

Sommaire

- 96 Actualité
97 Hommage à Pierre-Claude Morel

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 98-101 Epizootie de pasteurellose dans un élevage semi-intensif de lapins de race locale au Sénégal. Dehoux J.-P., Dachet P., Gueye L., Dieng A., Buldgen A. (*en français*)
- 102-106 Enquête épidémiologique préliminaire sur les prévalences des *Salmonella* spp. à l'abattoir de Bissau (Guinée-Bissau). Bernardo F.M.A., Brandão C.F.S.N. (*en français*)
- 108-109 Premier rapport de l'isolement de *Mycoplasma bovis* lors d'un foyer de mammites de la vache laitière au Soudan. Abbas S.I. (*en anglais*)
- 110-113 Foyer de bursite infectieuse liée à une colibacillose septicémique aiguë chez des poulettes adultes. Igbokwe I.O., Salako M.A., Rabo J.S., Hassan S.U. (*en anglais*)
- 114-120 Caractérisation *in vitro* et *in vivo* de deux souches de virus de la variole des dromadaires à virulence atténuée. Otterbein C.K., Meyer H., Renner-Müller I.C.E., Munz E. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 124-129 Lutte intégrée contre les parasitoses animales tropicales. Uilenberg G. (*en français*)
- 130-131 Note préliminaire sur l'efficacité comparée des pièges *mono-screen* et *bipyramidal*. Essai sur *Glossina fuscipes fuscipes* en République centrafricaine. Gouteux J.P. (*en français*)
- 132-140 Emission de *Trypanosoma congolense* dans la salive et dans la goutte anale chez *Glossina morsitans morsitans* et *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae) au laboratoire. Gidudu A.M., Cuisance D., Reifenberg J.M., Frézil J.L. (*en français*)
- 141-148 Les chimiorécepteurs de l'aile chez *Glossina pallidipes* (Diptera : Glossinidae) et *Stomoxys nigra* (Diptera : Muscidae). Geoffroy B., Bialota F., Bossy J.P., Ravallec M., D'Amico F., Cuisance D. (*en français*)
- 150-156 Intérêt d'un traitement antiparasitaire contre les strongles et les coccidies à l'agnelage de la brebis Djallonké. Hounzangbe-Adote M.S., Meyer C. (*en français*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

- 158-166 Composition chimique et dégradabilité enzymatique et *in vitro* d'espèces ligneuses arbustives utilisables par les ruminants dans les parcours extensifs de la Nouvelle-Calédonie. II. Equations de prédiction de la dégradabilité enzymatique et *in vitro* de la matière organique et des matières azotées. Corniaux C., Guerin H., Steingass H. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

- 167 Analyses d'ouvrages
- 168-173 Productivité des caprins dans les systèmes de production agricole du Delta du fleuve Sénégal. Tourrand J.-F., Landais E. (*en français*)
- 174-177 Caractéristiques du sperme et potentiel d'utilisation par insémination artificielle des taureaux de race Borgou. Adamou N'Diaye M., Jondet R., Adjovi A. (*en français*)
- 178-182 Effets génétiques et de l'environnement sur le poids à la naissance de moutons Foulbé (Peulh) au Cameroun. Ebangi A.L., Mbah D.A., Ngo Tama A.C. (*en anglais*)

Contents

- 96 **Current topics**
97 **Homage to Pierre-Claude Morel**

INFECTIOUS PATHOLOGY

- 98-101 **Epizootic pasteurellosis in a semi-intensive breeding farm of indigenous Senegalese rabbits.**
Dehoux J.-P., Dacht P., Gueye L., Dieng A., Buldgen A. (*in French*)
- 102-106 **Preliminary survey on *Salmonella* prevalence at Bissau slaughterhouse (Guinea-Bissau).**
Bernardo F.M.A., Brandão C.F.S.N. (*in French*)
- 108-109 **First reported isolation of *Mycoplasma bovis* from an outbreak of bovine mastitis in Sudan.**
Abbas S.I. (*in English*)
- 110-113 **Outbreak of infectious bursal disease associated with acute septicaemic colibacillosis in adult prelayer hens.** Igbokwe I.O., Salako M.A., Rabo J.S., Hassan S.U. (*in English*)
- 114-120 ***In vivo* and *in vitro* characterization of two camelpoxvirus isolates with decreased virulence.** Otterbein C.K., Meyer H., Renner-Müller I.C.E., Munz E. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

