWE (N.M.), OLOMU (J.M.). Cottonseed as substitute for groundnut meal in the ration of laying chickens and growing turkeys. *J. Anim. Prod. Res.*, 1984, **4** : 57-71.
20. RYAN (J.R.), KRATZER (F.H.), GRAU (C.R.), VOHRA (P.). Glandless cottonseed meal for laying and breeding hens and broiler chicks. *Poult. Sci.*, 1986, **65** : 949-955.
21. SCOTT (M.L.), NESHEIM (M.C.), YOUNG (R.J.). Nutrition of the chicken. 2nd ed. Ithaca, New York, Scott and Associates Publishers, 1976. 555 p.
22. SIBBALD (I.R.). The effect of dietary cellulose and sand on combined metabolic plus endogene energy and amino acid outputs of adult cockerels. *Poult. Sci.*, 1980, **59** : 836-844.
23. WALDROUP (P.W.). Cottonseed meal in poultry diets. *Feedstuffs*, 1981, **53** : 21-24.
24. YO (T.). Low gossypol cottonseed meal as a substitute for soybean meal in broiler diets. Bouaké, IDESSA-CE, 1990. 9 p. *Agribiologicae Research*, 1991, **44** (à paraître).
25. YO (T.), BOUCHEL (D.), KOUAO BROU (J.). Effets de différents niveaux de complémentation d'un fourrage vert (*Panicum maximum*) par la graine de coton mélassée sur la croissance de taurillons Baoulé en post-sevrage. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (4) : 529-534.

Communication

Note sur l'utilisation du tannate de berbérine (BertamixND) comme activateur de croissance dans l'élevage des porcs au Viêt-nam

N.P. Tuong ^{1*}

TUONG (N.P.). Note sur l'utilisation du tannate de berbérine (BertamixND) comme activateur de croissance dans l'élevage des porcs au Viêt-nam. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 361-362

Les auteurs présentent les résultats d'une étude sur l'effet du tannate de berbérine (BertamixND), comme activateur de croissance pour les porcs. Extrait de *Cossinium fenestratum* (Gaertn) Colebr. et de l'écorce du tronc de *Terminalia chebula* Retz, deux plantes largement disponibles au Viêt-nam. L'addition du BertamixND au taux de 5 p. 1000 dans le régime alimentaire de porcs âgés de 3 à 5 mois entraîne un gain de poids de 21 p. 100 et améliore l'indice de consommation de 17,3 p. 100 : soit une réduction de 0,76 UF/kg de gain de poids. Son intérêt pour accroître les performances de croissance chez le porc charcutier au Viêt-nam est discuté. *Mots clés* : Porc - Tannate de berbérine - Facteur de croissance - Indice de consommation - Viêt-nam.

Introduction

Le tannate de berbérine, encore appelé Bertamix^{ND**}, a été efficacement utilisé, dans les années 1984-1988, pour le traitement des diarrhées blanches des porcelets et de la diarrhée des porcs en général (1, 9). Par analogie avec les antibiotiques intestinaux qui, utilisés à faible dose comme additifs alimentaires, peuvent avoir un effet bénéfique sur la croissance et le développement des animaux, le BertamixND pourrait être considéré comme un activateur de croissance chez le porc. L'objectif de la présente note est de mettre en évidence l'intérêt de ce produit dans l'amélioration des performances de croissance des porcs au Viêt-nam.

Matériel et méthode

Le BertamixND

La préparation se présente sous la forme d'une poudre soluble de couleur brun-jaunâtre, obtenue après décoction de la tige de la plante vàng dảng, *Cossinium fenestratum* (Gaertn) Colebr. (Menispermaceae) et de l'écorce de la plante chiêu liêu, *Terminalia chebula* Retz (Combretaceae) (2, 5, 7, 8).

Les animaux

Les expériences ont été effectuées sur une durée de trois mois et à trois reprises sur les porcs de race locale Mong caï âgés de 3 à 5 mois. Les taux de BertamixND dans la ration journalière des cinq lots de porcs soumis à l'étude

sont les suivants : 1, 3, 5, 7 et 9 p. 1000. Les porcs du lot témoin recevaient une ration journalière sans addition de BertamixND. L'aliment de base contenait 3,030 kcal d'énergie métabolisable par kg et 123 g de protéines digestibles par kg (valeurs estimées).

Le pourcentage d'animaux atteints de diarrhée a été déterminé ainsi que leur gain de poids et leur consommation d'aliment.

Dans la présente note, les résultats exposés ne concernent que ceux de la dernière expérience.

Résultats

Les résultats enregistrés montrent que l'addition de BertamixND à l'aliment des porcs, à un taux approprié, se manifeste par une amélioration du gain de poids, largement due à la diminution du pourcentage d'animaux atteints de diarrhée. A partir du taux de 5 p. 1000 et au-dessus, ce syndrome disparaît (tabl. I).

Par ailleurs, on note que l'addition de BertamixND à la ration journalière des porcs, à des taux variant de 1 à 9 p. 1000, améliore la croissance et le rendement de 6 à 21 p. 100. Les meilleurs résultats sont obtenus avec le régime à 5 p. 1000 (tabl. II). En particulier, l'indice de

TABLEAU I Pourcentage des porcs atteints de diarrhée sous l'influence de l'addition du BertamixND dans la ration journalière.

Lots	n	Taux d'addition du Bertamix ND (p. 1 000)	Pourcentage des porcs atteints de diarrhée au cours de l'expérience		
			1 ^{er} mois	2 ^e mois	3 ^e mois
Lot témoin	5	0,0	80	60	40
Lot étudié I	5	1,0	60	40	20
Lot étudié II	5	3,0	20	0	0
Lot étudié III	5	5,0	0	0	0
Lot étudié IV	5	7,0	0	0	0
Lot étudié V	5	9,0	0	0	0

TABLEAU II Evolution du poids moyen (kg) des porcs avec l'âge (mois).

Bertamix (p. 1 000)	Mise en lot	1	2	3	Gain de poids (p. 100)
0,0	7,92	11,32	14,82	17,52	100
1,0	7,92	11,52	15,53	19,14	106
3,0	7,92	11,82	15,90	20,00	114
5,0	7,92	12,02	16,35	20,70	121
7,0	7,92	11,72	15,62	19,60	110
9,0	7,92	11,61	15,51	19,46	109

Exprimé en unités fourragères par kg de gain de poids, l'indice de consommation est de 4,39 pour le lot témoin et de 3,63 pour le lot recevant la ration contenant 5 p. 1000 de BertamixND.

¹. Centre d'Application de la Science et de la Technique, Danang, Viêt-nam.

* Adresse actuelle : 3-5 Tran Quy Cap, Danang, Viêt-nam.

Reçu le 12.9.1989, accepté le 21.5.1991.

** Bertamix : ND. Entreprise pharmaceutique n° 34, Viêt-nam.

Communication

consommation ("feed conversion factor") montre une réduction de 0,76 unité fourragère/kg de gain de poids par rapport au témoin, correspondant à 17,3 p. 100.

Discussion

L'addition de BertamixND au taux de 5 p. 1000 dans la ration journalière des porcs âgés de 3 à 5 mois induit un effet activateur de croissance semblable à celui des antibiotiques. L'effet stimulant du produit sur la croissance est sans doute dû à la berbérine et aux six autres alcaloïdes extraits de *Cossinium fenestratum*, dont la palmitine et la jatrorrhizine, qui sont des antibactériens remarquables (1, 3, 4, 5, 9). L'acide pyrogallique extrait de l'écorce de *Terminalia chebula* est doué d'une propriété bactériostatique et antidiarrhéique qui contribue à renforcer l'effet activateur de croissance des autres alcaloïdes mentionnés. Enfin, la berbérine neutralise les toxines des bactéries intestinales comme l'endotoxine de *Vibrio pestis*, découverte en 1966 par M. MEKAWI (6).

Conclusion

Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives pour la promotion de l'élevage des porcs charcutiers au Viêt-nam.

TUONG (N.P.). Note on the use of berberine tannate (BertamixND) for increasing the productivity of meat yielding in pig breeding in Vietnam. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **41** (3) : 361-362

The author presents the results of a study on the effect on indigenous pigs of berberine tannate (bertamix), a growth promotor extracted from *Cossinium fenestratum* (Gaertn) Colebr. and trunk bark of *Terminalia che-*

bula Retz which are available in large amount in Vietnam. The addition of BertamixND at the rate of 5 p. 1000 in the diet for the pigs aged 3-5 months improves the weight gain by 21 % and feed conversion by 17,3 % with a reduction of 0.76 forage unit/kg of weight increase. The interest of use BertamixND as a growth promotor for meat pigs in Vietnam is discussed. **Key words** : Pig - Berberine tannate - Growth promotor - Feed conversion factor - Vietnam.

Bibliographie

1. HUNG (T.M.) *et al.* La palmitine. Ses propriétés antibiotiques et son effet dans le traitement de la diarrhée blanche des porcelets. *Revue Sci. Tech. agric.*, Hanoi, 1981, **1** : 38-40. *En vietnamien.*
2. LIEM (N.). Contribution à la recherche sur la botanique et la chimie de *Cossinium fenestratum*. Thèse ès Sciences, Univ. Hanoi, 1982. *En vietnamien.*
3. LIEM (N.) *et al.* Recherches sur le tannate de berbérine chez quelques plantes médicinales du Viêt-nam. *Revue Univ. militaire*, Hanoi, 1979, **19** : 12-19. *En vietnamien.*
4. LIEM (N.) *et al.* Identification des alcaloïdes du Vàng Dáng (*Cossinium fenestratum*). *Revue pharm. Viêt-nam*, Hanoi, 1985. P. 68-78 (numéro annuel).
5. LOI (D.T.). Les médicaments et les plantes médicinales du Vietnam. Hanoi, Ed. Sciences et Techniques, 1981. *En vietnamien.*
6. MEKAWI (M.). Effect of berberine alkaloid on *Vibrio cholerae* and its endotoxine. *J. Egypt. Bull. Ass.*, 1966, **49** : 554-558.
7. TAP (N.). Caractéristiques géobiologiques du Vàng Dáng (*Cossinium fenestratum*) au Viêt-nam. *Revue Pharm. Viêt-nam*, Hanoi, 1985. P. 42-49. (numéro annuel).
8. TUONG (N.P.). Production de médicaments et accélérateur de croissance à partir des plantes médicinales autochtones et leur utilisation dans l'élevage des porcs. *J. Quangnam Danang*, 1988, **16** : 2-3. *En vietnamien.*
9. TUONG (N.P.) *et al.* Effet thérapeutique des formes pharmaceutiques de *Cossinium fenestratum* sur la diarrhée blanche des porcelets et la diarrhée des porcs. *Revue Sci. Tech. agric.*, Hanoi, 1986, **9** : 417-421. *En vietnamien.*

Régénération des plaines à *Panicum laetum* dans le Gourma malien

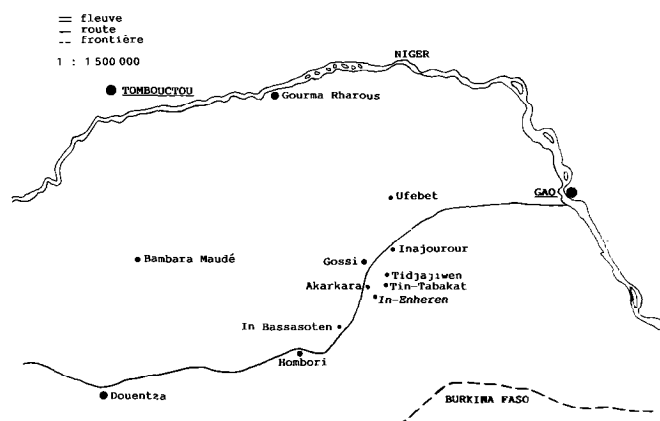
J.B. Aune¹

AUNE (J.B.). Régénération des plaines à *Panicum laetum* dans le Gourma malien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 363-372

Panicum laetum (fonio sauvage) est une graminée annuelle dont les semences sont utilisées comme aliment. Après les années de sécheresse récentes dans le Gourma, au Mali, beaucoup de plaines se sont dégradées. Le but principal de cette étude a été de trouver une méthode pour régénérer les plaines à *Panicum laetum*. Les résultats font apparaître que, sur les plaines dégradées, il reste peu de semences. Les essais sur le terrain ont montré que, techniquement, il est possible de régénérer les plaines à fonio sauvage. La méthode qui a donné le meilleur résultat est celle du semis suivi d'un travail à la houe. Cependant, un travail à la houe seul peut aussi faciliter la régénération. Le travail du sol améliore la levée et augmente la croissance des plantes. Le semis en poquets n'a pas donné de résultats satisfaisants. Bien que la méthode "semis et travail du sol à sec" soit exigeante en main-d'œuvre, la productivité de 2,0 kg de grains par heure de travail indique que la méthode peut être opérationnelle à grande échelle. **Mots clés** : *Panicum laetum* - Restauration couverture végétale - Travail du sol - Mali.

INTRODUCTION

L'étude fut menée au Mali, dans le Gourma (carte 1). Cette zone est caractérisée par une pluviométrie moyenne de 150 à 350 mm (11), avec une variabilité interannuelle importante. La plus grande partie des pluies tombe pendant les mois de juillet, août et septembre.



Carte 1 : Gourma malien.

1. Department of Crop Science, Agricultural University of Norway, Box 41, 1432 Ås-NLH, Norvège.

Reçu le 10.9.1990, accepté le 4.5.1991.

L'espèce considérée ici, le fonio sauvage (*Panicum laetum* Kunth), croît dans toute la zone sahélienne, du Sénégal à l'Éthiopie (10). C'est une graminée annuelle qui peut atteindre une hauteur de 30 à 60 cm. La panicule de l'inflorescence est longue de 7,5 à 15 cm, le caryopse est elliptique, jaunâtre et long de 1,5 m (10). L'appellation "fonio" dans cet article ne concernera que *Panicum laetum*.

Le fonio pousse en général dans des dépressions limono-argileuses souvent temporairement inondées. Ses besoins hydriques sont satisfaits par les pluies et les eaux de ruissellement. Ces dernières peuvent provenir de bassins versants éloignés de plusieurs kilomètres et constituent l'apport majeur pour le développement de la plante.

Le fonio pousse parfois en peuplement dense, constituant alors des prairies continues et étendues. Il serait capable de fleurir toute l'année selon l'humidité (1) et la pâture ne compromet pas sa reproduction (6).

La récolte du fonio s'effectue en deux étapes. Dans un premier temps, la récolte est effectuée en balançant à la hauteur des inflorescences un panier spécialement conçu pour recueillir les grains détachés par le mouvement (photo 1). Ensuite, lorsque les grains restés sont mûrs et tombent à terre, le sol est balayé après la fauche de la paille (photo 2) pour les récolter. Les grains mêlés à la terre sont ensuite épurés par vannage. Une partie non négligeable reste à terre et sert alors de semence pour l'année suivante. Au Gourma, la récolte peut commencer en août et durer jusqu'en novembre.



Photo 1 : Homme en train d'effectuer la récolte au panier.



Photo 2 : Femme en train de balayer une plaine à fonio.

Les grains sont importants pour l'alimentation de la population du Gourma et le surplus obtenu est vendu sur les marchés locaux (9).

A la demande de l'Aide de l'Église Norvégienne (AEN), le Federal Institute for Geoscience and Natural Resources a fait une étude sur les conditions pédologiques de deux plaines à fonio (tabl. I). En se fondant sur ces informations, on peut conclure que la fertilité du sol à Tin-Tabakat est moyenne et qu'elle est faible à Akarkara. Le pH est faiblement acide. Les caractéristiques physiques de ces deux localités sont moins favorables que les conditions chimiques en raison de la croûte qui se forme en surface, empêchant l'infiltration de l'eau et provoquant

TABLEAU I Analyses chimiques et physiques des sols de deux plaines à fonio. D'après Hoffmann (8).

	Tin-Tabakat		Akarkara	
	0-4 cm	4-35 cm	0-10 cm	10-39 cm
pH (KCl)	5,3	4,8	4,9	6,0
Carbone org. (p. 100)	0,63	0,33	0,83	0,38
P acc. (ppm)	16	13	15	11,1
CEC (mé/100 g)	13,6	12,2	9,6	8,0
Ca ²⁺ éch. (mé/100 g)	6,9	6,7	4,8	5,1
Mg ²⁺ éch. (mé/100 g)	3,5	3,4	2,4	2,9
K ⁺ éch. (mé/100 g)	1,0	0,3	0,7	0,2
Na ⁺ éch. (mé/100 g)	< 0,1	0,1	< 0,1	0,1
Base saturation (p. 100)	83	86	82	100
Sable (p. 100)	3	18	27	41
Limon (p. 100)	54	35	53	37
Argile (p. 100)	43	47	20	22
Densité du sol	1,40	1,58	1,46	1,63
Porosité (p. 100)	47,0	40,3	44,8	38,4
Texture	Argile limoneuse	Argile	Limon fin	Limon

CEC = capacité d'échange de cations.

le ruissellement. La texture trouvée indique que le sol, dans les deux cas, a probablement une rétention d'eau assez forte (8).

Suite aux dernières années de sécheresse, beaucoup de plaines à fonio se sont dégradées, surtout celles qui ne retiennent pas longtemps l'eau de ruissellement. Cette étude se propose d'analyser les facteurs qui influencent le rendement du fonio afin de mettre au point une méthode de régénération des plaines dégradées.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Un test de germination a été effectué pour évaluer la qualité des semences de fonio utilisées pour la régénération. Des échantillons de semences, d'origines diverses, ont été achetés sur le marché de Gossi. Leur pourcentage de germination a été testé en boîte de Petri. Il a été réalisé quatre parallèles (une boîte de Pétri = un parallèle) par échantillon, chaque parallèle comportant 50 graines. Au début de l'essai, chaque boîte a reçu 2,5 cm³ d'eau, et les jours suivants 2 cm³ d'eau par jour ont été ajoutés, assurant une humidification suffisante pour la germination. L'eau utilisée était bouillie puis refroidie. Le soleil était la seule source de lumière. Les résultats furent relevés huit jours après la mise en germination.

Pour déterminer la quantité de semences présente dans le sol, des échantillons furent prélevés sous forme de 10 carrés mesurant 20 x 20 cm, pris au hasard sur la plaine étudiée. Les deux premiers centimètres du sol furent prélevés à l'emplacement des carrés. A partir de chaque échantillon, 450 et 500 g de sol ont, respectivement, été utilisés pour déterminer la quantité de semences restant dans le sol en 1987 et 1988. A cet effet, une couche de sable fut placée au fond de sachets en plastique et, pour chaque sachet, un échantillon, corrigé par le poids, fut dispersé sur la couche de sable. Les sachets furent placés de manière aléatoire dans une cour et arrosés deux fois par jour. La germination du fonio, ainsi que celle d'autres espèces, a été enregistrée en 1987 et en 1988. Le nombre de jours jusqu'à la floraison fut déterminé en 1987. Pour connaître la précocité du fonio, les sachets ayant plus de 10 plantes par poquet furent démariés, à raison de 10 plantes par poquet, et le moment où 50 p. 100 des plantes atteignirent la floraison fut noté. La levée naturelle, déterminée par l'observation de 10 carrés mesurant 0,5 x 0,5 m, fut également enregistrée tout près de la localité d'où proviennent les échantillons.

Des essais sur le terrain furent menés pour trouver une méthode de régénération des plaines à fonio. Le dispositif expérimental fut celui du bloc de Fischer à trois répétitions. Pour diminuer l'erreur expérimentale, les blocs furent orientés perpendiculairement à la pente, formant ainsi une seule ligne, de façon à éviter qu'un bloc placé en amont d'un autre puisse influencer les conditions

hydriques du bloc placé en aval par action sur le ruissellement. En 1987, les parcelles contenues dans les blocs avaient une dimension de 2,5 x 8 m. La distance entre les parcelles était de 0,5 m. En 1988, chaque parcelle avait une dimension de 3 x 8 m et l'écartement entre parcelles était de 0,75 m pour l'essai à Tin-Tabakat, et de 0,5 m dans les autres. L'écartement entre les blocs était de 2 m pour les deux années.

Au total, dix méthodes de régénération ont été testées. Lorsqu'une méthode comportait un labour, celui-ci était effectué à la houe. Les méthodes se décomposaient comme suit :

1. Témoin, sans travail du sol et sans semis.
2. Semis en poquets sur un sol sec. En 1987, les poquets étaient distants de 40 cm dans les quatre directions cardinales. En 1988, l'écartement entre les poquets d'une même ligne était de 0,25 m et la distance entre les lignes de 0,5 m. Les poquets ont été confectionnés à l'aide d'une houe à une profondeur d'environ 2 cm. Les semences ont été mises dans les poquets et ces derniers piétinés.
3. Travail à la houe à sec, sans semis.
4. Semis et travail à la houe à sec. Les semences ont été semées à la volée et le semis a été suivi par un labour.
5. Semis et piétinement. Le semis a été effectué sur un sol humide, juste après le retrait d'une inondation. Le sol était à ce moment-là bien meuble et l'enfouissement des semences a été effectué par piétinement humain.
6. Semis dans les fissures du sol. Le sol de quelques-unes des plaines est craquelé à l'état sec. On peut émettre l'hypothèse que les semences sont protégées du ruissellement par le réseau de fissures. Le semis fut réalisé à la volée, suivi par un balayage de la parcelle, pour s'assurer que les grains tombaient dans les fissures.
7. Travail à la houe à l'état humide, sans semis.
8. Semis et travail à la houe à l'état humide. Un semis à la volée a été suivi d'un labour.
9. Semis en cuvettes de 0,5 m de côté et 4 à 6 cm de profondeur, creusées alors que le sol était humide. Les cuvettes étaient distantes les unes des autres de 0,5 m dans les quatre directions cardinales. Les semences furent placées dans chaque cuvette et recouvertes par une couche de sable d'une hauteur de 1 à 2 cm.
10. Semis à la volée sur un sol humide, sans labour.

Les plaines suivantes furent retenues en 1987 et en 1988 pour les essais de régénération (les traitements qui y furent effectués sont indiqués entre parenthèses) :

- In-Enheren, à 20 km au sud de Gossi, 1987 (1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10) ;
- In-Bassasoten, à 50 km au sud-ouest de Gossi, 1987 (1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10) ;

- Tin-Tabakat, à 20 km au sud-est de Gossi, 1987 (1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10) ;

- Akarkara, à 15 km au sud-ouest de Gossi, 1987 (1, 2, 4) ;

- Ufebet, à 50 km au nord-est de Gossi, 1987 (1, 2, 4) ;

- Tin-Tabakat, à 20 km au sud-est de Gossi, 1988 (1, 2, 3, 4, 5, 6) ;

- In-Enheren, à 20 km au sud de Gossi, 1988 (1, 2, 3, 4, 5) ;

- Tidjajiwen, à 15 km au sud de Gossi, 1988 (1, 2, 3, 4, 5) ;

- Inajourour, à 20 km à l'est de Gossi, 1988 (1, 2, 3, 4, 5).

Lorsque la même plaine fut retenue, à la fois en 1987 et en 1988, la localisation de l'essai sur la plaine fut différente. Les semis furent effectués à raison de 15 kg/ha en 1987 et de 40 kg/ha en 1988. La quantité de semences a été augmentée en 1988 pour obtenir une population plus dense que celle de 1987.

Les taux de germination pour les semences utilisées en 1987 et en 1988 sont, respectivement, de 32,7 et 25,5 p. 100. Ces taux sont calculés par un test en boîte de Petri. On note, cependant, que le pourcentage de germination est déterminé plus précisément pour la semence utilisée en 1987 que pour celle utilisée en 1988. Le taux de germination pour la semence utilisée en 1987 a été calculé en se fondant sur sept essais différents s'étalant du 13 mai au 6 août, alors qu'en 1988 il résulte d'un seul essai réalisé le 1er octobre.

La levée dans les essais de régénération fut déterminée par l'observation de dix carrés mesurant 0,5 x 0,5 m pris au hasard dans chaque parcelle ; le nombre de plantes de fonio dans chaque carré fut compté. La hauteur et le tallage des plantes furent déterminés par les mesures effectuées sur 20 plantes prises au hasard dans chaque parcelle.

Les rendements en grains furent déterminés d'abord par récolte au panier, puis deux à trois semaines plus tard par balayage de chaque parcelle. A Tin-Tabakat, seul le balayage fut réalisé car les grains étaient tombés à terre avant la récolte au panier. La paille et les grains ont été séchés avant d'être pesés.

Pour étudier l'influence des méthodes de régénération sur l'humidité du sol, trois échantillons de sol furent prélevés avec des cylindres ayant un volume de 100 cm³, pour chacune des trois répétitions des traitements étudiés. Les échantillons ont ensuite été pesés à l'état humide et à l'état sec.

Pour avoir une indication du nombre de personnes nécessaires à la réalisation des différentes méthodes, une étude annexe fut menée sur des parcelles de 700 m². L'essai fut réalisé sans répétition et avec trois hommes travaillant ensemble.

Les données des différents essais furent traitées avec des analyses de variance et de régression. L'effet des méthodes de régénération pour l'ensemble des sites sur une année fut testé contre l'interaction méthodes-localités, puis contre l'erreur résiduelle. Dans le cas d'une analyse effectuée sur deux années, l'effet des méthodes de régénération fut testé contre l'interaction méthodes-années. Le seuil pour lequel les résultats sont considérés comme significatifs est de 5 p. 100. Les niveaux de probabilité à 0,05, 0,01 et 0,001 sont respectivement indiqués par *, **, ***. L'abréviation n.s. signifie non significatif au niveau de probabilité de 0,05.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Différents aspects de la régénération sont examinés, à savoir la qualité des semences, la quantité de semences dans le sol, l'effet des traitements sur les conditions hydriques du sol, la levée dans les essais, le développement des plantes, les rendements en grains et en paille, le besoin de main-d'oeuvre et les méthodes à préconiser.

Qualité des semences

Avant de commencer les essais sur le terrain, il a été jugé nécessaire de réaliser une évaluation de la qualité des semences. De grandes différences sont apparues en ce qui concerne le pourcentage de germination. Le plus élevé a été de 47,0 p. 100 et le plus faible de 2,5 p. 100 (tabl. II).

Une relation linéaire entre le taux de germination et la date du semis a été recherchée, sans donner une relation significative. Néanmoins, le taux de germination a eu tendance à augmenter au cours de l'essai (tabl. II). Le résultat obtenu pour le premier semis s'est distingué des résultats obtenus pour les autres dates de semis, et c'est pourquoi la corrélation n'a pas été trouvée significative.

Un essai réalisé en conditions de terrain en 1987 indique qu'il existe une dormance dans les semences car la levée en 1988 s'est avérée aussi élevée que celle de 1987. Or, aucun semis n'a été réalisé sur ce terrain en 1988 (tabl. IV). Cette dormance peut contribuer de façon très importante à empêcher la dégradation des plaines à fonio car, même si la production grainière échoue entièrement une année, il restera, normalement, assez de semences pour assurer la germination l'année suivante.

Les résultats de ces essais démontrent qu'il est important de tester le taux de germination avant de procéder à une régénération par semis à grande échelle.

Quantité de semences dans le sol

La levée obtenue sur les échantillons de sol placés en pots et arrosés et celle obtenue sur les terrains d'où proviennent les échantillons ont été étudiées. Les résultats montrent que, sur les plaines dégradées, il reste peu de semences pouvant assurer un rétablissement du fonio (tabl. III). Sur les plaines non dégradées, la quantité de semences restant dans le sol peut être très élevée (429 semences germées par kg de sol). Lorsqu'il y a eu

TABLEAU II Pourcentage de germination des différents « écotypes », semés à des moments différents.

Écotype	Date de semis							
	13/5	27/5	11/6	25/6	9/7	24/7	6/8	Moyenne
Tezé	37,0	15,0	25,4	30,0	29,5	41,5	47,0	32,2
Fintrou	21,5	11,0	24,0	23,5	30,5	31,0	32,0	24,8
Hinené	4,0	2,5	4,5	7,0	8,0	11,5	9,5	6,7
In-Ejeren	27,5							
In-Enheren	36,0							
Betelon	23,5							
Engassivan			6,0					
In-Assin			5,5					
In-Abram			38,5					
Indiaman			32,0					
In-Garo			15,5					
Moyenne*	20,8	9,5	18,0	20,2	22,7	28,0	29,5	21,2
ppds 5 p. 100*	9,2	8,7	6,3	9,3	6,0	9,3	12,2	3,1

TABLEAU III Relation entre le nombre de semences germées par kg de sol sec dans des échantillons et la germination naturelle observée sur les plaines d'où proviennent les échantillons.

	Nbre de semences germées par kg de sol sec	Germination naturelle par m²
In-Alata	428,9	—
In-Enheren I	297,7	1 541,2
Tin-Tabakat I	28,7	826,4
Tin-Tabakat II	23,3	226,4
Ufebet I	19,7	162,0
Imbassasoten	14,2	194,0
Tin-Tabakat III	6,2	18,0
In-Enheren II	1,1	0,0
Ufebet II	0,6	6,0
Akarkara	0,0	0,0
Tidjajiwen I	0,0	1,7
Tidjajiwen II	0,0	1,3
ppds 5 p. 100	222,7	654,4

moins de 6,2 semences germées par kg de sol dans les échantillons, la germination naturelle n'a jamais dépassé 18 plantes par m². Les plaines ayant moins de 10 plantes par m² peuvent être considérées comme très dégradées. Si le nombre de plantes par m² peut atteindre environ 1 500, la plaine n'est pas dégradée. Celles ayant, dans cette étude, une levée comprise entre 100 et 300 plantes par m² peuvent être considérées comme peu dégradées mais, si plusieurs années de suite se révélaient déficitaires en eau, une dégradation totale pourrait en résulter.