- 124-129 **Integrated control of tropical animal parasitoses.** Uilenberg G. (*in French*)
- 130-131 **Preliminary comparison of mono-screen and bipyramidal traps for catching *Glossina fuscipes fuscipes* in the Central African Republic.** Gouteux J.P. (*in French*)
- 132-140 ***Trypanosoma congolense* emission in *Glossina morsitans morsitans* and *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae) saliva and anal drop in the laboratory.** Gidudu A.M., Cuisance D., Reifenberg J.M., Frézil J.L. (*in French*)
- 141-148 **Wing chemoreceptors of *Glossina pallidipes* (Diptera: Glossinidae) and *Stomoxys nigra* (Diptera: Muscidae).** Geoffroy B., Bialota F., Bossy J.P., Ravallec M., D'Amico F., Cuisance D. (*in French*)
- 150-156 **Advantages of antiparasitic treatments of Djallonke ewes at lambing.** Hounzangbe-Adote M.S., Meyer C. (*in French*)

FEED RESOURCES

- 158-166 **Chemical components and enzyme and *in vitro* digestibility of woody shrubs used by ruminants in New Caledonian rangelands. II. Prediction equations of enzyme and *in vitro* digestibility of crude protein and organic matter.** Corniaux C., Guerin H., Steingass H. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

- 167 **Book reviews**
- 168-173 **Goat productivity in farming production systems of the Senegal River Delta.** Tourrand J.-F., Landais E. (*in French*)
- 174-177 **Borgou bull semen characteristics and potential use in artificial insemination.** Adamou N'Diaye M., Jondet R., Adjovi A. (*in French*)
- 178-182 **Impact of genetic and environmental factors on birth weight of Fulbe sheep in Cameroon.** Ebangi A.L., Mbah D.A., Ngo Tama A.C. (*in English*)

Sumario

- 96 Actualidad
97 Homenaje a Pierre-Claude Morel

PATOLOGIA INFECCIOSA

- 98-101 **Epizootia de pasteurelosis en un criadero semi intensivo de conejos de la raza local de Senegal.** Dehoux J.-P., Dachet P., Gueye L., Dieng A., Buldgen A. (*en francés*)
- 102-106 **Encuesta epidemiológica preliminar sobre las prevalencias de salmonella spp en el matadero de Bissau (Guinea-Bissau).** Bernardo F.M.A., Brandão C.F.S.N. (*en francés*)
- 108-109 **Reporte sobre el primer aislamiento de Mycoplasma bovis en un brote de mastitis bovina en Sudán.** Abbas S.I. (*en inglés*)
- 110-113 **Brote de enfermedad infecciosa de la bursa asociada con colibacilosis septicémica aguda en gallinas pre ponedoras adultas.** Igbokwe I.O., Salako M.A., Rabo J.S., Hassan S.U. (*en inglés*)
- 114-120 **Caracterización in vivo e in vitro de dos aislamientos de Camelpoxvirus con virulencia disminuida.** Otterbein C.K., Meyer H., Renner-Müller I.C.E., Munz E. (*en inglés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

- 124-129 **Lucha integrada contra las parasitosis animales tropicales.** Uilenberg G. (*en francés*)
- 130-131 **Nota preliminar sobre la eficiencia comparada de trampas a pantalla única mono screen y bipiramidales. Ensayo sobre la Glossina fuscipes fuscipes en la República centroafricana.** Gouteux J.P. (*en francés*)
- 132-140 **Emisión de Trypanosoma congolense en la saliva y en la gota anal de la Glossina morsitans morsitans y la Glossina tachinoides (Diptera : Glossinidae) en el laboratorio.** Gidudu A.M., Cuisance D., Reifenberg J.M., Frézil J.L. (*en francés*)
- 141-148 **Quimiorreceptores del ala en Glossina pallidipes (Diptera : Glossinidae) y Stomoxys nigra (Diptera : Muscidae).** Geoffroy B., Bialota F., Bossy J.P., Ravallec M., D'Amico F., Cuisance D. (*en francés*)
- 150-156 **Interés del tratamiento antiparasitario contra los estróngilos y las coccidias en los corderos de la oveja Djallonke.** Hounzangbe-Adote M.S., Meyer C. (*en francés*)

RECURSOS ALIMENTICIOS

- 158-166 **Composición química y degradación enzimática e in vitro de las especies de arbustos leñosos utilizables por los rumiantes en los recorridos extensivos en Nueva Caledonia. II. Ecuaciones de predicción de la degradación enzimática e in vitro de la materia orgánica y de las materias nitrogenadas.** Corniaux C., Guerin H., Steingass H. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

- 167 **Comentario bibliográfico**
- 168-173 **Productividad caprina en los sistemas de producción agrícola del Delta del Río Senegal.** Tourrand J.-F., Landais E. (*en francés*)
- 174-177 **Características del esperma y su potencial de utilización para la inseminación artificial, de los toros de raza Borgou.** Adamou N'Diaye M., Jondet R., Adjovi A. (*en francés*)
- 178-182 **Importancia de los factores genéticos y ambientales sobre el peso al nacimiento de las ovejas Fulbe en Camerún.** Ebangi A.L., Mbah D.A., Ngo Tama A.C. (*en inglés*)

Actualité

Coopération européenne

Dans les pays de la Communauté européenne, il existe plus de vingt institutions proposant des formations sur la santé et les productions animales dans les pays tropicaux. Elles sont pour la plupart intégrées à un institut ou un centre de recherche agronomique ou vétérinaire.

Parmi ces centres et devant la nécessité de regrouper des compétences et d'aboutir à des diplômes européens, deux des plus anciennes institutions, le Centre de médecine vétérinaire tropicale ("Centre for tropical veterinary medicine", CTVM), émanation de l'Université d'Edimbourg, et le Département "Élevage et médecine vétérinaire" du CIRAD (CIRAD-EMVT) ont mis en place une coopération étroite en coordonnant certains aspects de leurs formations et de leurs travaux.

Pour la formation, les cycles en Ecosse et en France sont organisés en modules et les étudiants ont la possibilité d'effectuer certains d'entre eux dans l'un des deux pays, ... à la condition d'être parfaitement bilingues. L'ensemble des modules échangeables entre ces deux institutions a pour objectif d'obtenir le label "Natura" qui reconnaît l'aspect pluri-institutionnel européen du diplôme de mastère acquis en une ou plusieurs années. Cette coopération dans le domaine de la formation se traduit également par des échanges d'enseignants qui dispensent des séries de conférences s'intégrant dans les modules. Ce dernier point est soutenu par le programme d'actions intégrées franco-britanniques "Alliance". Ces échanges sont riches par le partage des connaissances scientifiques, techniques et pédagogiques.

Sur le plan des publications, le CIRAD-EMVT et le CTVM disposent chacun d'une revue périodique scientifique, la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux pour le premier, le Tropical animal health and production pour le second. Il a été décidé de coopérer dans ce domaine en éditant conjointement des articles de synthèse dans les langues respectives. Ce numéro sera le premier à contenir ce type de publication avec l'article de G. UILENBERG sur la "Lutte intégrée contre les parasitoses animales tropicales". Ces articles seront le moyen de faire le point sur un thème ; ils s'appuieront sur le maximum de références et de connaissances diffusées tant en langue anglaise qu'en langue française. Il est prévu une publication conjointe de documents deux fois par an.

Un troisième axe de coopération est de nature scientifique avec des échanges accrus dans le domaine de la santé animale, notamment entre les laboratoires travaillant sur les maladies transmises par des vecteurs (trypanosomoses, cowdriose, ...).

Ces échanges mettent en place une coopération européenne effective entre des organismes de même objectif et visent à mieux cibler les besoins de formation et de connaissances pour les pays tropicaux, ainsi qu'à améliorer la diffusion des résultats de la recherche pour les utilisateurs. Il est prévu que des organismes d'enseignement et de recherche de pays africains rejoignent cet ensemble de formation dans les années à venir.

Didier RICHARD
Rédacteur en chef

Hommage à Pierre-Claude Morel

(1928-1996)

Le décès de Pierre-Claude Morel, survenu le 19 août 1996, marque la fin d'une période féconde de la parasitologie vétérinaire tropicale au Département d'élevage et de médecine vétérinaire du CIRAD. La Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux perd avec lui un membre éminent de son comité de lecture, et un chercheur qui l'avait honorée par les nombreux articles qu'il y avait publiés.