Du fait que peu de plaines aient été étudiées en ce qui concerne la corrélation entre la germination des échantillons et la levée naturelle, il est difficile d'établir une relation fiable entre ces deux paramètres. A la lecture du tableau III, on remarque que la corrélation entre les deux paramètres cités n'est pas totale, mais, malgré tout, relativement bonne ($r^2 = 0,82^{***}$).

Relations entre le fonio et les espèces cohabitantes

Dans les échantillons arrosés artificiellement, d'autres espèces apparaissent. Parmi celles-ci, les plus courantes furent *Echinochloa colona* L. Link, *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv., *Corchorus tridens* L. et *Alysicarpus ovalifolius* (Schum.) J. Leonard. Des corrélations entre le nombre de plantes de fonio et le nombre de plantes de chacune de ces autres espèces ont été recherchées, sans donner de résultats fiables. Du fait que peu de plaines furent examinées, il est difficile d'établir une telle relation.

Effet du labour sur l'humidité, la densité apparente du sol et l'ensablement des plaines

Le travail du sol a augmenté son humidité et a diminué sa densité apparente dans l'essai mené à Tin-Tabakat en 1988 (fig. 1). Dans un sol à texture limono-argileuse près de Niamey, l'humidité du sol a aussi augmenté suite au travail du sol. Cependant, l'effet du labour a été nettement moins marqué l'année suivante (3).

Différentes hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'augmentation de l'humidité. Tout d'abord, le travail à la houe crée des aspérités à la surface du sol qui augmentent la capacité de stockage de l'eau à la surface, permettant un laps de temps plus important pour l'infiltration (7). Ensuite, le labour peut entraîner une augmentation de la porosité du sol. Les résultats indiquent qu'une

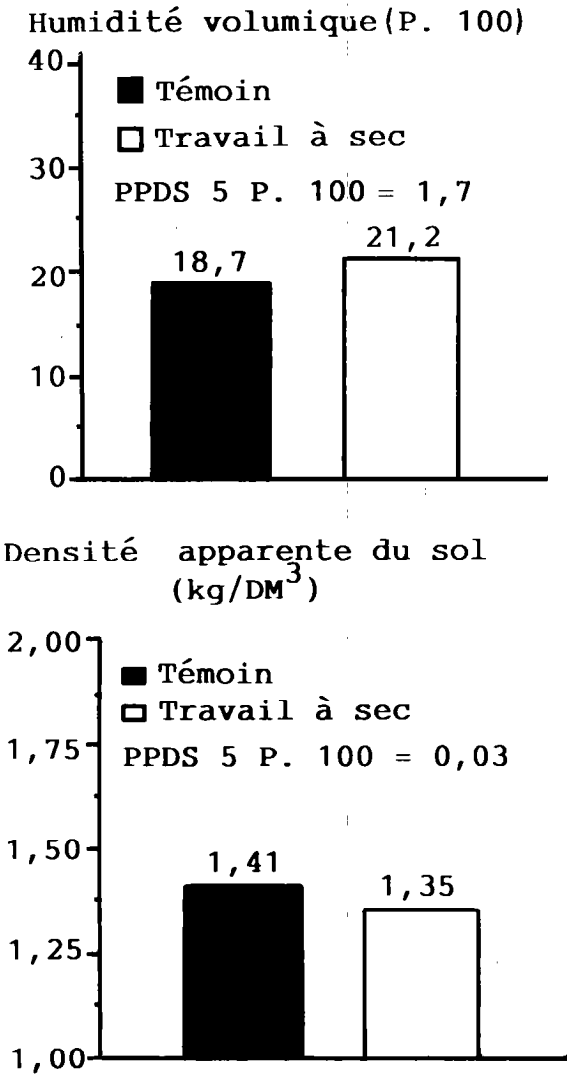


Fig. 1 : Effets des méthodes de régénération sur l'humidité volumique et sur la densité apparente du sol, à Tin-Tabakat en 1989.

telle modification a eu lieu, car la densité apparente du sol a été trouvée plus faible après le labour. Ceci permet au sol d'emmagasiner plus d'eau. Enfin, il existe dans le sol des pores contenant de l'air. Or, quand la surface est submergée d'eau, il faut que l'air dans le sol sorte afin que l'eau puisse y pénétrer. C'est en créant des aspérités à la surface que l'on facilite cette infiltration (5).

En 1987, il a été observé à Ufebet et à In-Enheren une accumulation de sable sur les parcelles labourées. Les aspérités créées par le labour avaient piégé ce sable au moment des tempêtes. Cette accumulation a été la plus prononcée à Ufebet, et la hauteur moyenne de sable atteignit 14 cm sur les parcelles labourées. En 1988, ces dunes avaient disparu.

La formation des dunes de sable sur les plaines à fonio peut rendre le balayage de celles-ci très difficile, car les grains sont mélangés au sable. Cependant, comme ce phénomène s'est produit sur seulement deux des neuf plaines étudiées et que les dunes avaient disparu l'année suivante, il ne représente pas un obstacle majeur à la technique du labour.

La levée dans les essais de régénération

Certaines méthodes de régénération, testées en 1987, ont nettement amélioré la levée des plantes (tabl. IV). Cependant, il faut souligner que l'effet des traitements 1, 2 et 3 n'est pas significatif pour l'ensemble des localités. Dans ce cas, c'est seulement l'interaction méthode (M) x localité (L) qui est significative. Ce résultat est dû à une période de sécheresse intervenue après la levée des plantes, tuant la totalité de celle-ci dans les parcelles semées à sec à In-Enheren avant que le dénombrement n'ait lieu. Sur ces parcelles, aucune deuxième vague de germination n'a été observée.

A In-Enheren, en 1987, la meilleure levée a été obtenue avec les méthodes du semis en cuvettes, du semis et piétinement et du semis et travail à l'état humide. La bonne levée dans les cuvettes pourrait être attribuée à de bonnes conditions hydriques dans celles-ci, car les cuvettes retiennent l'eau reçue après inondation. Aucune levée n'a été observée sur les parcelles semées à la volée. Ceci était prévisible car la surface du sol a séché très vite.

La levée en 1988 sur le terrain expérimental d'In-Enheren de 1987 fut enregistrée. Aucun travail n'avait alors été effectué sur ce terrain en 1988. Il ressort du dénombrement que l'effet des méthodes de régénération persiste encore en 1988 et qu'aucune levée n'a été observée sur le témoin, tout comme en 1987 (tabl. IV). Ce sont des semences qui n'ont pas germé en 1987 qui assurent la levée en 1988, parce que les plantes de ces parcelles, en 1987, n'ont pu atteindre leur maturité. Ce résultat met en évidence que l'effet des traitements peut durer au moins deux années.

Les résultats obtenus à Tin-Tabakat en 1987 sont moins nets que ceux des autres localités (tabl. IV). Le semis et piétinement est la méthode qui a donné le meilleur résultat. La levée enregistrée avec la méthode du semis en cuvettes a été très faible. Ceci s'explique par le fait que les plantes qui se trouvaient dans les cuvettes ont été noyées par une inondation survenue quand elles étaient encore jeunes.

A Akarkara et à Ufebet, le semis dans un sol humide n'a pu être effectué, en raison du manque d'eau. Les résultats sur ces sites mettent en évidence le caractère indispensable du semis pour obtenir une régénération des plaines à fonio (tabl. IV).

Les résultats de 1988 indiquent la même tendance que ceux de 1987 (tabl. V). Les densités obtenues après un semis ont été plus élevées en 1988 qu'en 1987, ce qui peut s'expliquer par de meilleures conditions hydriques et par l'augmentation de la quantité de semences cette année-là. Cependant, la densité la plus élevée notée au

TABEAU IV Nombre de plantes par m² observées suivant les différentes méthodes de régénération et dans les différentes localités en 1987.

Méthode de régénération	In-Enheren*	In-Enheren**	Tin-Tabakat	Akarkara	Ufebet	Moyenne***
1. Témoin	0,0	0,0	9,7	0,0	7,2	4,2
2. Semis en poquets	0,0	1,6	30,1	0,0	26,8	14,2
4. Semis et travail du sol à sec	0,0	1,6	17,6	26,1	120,9	41,5
5. Semis et piétinement	22,5	30,4	36,5			
7. Sans semis, travail à l'état humide	1,8	3,7	16,0			
8. Semis, travail à l'état humide	25,6	29,5	19,6			
9. Semis en cuvettes****	42,0	10,4	0,1			
10. Semis à la volée	0,0	0,0	18,6			
Moyenne	11,4	9,7	18,5	8,7	51,6	20,0
ppds 5 p. 100	20,1	16,1	10,4	n.s.	n.s.	n.s.
Interaction M x L						*

* Levée en 1987. ** Levée sur le même site en 1988. *** Moyenne de toutes les localités, sauf d'In-Enheren 1988. **** Mesuré dans les cuvettes.

TABLEAU V Nombre de plantes par m² observées suivant les différentes méthodes de régénération en 1988.

Méthode de régénération	Tin-Tabakat	In-Enheren	Tidjajiwen	Inajourour	Moyenne
1. Témoin	22,8	0,5	0,7	49,4	18,4
2. Semis en poquets	77,2	106,1	52,7	156,9	98,2
3. Sans semis, travail à sec	57,3	17,8	6,0	84,4	41,4
4. Semis et travail à sec	97,5	284,5	47,3	240,9	167,6
5. Semis et piétinement	63,1	4,4	36,9	99,8	50,8
6. Semis dans les fissures	25,2				
Moyenne	57,2	82,7	28,7	126,3	75,3
ppds 5 p. 100	35,9	31,0	15,2	n.s.	47,0
Interaction M x L					***

cours des essais est, de loin, inférieure à celle déterminée à In-Enheren, en 1987, sur une partie de la plaine non dégradée où une densité de 1 541 plantes/m² a été enregistrée (tabl. III). Pour l'ensemble des localités, en 1988, la meilleure levée fut celle avec la méthode du semis et labour à sec (167,6 plantes/m²) (tabl. V). On peut noter que la levée avec un semis en poquets (98,2 plantes/m²) a toujours été supérieure à la levée observée avec la méthode "sans semis, labour du sol à sec" (41,4 plantes/m²). Avec cette dernière méthode, la levée a eu tendance à être supérieure à celle du témoin (18,4 plantes/m²), bien que la différence ne soit pas significative. Dans une étude de régénération, avec d'autres espèces, sur sol limono-sableux au Burkina Faso, il a été montré qu'un labour du sol (avec une herse) a augmenté la levée et la survie des plantes (12).

Comme en 1987, l'interaction M x L a été trouvée significative. Il existe deux raisons à cela. D'une part, la quantité initiale des semences dans le sol est différente d'une localité à l'autre. L'effet du semis sur la levée est d'autant plus important que les plaines sont dégradées, comme à In-Enheren et Tidjajiwen. D'autre part, à Tidjajiwen, la levée a été relativement bonne avec le traitement "semis et piétinement" par rapport à celle obtenue avec la même méthode dans les autres localités. Ici, elle a été réalisée avec une humidité suffisante alors que dans les autres localités, en 1988, le sol n'était pas suffisamment humide pour effectuer le travail correctement.

A Tin-Tabakat, on remarque que la plaine n'est pas totalement dégradée car la levée enregistrée sur le témoin a été de 22,8 plantes/m² (tabl. V). La densité la plus élevée a été notée avec la méthode "semis et travail à sec", soit une densité de 97,5 plantes/m². Le semis en poquets a aussi donné un résultat assez bon. Le semis dans les fissures n'a pas entraîné d'augmentation des densités.

A In-Enheren, la méthode "semis et piétinement" n'a pas sensiblement augmenté la densité car le travail n'a pu être effectué en temps voulu. En effet, la réalisation de

cette méthode doit suivre immédiatement le retrait de l'eau. Ceci explique le meilleur résultat obtenu à Tidjajiwen.

Pour indiquer le taux de germination des semences, lors des essais en terrain pour In-Enheren et Tidjajiwen, avec le traitement "semis et travail à sec", on s'est basé sur le poids de 1 000 grains de semences. Le pourcentage trouvé en 1988 a été, respectivement, de 15,6 et 2,6 p. 100. Il est à remarquer qu'en 1988 le pourcentage de germination des semences testées en boîte de Petri, à savoir 25,5 p. 100, est assez proche de celui obtenu sur le terrain à In-Enheren, à savoir 15,6 p. 100.

Aucun effet significatif des traitements 1, 2 et 3 n'est apparu dans l'analyse pour l'ensemble des deux années.

Développement des plantes

La biomasse produite en 1987 sur les plaines étudiées a été très faible, car les pluies ont été insuffisantes. La production en grains a échoué, mais, pour se rendre compte de l'effet des différentes méthodes de régénération sur le développement des plantes, les observations portant sur la levée et le tallage ont été enregistrées (tabl. VI). A Ufebet, les plantes des parcelles travaillées se sont avérées nettement plus longues (25,3 cm) que celles des parcelles témoins (7,9 cm). Le labour a aussi augmenté le tallage, bien que ce résultat ne soit pas significatif. A In-Enheren, les plantes des parcelles travaillées en semis et piétinement ne se sont pas développées autant que celles des parcelles "semis et travail à l'état humide". Ce résultat pourrait s'expliquer par les meilleures conditions hydriques lorsque les parcelles ont été travaillées (fig. 1).

Le fonio sauvage est considéré par les autochtones comme une espèce ayant un cycle court. Un essai réalisé en pot en fait la preuve. En semant le 4 août 1987, le cycle du semis jusqu'à 50 p. 100 de floraison a été de 27 jours. L'hivernage est, au Gourma, de courte durée, et la précocité du fonio fait que celui-ci doit être considéré comme adapté aux conditions sahéliennes.

TABEAU VI Effets des méthodes de régénération sur la longueur des plantes et sur le tallage, à Ufebet et à In-Enheren, en 1987.