Pierre-Claude Morel est né à Paris le 7 juin 1928. Après de solides études secondaires, il est reçu, en 1946, au concours des Ecoles vétérinaires. Sorti en 1951 de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, il soutient, en 1953, une thèse de doctorat en médecine vétérinaire sur les cestodes du mouton. Il obtient le diplôme de l'IEMVT le 14 juillet de la même année, puis le diplôme d'entomologie médicale de l'ORSTOM en juillet 1954. Affecté au laboratoire de Dakar-Hann, au Sénégal, il se spécialise très tôt dans l'étude des tiques et des maladies transmises par ces Acariens : sa première publication dans ce domaine date de 1956. Tout en poursuivant ses recherches sur le terrain, tant au Sénégal que pendant ses congés en France, il passe en 1958, à la faculté de Dakar, un certificat de zoologie générale. Appelé au siège central de l'IEMVT en 1965, il y constitue une collection unique de tiques et acquiert une notoriété internationale en matière de systématique des Ixodoidea. En 1966, après avoir obtenu à la faculté d'Orsay, deux certificats (botanique générale et biologie générale), il obtient la maîtrise en sciences naturelles. Il soutient avec succès, en 1969, à la même faculté, une thèse de Doctorat ès sciences naturelles qui lui permet d'être inscrit sur la liste d'aptitude à l'enseignement supérieur en 1970. Ce titre permet à l'IEMVT de l'affecter, en 1976, à l'Ecole de lutte anti-tsétsé de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), où il participe, pendant deux ans, avec ses confrères allemands de la GTZ, à l'enseignement dispensé aux techniciens africains qui se spécialisent dans la lutte contre les vecteurs des trypanosomoses animales. De retour au siège central de l'IEMVT, il est nommé, en octobre 1978, responsable du service de l'enseignement où il succède à Georges Tillien. Il y crée, avec la collaboration de professeurs de l'université de Créteil, le diplôme d'études supérieures spécialisées (DESS) de productions animales et des industries agricoles en régions chaudes - qui sera remplacé en 1986, avec de nouveaux partenaires, par l'actuel DESS de productions animales en régions chaudes. Il dirigera le service de l'enseignement jusqu'en juin 1985, date à laquelle lui succède Jean Gruvel. Il continuera toutefois, jusqu'à ses derniers moments, à assurer l'enseignement en acarologie, en pathologie et en épidémiologie des maladies transmises par les tiques, tant à l'IEMVT qu'à l'Institut Pasteur de Paris, à la faculté de médecine de Créteil ou à l'Institut de Zoologie de Neuchâtel (Suisse). De nombreuses promotions de spécialistes en médecine vétérinaire tropicale ont eu le privilège de bénéficier de son enseignement très apprécié, car outre sa vaste culture qui touchait à des domaines aussi variés que la pathologie, la zoologie, la botanique, l'archéologie, la psychologie ou la littérature, il avait le don de capter son auditoire ; ses cours n'avaient pas de fin ! Très pédagogue, toujours disponible, il avait des relations très humaines avec ses élèves qui le considéraient comme un "Maître" sachant susciter des vocations et les encourager.

Cet homme qui aurait pu s'enorgueillir de ses exceptionnelles qualités et de ses titres, était resté toujours modeste, affable et d'une grande humilité, sachant mettre son érudition à la portée et au service de chacun, tant au laboratoire que dans la brousse. Chaque sortie dans les savanes était pour ses élèves, collègues et amis qui l'accompagnaient, une leçon de parasitologie, mais aussi d'histoire naturelle. Spécialiste français incontesté des Ixodoidea et des agents pathogènes transmis par ces Acariens, son œuvre scientifique est considérable et aborde de nombreux autres domaines de la parasitologie vétérinaire : glossines, Tabanidés, helminthes par exemple. Cent trente publications, touchant à la parasitologie tant africaine (il participa à la rédaction du Précis de parasitologie vétérinaire tropicale) qu'europpéenne ou sud-américaine, émaillent cette brillante carrière. Ses compétences lui ont naturellement valu d'être appelé en consultation, par des organisations françaises ou internationales, dans de nombreux pays africains, ainsi qu'aux Antilles françaises, à la Réunion, au Paraguay ou au Brésil. Vétérinaire inspecteur, membre titulaire de l'Académie vétérinaire de France, membre de la Société des acarologistes de langue française, chevalier des Palmes académiques, officier du Mérite agricole, chevalier de l'ordre national du Mérite, il reçut également le prix Railliet de l'Académie vétérinaire de France en 1968.