	Ufebet		In-Enheren
	Tallage (talles/plante)	Longueur (cm)	Longueur (cm)
1. Témoin	3,5	7,9	—
4. Semis et travail à sec	6,1	25,3	—
5. Semis et piétinement			10,2
6. Semis et travail à l'état humide			15,4
9. Semis dans les cuvettes			10,2
ppds 5 p. 100	n.s.	10,8	4,7

Rendements et indice de rendement

En 1988, un rendement en grains a été obtenu dans toutes les localités sauf à Tidjajiwen (tabl VII). L'effet des traitements est trouvé significatif dans toutes les localités sauf à In-Enheren. Pour l'ensemble des sites, le meilleur rendement a été obtenu avec la méthode "sans semis, travail à sec" (196,7 kg/ha). Il est à remarquer que la productivité avec le labour sans semis (99,6 kg/ha) est nettement plus élevée que sur le témoin (25,2 kg/ha) et avec le semis en poquets (41,0 kg/ha). Le semis et piétinement a échoué pour les raisons exposées précédemment. On remarque que le rendement total à Inajourour pour le semis et travail à sec a été de 385 kg/ha, ce qui peut être considéré comme satisfaisant. L'interaction M x L trouvée s'explique par les différences initiales de dégradation des plaines, comme expliqué plus haut.

TABEAU VII Rendement total en grains (rendement en panier + rendement balayé) suivant les différentes méthodes de régénération, en 1988 (kg/ha).

	Tin-Tabakat	In-Enheren	Inajourour	Moyenne
1. Témoin	1,1	0,0	73,2	24,8
2. Semis en poquets	1,4	0,2	121,3	41,0
3. Sans semis, travail à sec	43,6	31,8	223,3	99,6
4. Semis et travail à sec	57,2	147,9	385,0	196,7
5. Semis et piétinement	2,1	0,0	26,1	9,4
6. Semis dans les fissures	0,0	—	—	—
Moyenne	17,6	36,0	165,6	74,9
ppds 5 p. 100	44,9	n.s.	85,9	51,5
Interaction M x L				**

En comparant la levée (tabl. V) et le rendement en grains (tabl. VII), on s'aperçoit que la levée obtenue avec la méthode "sans semis, travail à sec" a été inférieure dans toutes les localités à celle obtenue avec le semis en poquets, et inversement en ce qui concerne le rendement en grains. Ceci pourrait s'expliquer, d'une part, par les meilleures conditions hydriques sur les parcelles labourées et, d'autre part, par la répartition hétérogène des semences sur les parcelles "semis en poquets". Les résultats du traitement "sans semis, travail à sec" montrent que, bien que la levée soit faible, un rendement relativement bon peut être obtenu quand les conditions hydriques le permettent. Il est donc possible que pour ces plaines un labour soit plus efficace qu'un semis pour obtenir une régénération. Dans une autre étude, réalisée au Mali sur d'autres espèces, il a aussi été montré que l'effet d'un semis en poquets a beaucoup varié (4).

Les chiffres concernant les rendements en grains doivent être interprétés avec précaution, car il a été difficile de les déterminer avec exactitude. Pour avoir un chiffre correct du rendement en panier, il faut effectuer plusieurs récoltes au fur et à mesure que les grains arrivent à maturité. Or, dans les essais réalisés ici, une seule récolte en panier a été effectuée pour chaque localité. Les chiffres des rendements balayés sont également incertains car des eaux de ruissellement sont survenues sur toutes les plaines après que les grains soient tombés à terre, en emmenant probablement une partie.

En raison des incertitudes liées aux chiffres du rendement en grains, il est utile d'étudier l'effet des méthodes de régénération en considérant les rendements en paille (tabl. VIII). En 1987, sur la parcelle travaillée à l'état sec, à Imbasassoten, il a été nettement plus élevé qu'avec les autres traitements (tabl. VIII). Le travail du sol à l'état humide n'a pas augmenté le rendement par rapport au témoin, probablement parce que le labour a perturbé la semence commençant à germer et parce que l'humidité du sol n'était pas propice à un bon labour.

Pour l'ensemble des sites, en 1988, les meilleurs rendements en paille ont été obtenus avec la méthode du semis et travail à sec suivie de la méthode du labour à sec, sans semis (tabl. VIII). La seule localité où le semis et piétinement a été effectué de manière convenable est Tidjajiwen, avec un résultat satisfaisant si l'on tient compte du fait que le semis a été effectué 42 jours après celui des autres méthodes. Ceci met en évidence la possibilité d'obtenir une régénération avec cette méthode, si le travail est fait au moment propice. Il en ressort que le semis dans les fissures n'a pas donné un résultat satisfaisant.

L'interaction M x L pour le rendement en paille est significative comme pour le rendement en grains. Les explications de cette interaction sont traitées dans la partie concernant la levée.

L'indice de rendement s'est révélé supérieur pour les parcelles où un labour avait été effectué (fig. 2). Seules celles labourées ont permis aux plantes d'achever leur cycle, en raison des meilleures conditions hydriques.

TABLEAU VIII Rendements en paille (kg/ha).

	1987	1988				
	Imba-sasoten	Tin-Tabakat	In-Enheren	Ina-jourour	Tidja-jiwen	Moyenne 1988
1. Témoin	689,4	119,9	0,0	1 527,2	2,6	410,4
2. Semis en poquets	—	435,5	28,2	1 724,9	69,3	564,6
3. Travail à sec sans semis	1 121,4	777,5	157,6	2 061,3	81,8	769,6
4. Semis et travail à sec	—	865,8	614,0	2 518,5	312,9	1 077,9
5. Semis et piétinement	—	223,8	1,4	509,6	33,8	192,1
6. Semis dans les fissures	—	138,3				
7. Sans semis travail à l'état humide	778,9					
8. Semis, travail à l'état humide	779,0					
Moyenne ppds 5 p. 100	719,6	426,8	160,2	1 668,3	100,1	602,9
Interaction M x L	208,0	281,4	100,3	566,7	152,6	482,3 ***

se fatiguent plus avec le semis et labour à sec, notamment. Cissé (4) donne un besoin en main-d'œuvre de 450 h/ha pour travailler un sol sec.

Pour évaluer la productivité moyenne, il faut se baser sur le rendement moyen de l'ensemble des quatre localités (tabl. VII) et non sur celui des trois localités où seule une récolte fut effectuée. Il en résulte que la méthode "semis et travail du sol à sec" a augmenté le rendement par rapport au témoin d'environ 129 kg/ha : $(196,7 - 24,8) \times 3/4$. A Inajourour, cette augmentation fut même de 311 kg/ha. Ceci permet de calculer que la productivité a été en moyenne de 2,0 kg de grains par heure de travail (129 kg/ha pour 63 h/ha) et à Inajourour de 4,9 kg de grains par heure (311 kg/ha pour 63 h/ha). Dans le contexte du Gourma, ces chiffres indiquent que la méthode "semis et travail du sol à sec" peut être une méthode rentable. Cependant, il est probable que ce besoin en main-d'œuvre par hectare soit sous-estimé mais, d'un autre côté, il est possible que la différence de rendement entre le témoin et la méthode impliquant un labour soit également sous-estimée. En effet, certains de ces essais furent menés dans des localités très dégradées où l'augmentation du rendement a été faible ou nulle.

CONCLUSION

Indice de rendement (P. 100)

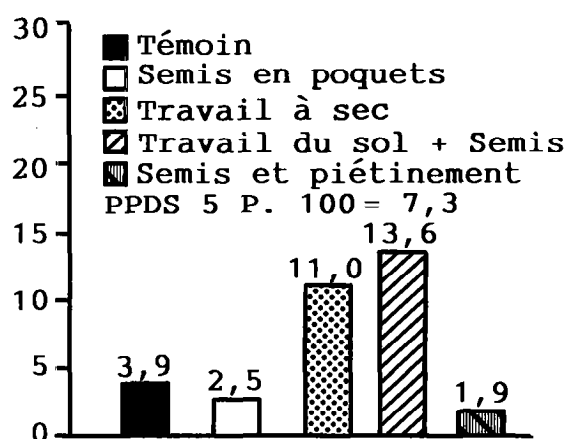


Fig. 2 : Indice de rendement. Moyenne de trois localités.

Besoin en main-d'oeuvre et productivité

Une étude réalisée pour déterminer le besoin en main-d'œuvre des différentes techniques indique qu'un travail du sol à la houe est une méthode exigeante. Pour semer et effectuer un travail à la houe d'un sol sec, il a fallu 63 h/ha contre 39 h/ha pour le semis en poquets. Cette différence est en réalité plus importante car les hommes

En se fondant sur les résultats obtenus, on peut conclure que la régénération est techniquement possible. L'efficacité des différentes méthodes doit être évaluée en considérant leur rendement et leur besoin en main-d'œuvre. Les méthodes "semis en poquets" et "semis et piétinement" ont le besoin en main-d'œuvre le plus faible. Cependant, la méthode "semis en poquets" n'a pas donné de résultats convaincants dans cette étude. La méthode "semis et piétinement" est difficile à mettre en pratique car elle doit être réalisée dans un laps de temps de 3 à 4 heures, ce qui exige une bonne organisation.

Les méthodes impliquant un labour du sol ont donné un rendement bien supérieur aux autres méthodes. La productivité moyenne de 2,0 kg de grains par heure de travail avec la méthode "semis et travail du sol à sec" indique que celle-ci peut être rentable dans le contexte du Gourma, mais l'incertitude liée à ce chiffre nécessite la poursuite de l'étude. Il faut toutefois remarquer qu'une productivité au-dessus de 1 kg de grains par heure de travail doit être considérée comme satisfaisante au Gourma.

Avant d'entreprendre des opérations de régénération, plusieurs facteurs doivent être pris en considération. Tout d'abord, il semble que les plaines partiellement ou entièrement dégradées actuellement ne retiennent pas l'eau plus de un ou deux jours après une grande inondation. Les bas-fonds des plaines, où l'eau stagne plus longtemps, ne sont pas dégradés. Il en résulte qu'une régénération des parties hautes des plaines peut réussir une année de bonne pluvio-

métairie, mais, dans le cas de plusieurs années déficitaires, la dégradation se reproduira. BOUDET (2) a constaté, en étudiant le développement de la végétation au Gourma de 1970 à 1977, que ces parties hautes étaient les plus touchées par la sécheresse, notamment en 1973-1974. La cause principale de la dégradation est probablement le facteur hydrique ; un apport en semences ne le modifie pas. Le labour change les conditions d'humidité d'un terrain, mais son effet ne dure que quelques années, comme cela a été montré lors d'une étude réalisée au Niger sur un sol limono-argileux (3).

Ce sont les années déficitaires en pluie qui constituent un problème pour l'alimentation humaine. De ce fait, les actions entreprises sur le fonio devraient privilégier les rendements

dans les plaines qui ne sont pas encore dégradées, à l'aide de diguettes permettant une gestion du ruissellement et/ou par un labour du sol. Les résultats obtenus indiquent qu'un tel travail de la terre peut être opérationnel à grande échelle.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'Église Norvégienne et les Drs Kare RINGLUND, Pierre HIERNAUX, ainsi que Belco OUREIBA pour leur aide.

AUNE (J.B.). Regeneration of the *Panicum laetum* plains in the Gourma region in Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 363-372

The *Panicum laetum* (wild fonio) is an annual cereal the grains of which are utilised for human consumption. As a consequence of the recent droughts in Gourma, Mali, many *Panicum laetum* plains have been degraded. The principal objective of this research program was to find a method for the regeneration of the degraded plains. The results showed that few seeds were found in the degraded soils. Technically, there are no problems in regenerating the degraded areas. The best method for regeneration has proved to be seed broadcasting followed by hoe tillage. However, a simple hoe tillage without seed broadcasting can also facilitate regeneration. Tillage increases plant emergence and enhances plant growth. Sowing of the seeds into pockets did not give a satisfactory result. Despite the fact that the method of seed broadcasting and hoe tillage has a high labour demand, the labour productivity of 2.0 kg grain per man/hour indicates that this method can be implemented on a large scale. *Key words* : *Panicum laetum* - Regeneration - Tillage - Mali.

AUNE (J.B.). Regeneración de los llanos a *Panicum laetum* en el Gourma, Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 363-372

Panicum laetum es una gramínea salvaje cuyas semillas se utilizan como pienso. Después de los años recientes de sequía en el Gourma en Mali, muchos llanos se deterioraron. Determinar un método para regenerar los llanos a *Panicum laetum* fue el objeto principal de este estudio. Los resultados demuestran que, en los llanos deteriorados, pocas semillas quedan. Según los ensayos sobre terreno es posible dicha regeneración. El mejor éxito fue obtenido con el método de la siembra seguida por el trabajo con la azada. Sin embargo, un trabajo sólo con la azada también puede facilitar la regeneración. El trabajo del suelo mejora la cosecha y aumenta el crecimiento de las plantas. La siembra de hoyo no dió resultados satisfactorios. Aunque el método "siembra y trabajo del suelo en seco" necesita un mano de obra importante, la productividad de 2 kg de granos por hora de trabajo indica que el método puede ser operacional en gran escala. *Palabras claves* - *Panicum laetum* - Regeneración vegetal - Labranza - Mali.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (J.G.). Note sur les graminées fourragères de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1954, **7** : 87-101.
- BOUDET (G.). Désertification ou remontée biologique au Sahel. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 1977, **12** : 293-300.
- CHASE (R.G.), BOUDOURESQUE (E.). A study of methods for the revegetation of barren crusted Sahelian forest soils. In : RENARD (C.), VAN DEN BELDT (R.J.), PARR (J.F.), eds. Soil, crop and water management in the Sudano-Saharan zone. Proceedings of an international workshop, 11-16 Jan. 1987, Niamey, Niger, ICRISAT Sahelian Centre, 1989. P. 125-136.
- CISSÉ (I.B.). La régénération des terrains dégradés. In : PENNING DE VRIES (F.W.T.), DJITEYE (M.A.), éd. La productivité des pâturages sahéliens. Wageningen, PUDOC, 1982. P. 440-449.
- DIXON (R.M.), PETERSON (A.E.). Tiny soil channels determine water infiltration. *Crops Soils Mag.*, 1972, **24** (5) : 11-12.
- GILLET (H.). Étude des pâturages du ranch de l'Ouadi Rimé. *J. Agric. trop. Bot. appl.*, 1960, **7** : 615-708.
- HEINONEN (R.). Soil management and crop water supply. 4th ed. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 1985.
- HOFFMANN (R.). Soils and land capability of Gossi (Mali). Hannover, Bundesanstalt für Wissenschaft und Rohstoffe, 1987.
- MAHMOUD (M.G.). Le cercle de Gourma Rharous ou le haut Gourma central. Directions régionales de Coopération Gao et Tombouctou, Mali, 1980.
- NAEGELE (A.F.G.). Plantes fourragères spontanées de l'Afrique tropicale sèche. Données techniques. EMASAR phase II, vol. 3. Rome, FAO, 1977. 510 p.
- SIVAKUMAR (M.V.K.), KONATE (M.), VIRMANI (S.M.). Agroclimatology of West Africa : Mali. Patancheru (Andhra Pradesh), ICRISAT, 1984 (ICRISAT Information Bulletin n° 19).
- TOUTAIN (B.). Essais de régénération mécanique de quelques parcours sahéliens dégradés. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (2) : 191-198.

Réponse de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard à la fertilisation azotée et à différents rythmes d'exploitation en Adamaoua, Cameroun

E.T. Pamo¹

PAMO (E.T.). Réponse de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard à la fertilisation azotée et à différents rythmes d'exploitation en Adamaoua, Cameroun. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (3) : 373-380

Une étude a été conduite à la Station de Recherches Zootechniques de Wakwa (Cameroun) pour évaluer la réponse de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard à de faibles doses d'azote et à différentes fréquences de coupe. Un dispositif factoriel avec sept doses, sous forme de sulfate d'ammoniaque à 21 p. 100 (0, 40, 60, 70, 80 et 90 unités d'azote à l'hectare), et trois fréquences de coupe (30, 45 et 60 jours) en quatre répétitions a été utilisé. Les résultats sur trois années ont montré que la fertilisation azotée assurait une augmentation significative ($P < 0,01$) de la production fourragère de *Brachiaria ruziziensis*, mais celle-ci n'était pas régulière. Les placeaux non fertilisés ont produit de 1985 à 1987, respectivement, 2,36, 2,31 et 1,19 t de MS contre un maximum de 3,94, 4,18 et 3,46 t de MS pour les parcelles fertilisées avec des doses respectives de 90, 80 et 80 unités de N par ha, soit une augmentation par rapport aux témoins de 66,80 et 76 p. 100. Ces résultats relativement satisfaisants ne sont pas aussi intéressants que ceux obtenus avec l'azote en présence du phosphore et du potassium. L'ajustement polynomial des données moyennes a également fourni de bons résultats comme le montrent les coefficients de détermination R^2 (0,84 en 1985, 0,87 en 1986 et 0,92 en 1987) relativement élevés. Les fréquences de coupe de 30 et 45 jours ont donné les résultats les plus réguliers. Pendant la période d'étude, aucune différence significative ($P > 0,01$) entre les trois fréquences n'a cependant été constatée. **Mots clés :** *Brachiaria ruziziensis* - Engrais azoté - Fréquence de coupe - Cameroun.

INTRODUCTION

La partie septentrionale du Cameroun est couverte par un ensemble de pâturages de type, nature et état variés, principalement exploités par les ruminants. L'évaluation de ces parcours laisse apparaître une production végétale de plus en plus limitée, due à un certain nombre de facteurs : précipitations variables, vents desséchant, pauvreté plus ou moins grande du sol, érosion, mauvaise gestion des parcours et surtout surexploitation de la plupart d'entre eux. Cette détérioration des ressources pastorales engendrent souvent de vastes déplacements des éleveurs à la recherche de l'eau et de l'herbe.

L'accroissement de la production agricole et la création des ranchs dans certaines zones n'ont fait qu'aggraver la situation des troupeaux du secteur traditionnel et conduit à rechercher des méthodes permettant d'améliorer la production de ces parcours. Dans cette perspective, depuis

1955, plus d'une centaine d'espèces fourragères ont été testées à la Station de Recherches Zootechniques de Wakwa (12), parmi lesquelles seule, *Brachiaria ruziziensis* a fait une lente pénétration chez certains éleveurs.

Brachiaria ruziziensis est une graminée pérenne qui, dans de bonnes conditions de culture et sans fertilisation, peut produire 3 à 4 t/ha de matière sèche sur les collines et plateaux, à près de 19 t/ha MS en moyenne dans les bas-fonds (10). Différentes études ont montré que les plantes fourragères répondaient de manière variable à la fertilisation. Dans certains cas, elle peut entraîner une importante augmentation de la production fourragère (1, 2, 5, 17), dans d'autres cas, cette fertilisation semble l'augmenter très peu (13, 16). Les travaux menés sur *B. ruziziensis* (14, 17) à Wakwa ont montré que ce fourrage y répondait assez bien. Ces études ont cependant été conduites avec différentes associations d'engrais, parfois à des doses élevées. Dans le contexte économique actuel, il semble peu probable de voir les éleveurs adopter cette pratique.

L'azote est généralement considéré comme un facteur de rendement favorisant la croissance des tissus des végétaux et il est apparu nécessaire de rechercher quelle pouvait être la réponse de *B. ruziziensis* à de faibles doses d'azote seul et à différents rythmes d'exploitation.

ENVIRONNEMENT

L'étude a été conduite dans le parc V3 de la Station de Recherches Zootechniques de Wakwa, situé à une altitude moyenne de 1 200 m. Ce parc a un sol ferrallitique sur basalte ancien. Il est relativement acide (pH : 5,55) et riche en matière organique avec un complexe absorbant présentant une capacité d'échange de 15 à 20 meq en surface et un rapport C/N de 17. Il est cependant pauvre en bases échangeables.

Le climat de la région est de type soudano-guinéen, atténué par l'altitude, avec des précipitations moyennes annuelles (1960-1985) de 1 706,2 mm présentant un pic en août (9). Pendant l'étude (1985-1987), les précipitations ont varié entre 1 570 mm (1985) et 1 451,5 mm (1987), soit une réduction d'environ 17,5 p. 100 par rapport à la moyenne à long terme et de 7,5 p. 100 par rapport à l'année de démarrage de l'essai. Le nombre de jours effectifs de pluie est passé de 133 jours en 1985 à 114 jours en 1987, soit une réduction par rapport à la moyenne de 32,4 p. 100 et 14,2 p. 100 par rapport à l'année 1985 (fig. 1).

1. INADER, Département des Productions Animales, BP 222, Dschang, Cameroun.

Reçu le 8.1.1991, accepté le 6.6.1991.

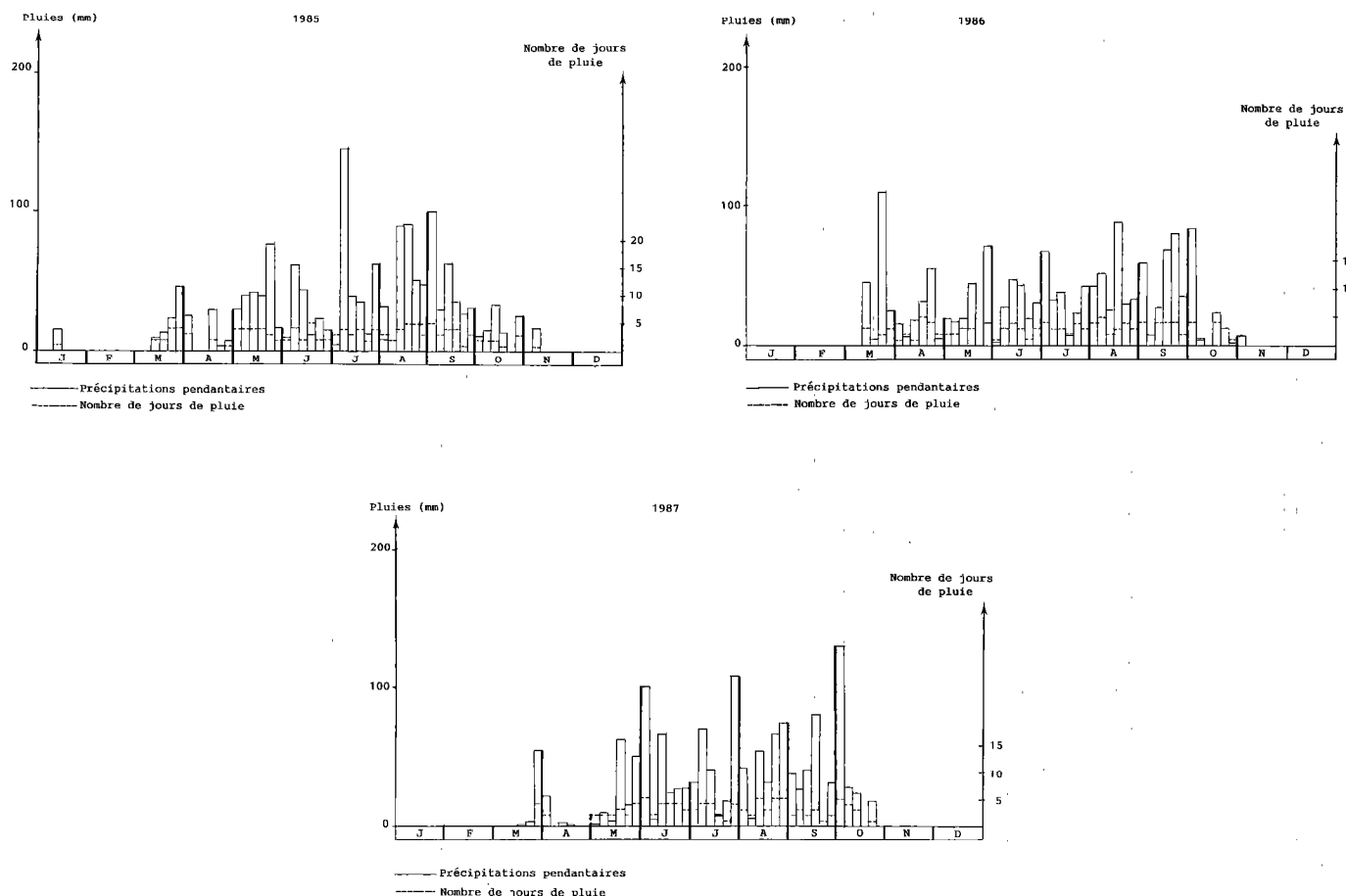


Fig. 1 : Précipitations pentadaires et nombre de jours de pluies en 1985, 1986 et 1987.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'essai a débuté avec la saison des pluies de 1985. Un dispositif factoriel avec sept doses d'azote, sous forme de sulfate d'ammoniaque à 21 p. 100 (0, 40, 50, 60, 70, 80 et 90 unités à l'hectare) et trois fréquences de coupe (F1 = 30 jours, forte ; F2 = 45 jours, modérée ; F3 = 60 jours, faible) en quatre répétitions, soit un total de 86 parcelles expérimentales, a été utilisé. Avant la mise en place de l'essai, le terrain a été préparé par labour dressé à la charrue à soc à 20 cm de profondeur suivi d'un passage de rotavator. Le semis était mis en place sur des planches de 2 m x 10 m délimitées par des piquets en fer et séparées par des allées de 1 m. Sur chaque planche, quatre lignes de semis étaient tracées avec une profondeur de 3 cm environ et à intervalle de 40 cm. *B. ruziziensis* était semé à la main. Deux mois environ après le semis, on a effectué la coupe de régularisation à 15 cm de la surface du sol et la fertilisation aux doses ci-dessus mentionnées puis plus tard après chaque coupe.

Pendant les périodes de coupe et pour éviter les effets de bordure, le fourrage était éliminé sur un mètre à chaque extrémité de la planche et 47 cm de chaque côté. Ainsi *B. ruziziensis* était coupé sur une surface utile de 1,06 m x 8 m dans chaque parcelle, pesé et un échantillon de 500 g prélevé et séché à l'étuve à une température d'environ 90 °C pour l'estimation de la matière sèche (rendement en kg de MS/ha). L'ensemble de ces résultats a été soumis à l'analyse de variance (15). Les différences entre traitements (différentes doses et périodes de coupe) quand elles existaient ont été séparées par la méthode de séparation des moyennes de DUNCAN (15).

RÉSULTATS

La production de *B. ruziziensis* en matière sèche à l'hectare (MS/ha) a été utilisée comme paramètre d'évaluation pour la réponse de ce fourrage à la fertilisation et aux dif-

TABLEAU I Rendement moyen de *Brachiaria ruziziensis* (kg/ha de MS) sous différentes doses d'azote (unités/ha).

Année	Fréquence de coupe (jours)	0	40	50	60	70	80	90	Moyenne
1985	F1 : 30	2 454 ^a	2 075 ^b	2 943 ^a	2 513 ^a	3 254 ^a	3 672 ^a	3 428 ^a	2 905 ± 582 ^a
	F2 : 45	2 449 ^{bc}	1 807 ^b	3 104 ^{ac}	3 289 ^{ac}	3 819 ^{ac}	4 315 ^a	2 708 ^{bc}	3 070 ± 844 ^a
	F3 : 60	2 191 ^b	2 953 ^b	3 585 ^{bc}	4 547 ^{ac}	4 110 ^{bc}	3 461 ^{bc}	5 687 ^a	3 790 ± 1 131 ^b
	Moyenne	2 365 ± 150 ^b	2 278 ± 599 ^b	3 211 ± 334 ^a	3 450 ± 1 026 ^a	3 728 ± 435 ^a	3 816 ± 445 ^a	3 941 ± 1 554 ^a	
1986	F1 : 30	2 698 ^b	2 717 ^b	3 070 ^a	3 229 ^a	2 534 ^b	4 356 ^a	3 009 ^a	3 088 ± 610 ^a
	F2 : 45	2 169 ^b	2 987 ^{ab}	3 385 ^{ab}	3 268 ^{ab}	3 115 ^{ab}	4 231 ^a	4 147 ^a	3 329 ± 707 ^a
	F3 : 60	2 070 ^b	3 508 ^a	3 968 ^a	4 215 ^a	4 235 ^a	3 973 ^a	4 770 ^a	3 820 ± 860 ^b
	Moyenne	2 312 ± 338 ^d	3 071 ± 402 ^c	3 474 ± 456 ^{abc}	3 571 ± 456 ^{abc}	3 295 ± 865 ^{bc}	4 187 ± 195 ^a	3 975 ± 893 ^{ab}	
1987	F1 : 30	2 624 ^b	2 350 ^b	3 240 ^b	2 893 ^b	2 772 ^b	4 539 ^a	3 229 ^b	3 092 ± 712 ^a
	F2 : 45	1 848 ^b	3 446 ^a	3 684 ^a	4 065 ^a	3 380 ^a	3 773 ^a	3 789 ^a	3 426 ± 732 ^b
	F3 : 60	1 432 ^b	2 943 ^a	2 976 ^a	2 602 ^{ab}	3 117 ^a	2 090 ^{ab}	2 535 ^{ab}	2 527 ± 594 ^c
	Moyenne	1 968 ± 605 ^b	2 913 ± 548 ^a	3 300 ± 357 ^a	3 186 ± 774 ^a	3 089 ± 305 ^a	3 467 ± 1 252 ^a	3 184 ± 628 ^a	

a, b, c, d : les moyennes sur les lignes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100.

a, b, c : les moyennes dans les colonnes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100.

férentes périodes de coupe. Les résultats obtenus (tabl. I) ont permis de tracer les graphiques des figures 2 et 3. La figure 2 présente les rendements moyens annuels de *B. ruziziensis* en fonction des différentes doses, entre 1985 et 1987. La figure 3 permet d'observer la réponse de cette plante à la même fréquence de coupe pendant la période d'étude. Il ressort que la fertilisation azotée assure un accroissement de la production fourragère de *B. ruziziensis*, bien que celle-ci ne soit pas régulière. Les placeaux non fertilisés ont en moyenne produit, respectivement en 1985, 1986 et 1987, 2,36, 2,31 et 1,20 t/ha de MS, contre un maximum pour les placeaux fertilisés de 3,94, 4,18 et 3,46 t/ha de MS avec des doses d'azote à l'hectare de 90, 80 et 80 unités, soit une augmentation par rapport au témoin de 66, 80 et 76 p. 100.