Tous ses amis, ses confrères, ses élèves n'oublieront pas Pierre-Claude Morel pour lesquels il reste un exemple à suivre.

Jacques ITARD

Epizootie de pasteurellose dans un élevage semi-intensif de lapins de race locale au Sénégal

J.-P. Dehoux¹ P. Dacht¹ L. Gueye¹ A. Dieng¹

A. Buldgen²

Mots-clés

Lapin - Pasteurellose - *Pasteurella multocida* - *Klebsiella pneumoniae* - *Pseudomonas aerogenes* - Saison humide - Epizootie - Vaccination - Sénégal.

Résumé

Une épizootie de pasteurellose s'est déclenchée dans un élevage semi-intensif de lapins (200 animaux) de race locale, à Thiès (ENSA) au Sénégal, pendant la saison des pluies 1995 (août à octobre). L'épizootie a provoqué la mort de 87 animaux. Les jeunes ont été particulièrement touchés par l'affection. Des symptômes tels que jetage, conjonctivite, perte de l'œil, otite moyenne et interne étaient observés chez les lapereaux tandis que les adultes manifestaient de la parésie postérieure. *Pasteurella multocida*, *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aerogenes* ont été identifiés. Un antibiogramme a révélé une sensibilité de ces germes au chloramphénicol, à l'association sulfaméthoxazole/triméthoprim et à la colistine. Les températures et l'humidité élevées caractérisant la saison des pluies semblent avoir favorisé l'apparition de la maladie à partir de porteurs sains issus du noyau fondateur de l'élevage. Un traitement à la colistine et au chloramphénicol a été instauré avant une vaccination de tous les animaux contre la pasteurellose.

■ INTRODUCTION

Le lapin est une source intéressante de protéines en zone tropicale, en particulier pour les populations rurales et périurbaines disposant de faibles ressources monétaires. Son élevage est favorisé par le faible coût d'achat des animaux, par la multiplication rapide de ses effectifs et par des besoins nutritifs relativement aisés à satisfaire (7). Les propriétés de cet élevage ont provoqué un intérêt croissant pour la cuniculture au Sénégal. Les effectifs de base excèdent toutefois rarement cinq femelles reproductrices. Par ailleurs, de nombreuses maladies, encore peu connues, sévissent dans les clapiers et sont en grande partie responsables de la faible productivité des élevages (4).

Dans le cadre du Projet d'appui au Département des productions animales de l'ENSA (Thiès, Sénégal), un volet d'études consacré au lapin local a été créé afin d'approfondir la connaissance de son élevage et de sa productivité. Cette note reprend les observations faites lors d'une épizootie de pasteurellose qui s'était déclenchée dans la lapinière de l'ENSA pendant la saison pluvieuse 1995.

■ SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE

Les lapins de race locale étaient issus d'un noyau reproducteur acheté sur les marchés environnant Thiès en octobre 1994. D'un poids moyen adulte de 2,5 kg, les sujets étaient élevés dans un bâ-

timent en béton semi-ouvert occupant une superficie de 30 m². Ils étaient logés individuellement (reproducteurs) ou par lot (engraissement) dans des cages métalliques disposées en batterie sur 2 ou 3 étages. En août 1995, l'effectif total de la lapinière atteignait 193 sujets. Ces derniers étaient nourris au moyen de fourrages verts (*Leucaena leucocephala*, *Andropogon gayanus*) complétés par un aliment granulé du commerce. Ils disposaient en permanence d'eau claire.

Aucune prophylaxie particulière n'a été instaurée, mis à part une administration bimensuelle d'anticoccidien dans l'eau de boisson (sulfadimidine/diavéridine). La lapinière était nettoyée tous les jours : les matières fécales étaient enlevées et la dalle rincée au Crésyl. Les cages étaient fréquemment lavées à l'eau de Javel.

La maladie est apparue durant le mois d'août 1995 et a sévi jusqu'en octobre de la même année. Cette période a coïncidé avec la saison des pluies qui s'étend de juin à octobre avec les précipitations maximales en août et septembre. A cette époque de l'année, la température moyenne journalière minimale dans la lapinière était de 25,6°C. La température moyenne maximale atteignait 35,5°C et l'humidité relative moyenne de l'air ambiant avoisinait 70 p. 100.