En 1985, des rendements de 3,7, 4,5 et 5,7 t/ha de MS ont été obtenus avec des doses d'azote à l'hectare de 80, 80 et 90 unités aux fréquences respectives de 30, 45 et 60 jours (tabl. I), alors que les parcelles témoins n'ont produit que 2,4, 2,4 et 2,2 t/ha de MS. Il n'y avait pas de différence bien marquée entre les parcelles témoins et les parcelles fertilisées, en raison probablement du fait qu'à la suite d'un mauvais épandage d'engrais on observait, quelques jours après, des signes de brûlis sur certaines parcelles ; la reprise en était retardée, affectant la production ultérieure. Les résultats obtenus au cours de cette première année ont été relativement intéressants car, compte tenu des délais de mise en place des essais, il y

a eu un nombre limité de coupes : trois pour les fréquences de 30 jours, deux pour celles de 45 jours et une pour celles de 60 jours.

L'ajustement polynomial des rendements en fonction des différentes doses aux différentes fréquences de coupe (fig. 4) a permis d'obtenir les équations suivantes :

$$F1 : Y = 2391,89 - 9,35 N + 0,27 N^2 ; R^2 = 0,72$$

$$F2 : Y = 2222,22 + 13,93 N + 0,02 N^2 ; R^2 = 0,31$$

$$F3 : Y = 2203,21 + 18,49 N + 0,14 N^2 ; R^2 = 0,70$$

$$M : Y = 2272,69 + 7,69 N + 0,14 N^2 ; R^2 = 0,84$$

Ces ajustements ont fourni des résultats variables, comme en témoignent les coefficients de détermination parfois relativement bas. Ceci suggère que c'est une partie relativement faible de la variabilité des rendements en fonction des doses qui peut être expliquée par la courbe de régression.

En 1986, avec la fréquence de coupe de 30 jours, une production maximale de 4,35 t/ha de MS a été obtenue avec la dose de 80 unités d'azote à l'hectare. Des rendements beaucoup plus faibles, non significativement différents ($P > 0,05$) du rendement de la parcelle témoin, ont été obtenus avec les doses de 40 à 70 unités d'azote à l'hectare ceci était également dû à un mauvais épandage de l'engrais. La fréquence de coupe de 45 jours a fourni

E.T. Pamo

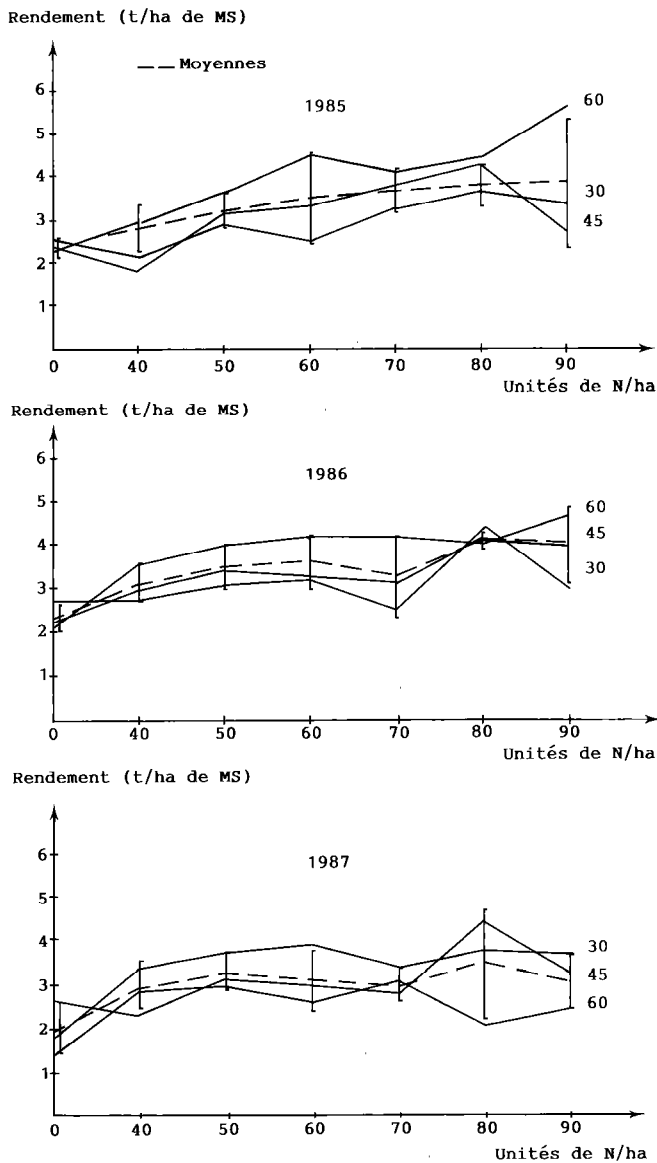


Fig. 2 : Rendement de *Brachiaria ruziziensis* aux différentes fréquences de coupe en fonction des doses croissantes d'azote.

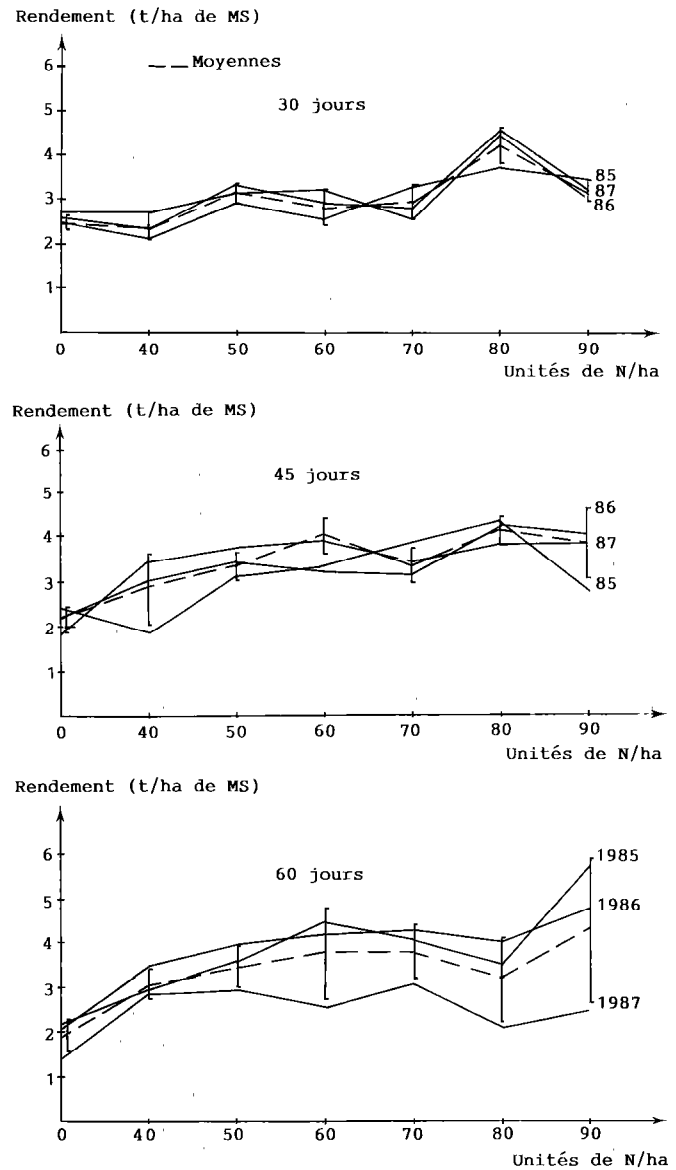


Fig. 3 : Rendement de *Brachiaria ruziziensis* en fonction des différentes doses d'azote aux mêmes fréquences de coupe pendant la période d'étude.

une production maximale de 4,23 t/ha de MS avec 80 unités d'azote à l'hectare. Une différence significative ($P < 0,05$) est apparue entre les productions obtenues avec les doses comprises entre 80 et 90 et celles comprises entre 0 et 70. Avec la fréquence de coupe de 60 jours, la différence était beaucoup plus marquée entre les parcelles fertilisées et non fertilisées. En effet, il n'y a pas eu de différence significative entre les parcelles fertilisées. Ainsi, avec 40 unités d'azote à l'hectare, on obtenait une production qui ne différait de celle obtenue avec la dose de 90 que dans les proportions permises par le hasard.

En 1986, l'ajustement des données de production en fonction des doses d'engrais aux différentes fréquences de coupe (fig. 4) a fourni les équations suivantes :

$$F1 : Y = 2660,19 + 24,92 N + 0,07 N^2 ; R^2 = 0,21$$

$$F2 : Y = 2204,64 + 14,98 N + 0,07 N^2 ; R^2 = 0,85$$

$$F3 : Y = 2083,70 + 45,54 N - 0,21 N^2 ; R^2 = 0,93$$

$$M : Y = 2315,82 + 21,17 N - 0,02 N^2 ; R^2 = 0,87$$

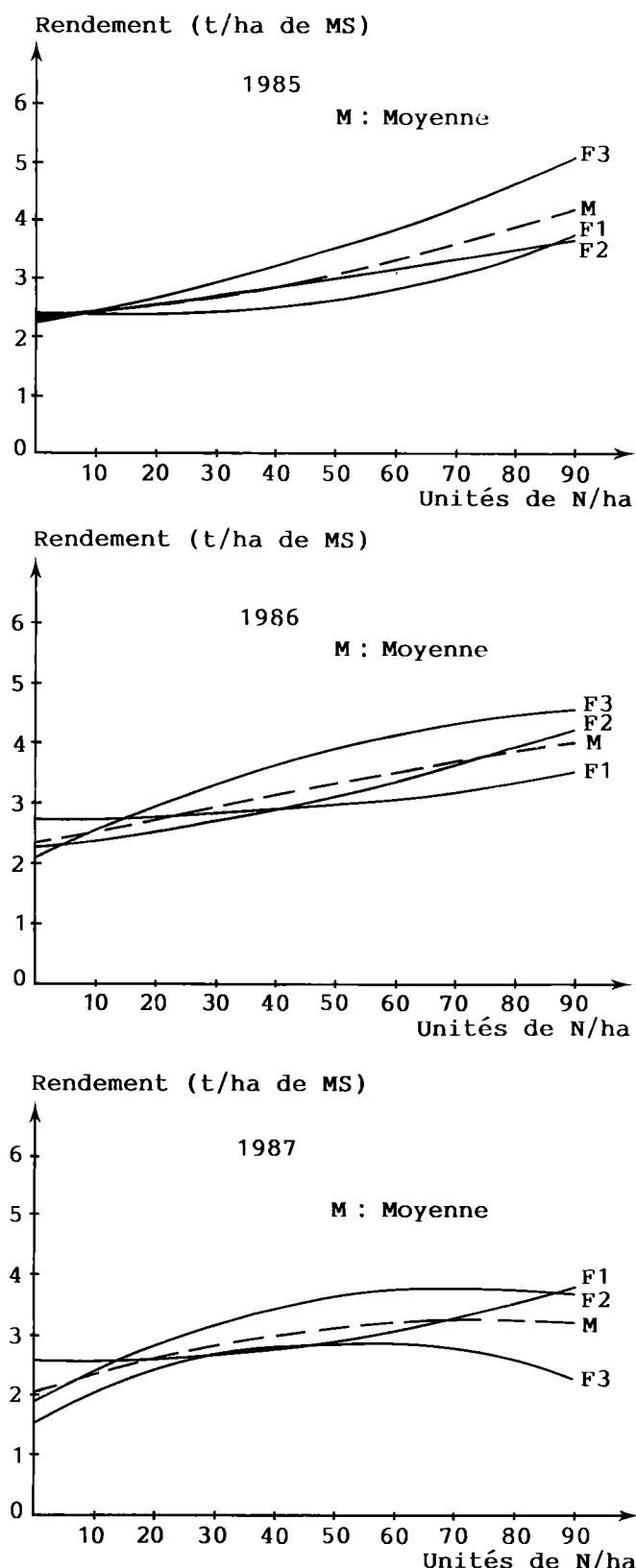


Fig. 4 : Ajustement des rendements de matière sèche sous différentes doses d'azote et fréquences de coupe en 1985, 1986 et 1987.

Si ces ajustements semblent intéressants pour les fréquences de coupe de 45 et 60 jours, comme en témoignent les coefficients de détermination relativement élevés ($R^2 = 0,85$ et $R^2 = 0,93$ respectivement), il ne le sont pas pour la fréquence de coupe de 30 jours ($R^2 = 0,21$). En effet, 21 p. 100 seulement de la variabilité des rendements en fonction des doses peuvent être expliqués par la courbe de régression. Au cours de cette deuxième année d'étude, aucun optimum de production n'a pu également être déterminé.

La production en 1987 a accusé une baisse de 12 p. 100 par rapport à l'année 1985 et de 17 p. 100 par rapport à l'année 1986 en dépit du fait que, l'essai étant déjà implanté, l'étude démarra plus tôt et le nombre de coupes fut plus important : six pour les fréquences de 30 jours, quatre pour les fréquences de 45 jours et trois pour les fréquences de 60 jours. Certes, il y a eu une réduction des précipitations d'environ 117 mm mais leur répartition dans l'ensemble était relativement bonne (fig. 1-c). Bien que la fertilisation azotée augmente l'efficacité de l'utilisation de l'eau (6) grâce à une bonne exploitation du sol par les racines stimulées par l'azote (4), le déficit probable des autres éléments fertilisants au cours de cette troisième année a sans doute été le facteur limitant l'extériorisation maximale de l'effet de l'azote. Dans des conditions similaires, en présence de potasse et de phosphore, PAMO et PIEPER (8) ont obtenu des résultats beaucoup plus intéressants. Avec la fréquence de coupe de 30 jours, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre le témoin et les parcelles fertilisées, excepté avec la dose de 80 unités d'azote à l'hectare. Plusieurs raisons à cela, parmi lesquelles le déséquilibre entre les éléments fertilisants dans le sol et parfois le mauvais épandage des engrais. A la fréquence de 45 jours, une différence significative ($P < 0,05$) est observée entre le témoin et les parcelles fertilisées (tabl. I), mais aucune entre les parcelles traitées. A la fréquence de coupe de 60 jours, les résultats obtenus sur parcelles fertilisées et non fertilisées ont été tels qu'on peut être certain de l'effet de la fertilisation azotée à de faibles doses. Ceci semble confirmer l'hypothèse selon laquelle, à un rythme d'exploitation relativement long, cette plante fourragère réussit à extraire des parcelles non fertilisées autant d'éléments nutritifs que sur les parcelles fertilisées avec de faibles doses. En revanche, avec les systèmes de pâture au rythme d'exploitation court, la fertilisation semble nécessaire pour maximiser la production fourragère. Dans ces conditions, la plante, tout en exploitant les éléments nutritifs du sol, utilise plus facilement l'apport fait par l'engrais et donc s'exprimerait plus rapidement à travers une production élevée.

L'ajustement polynomial des rendements en fonction des différentes doses d'azote aux différentes fréquences de coupe (fig. 4) a permis d'obtenir les équations suivantes :

$$F1 : Y = 2562,89 - 3,79 N + 0,19 N^2 ; R^2 = 0,37$$

$$F2 : Y = 1874,14 + 53,13 N - 0,37 N^2 ; R^2 = 0,93$$

$$F3 : Y = 1475,89 + 52,77 N - 0,49 N^2 ; R^2 = 0,75$$

$$M : Y = 1970,95 + 34,04 N - 0,22 N^2 ; R^2 = 0,92$$

Ces ajustements ont produit des résultats variables mais relativement bons, comparés à ceux des années précédentes. Davantage de variabilité des rendements en fonction des doses pouvait être expliquée cette année-là par la courbe de régression. L'optimum de production n'a pu être observé avec la fréquence de coupe de 30 jours. Mais, avec les fréquences de 45 et 60 jours, les optima de production de 3,78 et 2,90 t/ha de MS ont été obtenus avec les doses respectives de 72 et 54 unités à l'hectare.

DISCUSSION

Les résultats de ce travail concordent bien avec ceux de RIPPSTEIN (14) et PAMO et YONKEU (11) qui travaillaient avec un niveau de fertilisation relativement élevé et même ceux de PAMO (7) utilisant des niveaux de fertilisation comparables. L'intervalle de dispersion des mesures par rapport à la moyenne indiquée sur les figures 2 et 3 montre que la variation de rendement par traitement, pour chaque année, est restée relativement homogène alors qu'elle est comparativement plus importante entre années. Ceci reflète probablement l'hétérogénéité globale des conditions climatiques pendant la période d'étude.

L'analyse biostatistique des résultats pour chaque année et au sein de chaque fréquence de coupe, puis entre fréquences de coupe, a permis de constater l'effet significatif ($P < 0,05$) de la fertilisation, de même que celui de la fréquence de coupe, sur le rendement de *B. ruziziensis*. Ces résultats, relativement intéressants, ne sont pas aussi satisfaisants que ceux obtenus par MADER (3) ou PAMO et PIEPER (8) avec les mêmes doses d'engrais en présence de 100 unités de phosphore et 100 unités de potassium par hectare.

La réponse des plantes fourragères à la pâture est à la fois influencée par la fréquence de coupe ou de pâture et son intensité. La fréquence de pâture est liée au rythme de passage du troupeau dans un parc et par rapport au temps total de repos que connaît le parc. Trois fréquences de coupe, à une hauteur d'environ 15 cm, simulant trois rythmes de passage des animaux ont été utilisées. L'essai a montré que les fréquences de coupe de 30 et 45 jours ont fourni les résultats les plus réguliers alors que la fréquence de 60 jours produisait des résultats plus variables (tabl. I, fig. 5). En effet, en 1985 et 1986, la fréquence de 60 jours a fourni les meilleurs résultats et les moins bons en 1987. Ceux-ci ne concordent cependant pas avec ceux de PAMO et PIEPER (8) travaillant dans les mêmes conditions, avec l'azote en présence du phosphore et du potassium. A travers ces résultats, il apparaissait clairement que la fréquence de coupe de 30 jours fournissait de manière régulière de meilleurs rendements. Les résultats de la présente étude semblent indiquer que la fertilisation azotée seule accroît

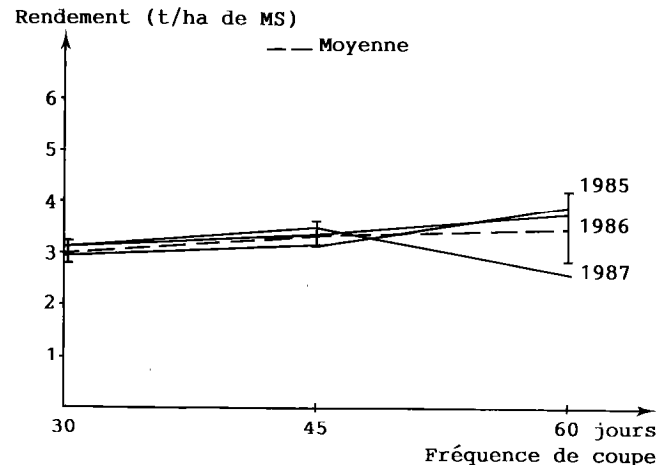


Fig. 5 : Rendement de *Brachiaria ruziziensis* en fonction des différentes fréquences de coupe.

le déficit des autres éléments minéraux du sol, ce qui ne permet pas à *B. ruziziensis*, en l'espace de 30 à 45 jours, de pouvoir en extraire suffisamment du sol pour assurer une bonne croissance. Cependant, en 60 jours, la plante a relativement plus de temps pour mieux utiliser les minéraux complémentaires du sol qui lui sont nécessaires. La tendance à l'épuisement du sol en d'autres éléments que celui apporté par la fertilisation, accentuant le déficit, serait à l'origine de la chute de production observée en 1987.

CONCLUSION

Il apparaît que la fertilisation azotée, même à de faibles doses, améliore le rendement de *B. ruziziensis*. Cette augmentation en moyenne de 72 p. 100 par rapport au témoin pendant les trois années d'étude a été obtenue avec la dose de 80 unités d'azote à l'hectare. Un rendement moyen de 3,9 t/ha de MS avec une dose de 90 unités d'azote à l'hectare a été obtenu en 1985 ; comparé au témoin, ceci indique une augmentation de 66 p. 100. Cependant, l'ajustement des données ($Y = 2272,69 + 7,69 N^2$; $R^2 = 0,84$) n'a pas permis d'obtenir un optimum de production. En 1986, la production maximale moyenne de 4,1 t/ha de MS a été obtenue avec la dose de 80 unités d'azote à l'hectare. L'augmentation comparée au témoin était de 80 p. 100. L'ajustement des données moyennes ($Y = 2315,82 + 21,17 N - 0,02 N^2$) était relativement plus intéressant ($R^2 = 0,87$). La production moyenne maximale en 1987 a été beaucoup plus faible (3,46 t/ha de MS), reflétant ainsi les résultats d'ensemble de cette année. L'augmentation moyenne comparée au témoin a été de

76 p. 100. L'ajustement des données moyennes d'équation $Y = 1970,95 + 34,04 N - 0,22 N^2$ a cependant fourni de biens meilleurs résultats, comme l'indique son coefficient de détermination ($R^2 = 0,92$) particulièrement élevé. Un optimum de production de 3,27 t/ha de MS a été observé avec la dose de 70 unités d'azote à l'hectare. Il semble donc que la fertilisation azotée, même à de faibles doses (50 unités de N/ à l'hectare) améliore la production fourragère de *B. ruziziensis* et puissent convenir aux éleveurs en dépit de leurs moyens financiers limités. La poursuite de ce travail dans le milieu traditionnel permettra de mieux cerner l'aspect financier et la rentabilité de l'opération. Elle conduira également à entrevoir, dans un contexte beaucoup plus large, l'effet de cet effort d'intensification de la production fourragère sur le milieu naturel en général et les possibilités de sa reconstitution en particulier.

Il n'a pas été observé en moyenne de différence significative entre les trois fréquences de coupe testées. Celles de 30 et 45 jours ont cependant fourni

les résultats les plus réguliers. Il serait donc intéressant de préconiser ces fréquences car elle permettent une exploitation relativement intensive du milieu et d'offrir ainsi aux animaux un fourrage jeune et nutritivement plus riche, capable de mieux satisfaire leurs besoins.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Mme Juliana TELEU, technicienne supérieure, MM. Constantin EKOTO MENGUE, Jean OWONA, technicien, Bernard MBELE, prospecteur botanique, Samuel BOBOJI, agent technique du CRZ de Wakwa, pour leur collaboration lors de cette étude.

PAMO (E.T.). Response of *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard to nitrogen fertilization and different cutting frequencies at Adamaoua, Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 373-380

A study was conducted to evaluate the response of *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard to low rates of nitrogen fertilization and different cutting frequencies at Wakwa Research Station. A factorial design with seven levels of nitrogen in the form of ammonium sulfate at 21 % (0, 40, 60, 70, 80, and 90 units of N/ha) and three cutting frequencies (30, 45 and 60 days) in four repetitions, was used. The results of three years of studies showed that nitrogen fertilization significantly ($P < 0.01$) increased the production of *Brachiaria ruziziensis*. However, this increase was not regular. Unfertilized plots yielded between 1985 and 1987, 2.36, 2.31 and 1.96 tons of DM/ha vs 3.94, 4.18 and 3.46 tons of DM/ha for fertilized plots with 90, 80 and 80 units of N/ha. This indicates a 66, 80 and 80 % increase as compared to the controls. However, these relatively good results were not as interesting as those obtained with nitrogen in the presence of phosphorus and potassium. Polynomial adjustment of the mean gave also good results as shown by the relatively high coefficient of determination R^2 (0.84 in 1985, 0.87 in 1986 and 0.92 in 1987). Cutting frequencies of 30 and 45 days yielded more consistent results. Yet no significant difference ($P > 0.01$) was observed between the three cutting frequencies during the study period. *Key words* : *Brachiaria ruziziensis* - Nitrogen fertilization - Cutting frequency - Cameroon.

PAMO (E.T.). Influencia de la fertilización nitrogenada y de diferentes ritmos de explotación sobre *Brachiaria ruziziensis* Germain y Evrard en Adamaoua, Camerún. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 373-380

En el Centro de Investigaciones zootécnicas de Wakwa (Camerún), se estudió la influencia de dosis reducidas de nitrógeno y de diferentes frecuencias de corte sobre *Brachiaria ruziziensis* Germain y Evrard. Se utilizó una distribución factorial con siete dosis, bajo forma de sulfato de amoníaco a 21 p. 100 (0, 40, 60, 70, 80 y 90 unidades de nitrógeno por hectárea) y tres frecuencias de corte (30, 45 y 60 días) repetida cuatro veces. Los resultados de tres años mostraron que la fertilización nitrogenada aseguraba una aumentación significativa ($P < 0,01$) de la producción forrajera de *Brachiaria ruziziensis* pero ésta no regular. Las parcelas no fertilizadas produjeron de 1985 a 1987, respectivamente, 2,36, 2,31 y 1,19 t de MS por un máximo de 3,94, 4, 18 y 3,46 t de MS para las parcelas fertilizadas con dosis respectivamente de 90, 80 y 80 unidades de N por ha, sea una aumentación, con relación a los testigos, de 66,80 y 76 p. 100. Estos resultados relativamente satisfactorios no son tan interesantes como los obtenidos con nitrógeno en presencia del fósforo y del potasio. El ajustamiento polinomial de los datos medios también dió buenos resultados como lo muestran los coeficientes de determinación R^2 (0,84 en 1985, 0,87 en 1987 y 0,90 en 1986) relativamente elevados. Las frecuencias de corte de 30 y 45 días resultaron los más regulares. Durante el periodo de estudio, sin embargo no se constató ninguna diferencia significativa ($P > 0,01$) entre las tres frecuencias. *Palabras claves* : *Brachiaria ruziziensis* - Fertilizante nitrogenado - Frecuencia de corte - Camerún.

BIBLIOGRAPHIE

1. GUERIN (H.). Exploitation de pâturage de *Stylosanthes* et de *Brachiaria* en culture sèche. République de Côte-d'Ivoire, CRZ, 1977, Pâturage n° 1. 34 p.
2. HOLECHECK (J.L.). Fertilizer effects on above-ground biomass of four species. *J. Range, Mgmt*, 1982, **35** : 39-42.
3. MADER (E.L.). The influence of certain fertilizer treatments on native vegetation of Kansas prairie. Ph. D. dissertation, University of Nebraska, 1956. 116 p.
4. McKELL (C.M.), JONES (M.B.), PERRIER (E.R.). Root production and accumulation of root material on fertilized range. *Agron. J.*, 1962, **59** : 459-461.
5. MESSEAGER (J.L.). Résultats acquis sur *Brachiaria ruziziensis* en région soudano-guinéenne. Fiche technique. République de Côte-d'Ivoire, CRZ, 1978, Pâturage n° 7. 38 p.
6. OWENBY (C.E.), HYDE (R.M.), ANDERSON (K.L.). Effects of clipping and supplemental nitrogen and water on loamy upland bluestem range. *J. Range Mgmt*, 1969, **23** : 341-346.
7. PAMO (E.T.). Rangeland response to low levels of nitrogen fertilization and cutting intensities on the Adamawa Plateau, Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (4) : 591-598.
8. PAMO (E.T.), PIEPER (R.D.). Effect of nitrogen fertilization in combination with potassium and phosphorus and cutting frequency on the yield of *Brachiaria ruziziensis* in Adamawa plateau, Cameroon. XVI^e International Grassland congress, 4-11 octobre 1989, Nice, France. Versailles, The French Grassland Society, 1989. P. 111-112.
9. PAMO (E.T.), YONKEU (S.). Étude de l'évolution de quelques paramètres climatiques de l'environnement pastoral de Wakwa, Adamaoua, Cameroun. *Revue Sci. Tech., Sér. Sci. zootech.*, 1986, **2** (3) : 19-35.
10. PAMO (E.T.), YONKEU (S.). Comportement de quelques espèces fourragères dans les bas-fonds du ranch SODEPA-Faro, Adamaoua, Cameroun. In : Actes du séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, 16-20 novembre 1987, N'Gaoundéré, Cameroun. Maisons-Alfort, IEMVT, Yaoundé, MESRES. 413-425 (Études et Synthèse de l'IEMVT n° 30).
11. PAMO (E.T.), YONKEU (S.). Réponse du pâturage naturel à la fertilisation azotée sur sol basaltique en Adamaoua camerounais. XVI^e Congrès international des herbages, 4-11 octobre 1989, Nice, France. Versailles, Association française pour la production fourragère, 1989. P. 69-70.
12. PIOT (J.). Culture fourragère et élevage extensif, conditions de l'Adamaoua. Colloque sur l'élevage Fort-Lamy, Tchad, 1969, **35**, sec. 8.2 : 799-805.
13. RANZI (F.), LONG (R.L.), PLAINTER (L.T.). Effects of nitrogen fertilization on native grassland. *J. Range Mgmt*, 1968, **21** : 287-291.
14. RIPPSTEIN (G.). Étude sur la végétation de l'Adamaoua. Évolution, conservation, régénération et amélioration d'un écosystème pâturé. IRZ-CIRAD, 1985, Publ. n° 5.
15. STEEL (R.G.), TORRIE (J.H.). Principles and procedures of statistics. New York, McGraw Hill Book Co., 1980. 633 p.
16. STODDART (L.A.), SMITH (A.D.), BOX (T.W.). Range management. New York, McGraw Hill Book Co., 1975. 532 p.
17. YONKEU (S.), RIPPSTEIN (G.), PAMO (E.T.). Effet des doses croissantes de phosphore sur la production fourragère du *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evard sur sol basaltique récent en Adamaoua. *Revue Sci. Tech., Sér. Sci. zootech.*, 1986, **2** (4) : 39-49.

Communication

Note préliminaire sur les ennemis de *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf et Hubbard, à Nioka, Zaïre

M. Katunga Musale ¹

R. Balonga ¹

J. Fernandez ²

KATUNGA MUSALE (M.), BALONGA (R.), FERNANDEZ (J.). Note préliminaire sur les ennemis de *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf et Hubbard, à Nioka, Zaïre. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 381-383

L'étude préliminaire faite sur les ennemis de *Setaria sphacelata* dans les deux fermes du Centre de recherches de Nioka (Zaïre) a permis d'identifier quelques insectes dont les chenilles parasitent les chaumes. L'incidence de l'attaque des chaumes par les chenilles paraît non négligeable. Quelques oiseaux prédateurs des graines ont également été identifiés. *Mots clés* : *Setaria sphacelata* - Insecte nuisible - Chenille prédatrice - Oiseau nuisible - Zaïre.

Introduction

Les pâturages naturels de la région de Nioka font partie des savanes de haute altitude de l'est du Zaïre. Les sols dérivent soit des roches granitiques, relativement abondantes, soit des micaschistes, talschistes ou chloritoshistes qui les accompagnent. Certains terrains proviennent des roches quartzitiques ou basiques (4).

Parmi les bonnes espèces fourragères locales, on rencontre *Setaria sphacelata*. Très bien appréciée par le bétail, elle produit à l'hectare 60 tonnes de matière verte par an et présente après 14 semaines la composition chimique suivante : 4,43 p. 100 de matière grasse, 30,64 p. 100 de cellulose brute et 16 p. 100 de protéines brutes (8). C'est une plante également utilisée dans la lutte antiérosive (6).

Cependant, *S. sphacelata* a plusieurs ennemis, notamment *Sphacelotheca* sp. et un microlépidoptère qui parasitent ses inflorescences (6). Il en est de même de *Tilletia ayressi* Berl et Mass, associé à *Fusarium* sp., et de *Ustilago* sp. (8). Des oiseaux, non cités, mangent aussi ses graines (6).

Dans la présente étude, on a procédé à une enquête préliminaire afin d'identifier d'autres insectes parasites des chaumes. On a trouvé également utile d'évaluer leur taux d'attaque dans les pâturages naturels exploités d'une manière extensive au Centre de recherches de Nioka, de

l'Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomique (INERA), situé dans la sous-région de l'Ituri, au nord-est du Zaïre

Des oiseaux prédateurs des graines ont aussi été identifiés.

Compte tenu de l'importance de *S. sphacelata*, il a paru utile de poursuivre l'identification des ennemis de cette plante à Nioka. Les résultats permettront de compléter les observations faites par d'autres auteurs en vue d'améliorer la surveillance des risques éventuels pouvant entraîner la baisse de sa productivité.

Matériel et méthode

Cette étude a débuté en octobre 1986 pour se terminer en août 1987.

Les chenilles étaient récoltées sur des chaumes parasités et élevées dans des flacons et des boîtes de Petri contenant de la ouate régulièrement imbibée d'eau, et couverte d'une gaze. En juillet et août 1987, un comptage des plantes parasitées a été effectué dans les deux fermes du Centre : Djumali et Nioka. Cinq pâturages naturels ont été choisis dans chaque ferme et, dans chaque pâturage, cinq aires de 50 m² (5 x 10 m) prises au hasard ont fait l'objet d'un comptage systématique de cette plante.

Le choix de ces pâturages et de la localisation des aires de comptage était guidé par un recouvrement d'au moins 60 p. 100 de *S. sphacelata* ; chaque chaume étant minutieusement examiné et compté. Les jeunes repousses sans longs entre-noeuds n'étaient pas comptées car elles ne sont généralement pas attaquées à ce stade. On a ainsi dénombré, dans chaque aire de comptage, le nombre de chaumes total et celui des chaumes parasités.

Dans l'interprétation statistique, on a tenu compte de l'influence des facteurs pâturage et ferme. Le modèle développé est un modèle hiérarchisé à deux critères de classification (pâturages dans les fermes, "pâturages" étant subordonné à "fermes"). Avant d'effectuer l'analyse de variance, on a préalablement transformé les données afin de stabiliser les variances. Les tests s'effectuant sur des proportions, on a utilisé la transformation angulaire selon la formule suivante (2) :

$$Y = 2 \arcsin \sqrt{X}$$

où X = pourcentage par rapport à l'unité, Y = nouvelle variable. L'analyse de la variance a été réalisée sur la nouvelle variable Y.

Résultats et discussion

Après culture des chenilles, les insectes obtenus ont été identifiés à la section d'Entomologie du Musée Royal d'Afrique Centrale à Tervuren et au British Museum (Natural History) à Londres. Outre les insectes et parasites nommés par HECQ (6) et MICHEL (8), on a trouvé

1. INERA, BP 111, Nioka, via Bunia, Zaïre.

2. Unité de Zootechnie, FSA Gx 5800 Gembloux, Belgique.

Reçu le 6.5.1990, accepté le 14.5.1991.

Communication

TABLEAU I Taux d'attaque des chenilles (en p. cent des chaumes).

Pâturages de la ferme de Djumali							Pâturages de la ferme de Nioka						
	1	2	3	4	5	X ¹	1	2	3	4	5	X ¹	X ²
N	5	5	5	5	5	25	5	5	5	5	5	25	50
X	8,67	16,99	24,20	14,20	28,65	18,47	16,07	23,84	30,20	20,80	27,79	24,14	21,11
S	3,72	13,86	7,56	4,96	14,97	10,20	5,89	7,61	2,59	1,82	6,84	7,67	9,10
CV	43,63	81,56	31,25	33,56	17,34	55,23	36,67	31,92	8,34	8,79	24,61	31,79	43,17

N : effectif ; X : moyenne ; S : écart-type estimé ; CV : coefficient de variance en p. cent. 1 : données moyennes de la ferme ; 2 : données moyennes de deux fermes.

un papillon *Chilo aleniella* (Strand) (Pyralidae : Crambinae) et un diptère de la famille des Tephritidae, du genre *Tephraziura*.

Les chenilles perforent la chaume et s'installent au centre de celui-ci. Selon le stade de leur développement, elles peuvent se déplacer de un à quatre entrenœuds. Ce mouvement mécanique ainsi que leur nutrition entraînent la destruction des tissus internes des chaumes dont elles se nourrissent. Le chaume peut avoir un à plusieurs trous, localisés dans un entrenœud ou non.

Le tableau I indique les taux d'attaque des parasites dans les pâturages de chaque ferme et pour l'ensemble des deux fermes.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux fermes. Par contre, on observe une différence hautement significative entre les pâturages de deux fermes avec une probabilité inférieure à 0,001.

Une analyse de la variance à un critère de classification dans chaque ferme confirme la grande variabilité entre pâturages : ferme de Djumali 4,9 et ferme de Nioka 5,23, avec pour toutes les deux une probabilité inférieure à 0,01.

Le test de Newman et Keuls montre que les moyennes des pâturages 5 et 3 ne sont pas significativement différentes pour la ferme de Djumali, ainsi que 3 et 5 pour la ferme de Nioka. Il en est de même pour les pâturages 2 et 4 dans les deux fermes. Le pâturage 1 est différent des autres dans chaque ferme.

L'absence de différence significative entre fermes expliquerait l'uniformité de leur taux d'infestation.

Malgré le taux non négligeable d'infestation de *S. sphacelata* à Nioka, une bonne proportion des plantes parasitées reste verte. Ceci s'expliquerait par le fait que les chenilles n'ont pas détruit tous les vaisseaux conducteurs

TABLEAU II Les oiseaux prédateurs des graines de *S. sphacelata*.

N°	Nom latin	Nom vernaculaire
1	<i>Estrilda nonnula</i> (Hartlaub)	Kpite
2	<i>Estrilda menalotis</i> (Temminck)	Sonchu
3	<i>Poliospiza</i> (= <i>Serinus</i>) <i>striolatus</i> (Hastert)	Bii
4	<i>Poliospiza</i> (= <i>Serinus</i>) <i>burtoni</i> <i>tangajicae</i> (Granvik)	Silili
5	<i>Lonchura</i> (= <i>Spermestes</i>) <i>cucullata</i> (Swainson)	Krukru

de la plante. Cependant, certains chaumes sont coupés par les chenilles qui rongent, à partir de l'intérieur, les alentours de celui-ci, provoquant l'assèchement de la partie supérieure.

Quant aux oiseaux, le tableau II présente ceux qui ont été observés en train de manger les graines de *S. sphacelata*. Tous ces oiseaux se promènent en bande, d'importance variable, et se nourrissent des graines des graminées des genres *Digitaria*, *Setaria*, *Poa*, *Sporobolus*, *Cynodon*, *Panicum*...) Ils mangent également des insectes et des termites (3, 5, 9).

Conclusion

Le taux d'infestation observé nous incite à rechercher si cette situation est temporaire ou permanente. Une étude beaucoup plus approfondie du cycle évolutif des chenilles durant toutes les saisons de l'année et celle des dégâts causés par les chenilles et les oiseaux sur la production en matière verte et en graines serait intéressante dans la perspective d'une lutte efficace contre ces ennemis.

Remerciements

Nous remercions vivement les Drs U. DALL'ASTA et M. LOUET du Musée Royal d'Afrique Centrale pour l'identification des insectes et des oiseaux, ainsi que le Dr M. SHAFFER du British Museum (Natural History) pour nous avoir aidés à identifier les papillons.

KATUNGA MUSALE (M.), BALONGA (R.), FERNANDEZ (J.). Preliminary note on the enemies of *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf and Hubbard, in Nioka (Zaire). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 381-383

A preliminary study of *Setaria sphacelata*'s enemies in farms of the Research Centre of Nioka (Zaire) has led to the identification of insects the caterpillars of which are parasites of the stubble. The frequency at which the stubble is attacked by caterpillars is far from being negligible. Several bird predators of seeds have also been identified. *Key words* : *Setaria sphacelata* - Noxious insect - Caterpillar - Predatory bird - Zaire.

Bibliographie

1. COMPERE (R.). Agrostologie des régions chaudes. Vol. 1, 2, 3. Gembloux, FSA, 1984.
2. DAGNELIE (P.). Théories et méthodes statistiques. Vol. 2. Gembloux, Presses agronomiques, 1975.
3. FREDERIC HOHN KACKSON (K.C.M.G.), SCATER (M.A.). The birds of Kenya Colony and the Uganda Protectorate. London, Gurney and Jackson, 1938. 1592 p.
4. FROMENT (D.). Aménagement et exploitation des pâturages à prédominance de *Hyparrhenia* de la région de Nioka. *Bull. Inf. INEAC*, 1960, **9** (1) : 49-70.
5. GOODWIN (D.). Estrildid finches of the world. British Museum (Natural History), Oxford University Press, 1982. 328 p.
6. HECQ (J.). La jachère et les cultures améliorantes en Haut-Ituri. *Bull. Inf. INEAC*, 1956, **3** : 203-213.
7. INERA. Rapport annuel. Zaire, 1977. 119 p.
8. MICHEL (G.). Trois plantes fourragères du Congo belge : *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf, *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard, *Setaria sphacelata* (Schum) Stapf et Hubbard. *Bull. agric. Congo belge*, 1960, **LI** (3) : 567-602.
9. PRIGORINE (A.). Les oiseaux de l'Itombwe et de son hinterland. Vol. I. Tervuren, Musée Royal d'Afrique Centrale, 1971.
10. TATON (A.). Les principales associations herbeuses de la région de Nioka et leur valeur agrostologique. *Bull. agric. Congo belge*, 1949, **XL** (2) : 1884-1900.

■ Analyse bibliographique

LEBRUN (J.P.), STORK (A.L.). Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Vol. 1. Généralités et Amporaceae à Pandaceae. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, Genève, 1991. 249 p. (Diffusé par : Conservatoire botanique, Éditions, Case postale 60, CH-1292 Chambesey (GE), Suisse.) ISBN 2-8277-0108-1. Prix : 40 FS.

La flore de l'Afrique tropicale est encore insuffisamment connue. Ainsi, de 1953 à 1976, 8 109 espèces nouvelles pour la science, d'Afrique et de Madagascar, ont été décrites. Il en résulte, qu'à la faveur des nombreuses révisions qui lui sont consacrées, on découvre un nombre assez important de changements dans la nomenclature, qui rendent plus difficile le travail des divers utilisateurs des binoms de plantes.

C'est à l'intention de ces derniers qu'a été réalisé cet ouvrage qui donne une vue panoramique et chiffrée de la flore de l'Afrique tropicale. Le premier volume, qui s'étend selon la séquence systématique des familles d'HUTCHINSON, des Annonacées aux Pandacées, regroupe 101 familles, 714 genres et 6 122 espèces spontanées. Les synonymes récents sont indiqués, de même que les flores dans lesquelles les espèces sont décrites ; si une planche représentant l'ensemble de la plante considérée existe, elle est citée. Une abondante bibliographie moderne est donnée à différents niveaux systématiques (famille, genre, espèce). Les généralités regroupent divers

chapitres dont "Aperçu sur l'exploration botanique de l'Afrique tropicale", "Richesse floristique des pays et régions d'Afrique tropicale", "Liste des ouvrages floristiques contemporains pour les divers pays et régions d'Afrique tropicale".

L'ouvrage complet est prévu en quatre volumes. Il devrait alors regrouper environ 20 000 espèces.

Erratum

Article : RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 225-231.

P. 228, 1^{re} colonne, ligne 4 : lire "EBf (en kcal/kg MO) = 4 623 + 4,155 MATf [2]", au lieu de "EBf (en kcal/kg MO) = 4 623 + 5,155 MATf [2]".