■ SYMPTOMATOLOGIE

D'août à octobre 1995, 87 mortalités imputables à la maladie ont été recensées. Au total, 5 adultes, 45 lapereaux sevrés et 37 lapereaux sous la mère sont morts ou ont été sacrifiés (animaux agonisants ou incurables). Les jeunes animaux ont été le plus frappés par la maladie (tableau I). Alors que le taux de mortalité moyen dans l'élevage est de 4,5 p. 100, durant les trois mois de l'épizoo-

1. Département des productions animales, Ecole nationale supérieure d'agriculture (ENSA), BP A/ 296 (RP), Thiès, Sénégal

2. Unité de zootechnie, Faculté universitaire des sciences agronomiques, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique

TABLEAU I

Evolution des mortalités suivant la catégorie d'animaux et le mois de l'année

	Mâles reproducteurs	Femelles reproductrices	Sevrés	Nouveaux- nés	Taux de mortalité	Taux de létalité
Juin (207 lapins) mortalités				6	2,8 %	0 %
Juillet (193 lapins) mortalités			5	10	7,7 %	0 %
Août (180 lapins) mortalités	1	2	10	17	16,6 %	84,5 %
Septembre (162 lapins) mortalités	2		23	10	21,6 %	91,7 %
Octobre (132 lapins) mortalités			12	10	16,6 %	82,3 %
Novembre (152 lapins) mortalités			3	4	4,6 %	0 %

tie, ce taux était respectivement de 16,6 p. 100, 21,6 p. 100 et 16,6 p. 100. Le taux de létalité était également très élevé atteignant respectivement 84,5 p. 100, 91,7 p. 100 et 82,3 p. 100.

La symptomatologie est apparue très différente suivant la catégorie d'animaux. Les jeunes animaux, sevrés ou sous la mère, présentaient des manifestations cliniques spécifiques. Un léger jetage séreux puis muqueux était constaté avec de rares manifestations de toux ou d'éternuements. Les poils des pattes antérieures étaient collés et recouverts par un mucus jaunâtre séché que le lapin essuyait en se frottant le nez. Un à deux jours plus tard, alors que l'animal manifestait des signes d'abattement et d'anorexie, une conjonctivite unilatérale est apparue dans la majorité des cas avec dépôt d'un film muqueux blanchâtre sur la cornée de l'œil atteint. La conjonctivite, d'abord séreuse, devint ensuite purulente. Un ankyloblépharon purulent soudait les paupières. La cornée était perforée avec une présence abondante de pus dans les chambres entraînant par la suite la perte de l'œil. L'animal présentait ensuite une atteinte de l'oreille moyenne et interne. Ceci se manifestait par une posture anormale avec rotation du cou et de la tête du côté de l'œil atteint. L'animal mourait un à deux jours plus tard. Certains jeunes lapereaux développaient aussi des signes nerveux : parésie postérieure avec incontinence urinaire et fécale. Les adultes ne présentaient que la symptomatologie nerveuse de type méningo-encéphalitique : parésie postérieure, paralysie et incontinence. Chez les survivants, les paramètres de fécondité étaient toutefois en baisse : les femelles avaient des portées de taille réduite (3 lapereaux contre 5 en moyenne pour l'élevage) avec des cas d'hydrocéphalie. Le nombre de services pour avoir une gestation était passé de un à trois.

A l'autopsie, mis à part les lésions spécifiques au niveau de l'œil et de l'oreille moyenne, les lésions anatomo-pathologiques étaient peu caractéristiques : décoloration du foie et des reins, lésions d'entérite chez certains animaux. L'ouverture de la boîte crânienne ne révéla aucune lésion macroscopique dans les cas de parésie postérieure.

L'administration d'oxytétracycline par voies parentérale et orale et d'un onguent ophtalmique (chlortétracycline) à tous les animaux durant le mois d'août a permis de constater une rémission des symptômes. Néanmoins, une nouvelle flambée de la maladie était constatée en septembre.

■ IDENTIFICATION DE L'AGENT RESPONSABLE

En octobre 1995, des lapins malades ont été envoyés dans les départements de diagnostics virologiques et bactériologiques de l'hôpital Saint-Jean-de-Dieu, à Thiès et au laboratoire de diagnostic vétérinaire de Haan, à Dakar. *Pasteurella multocida*, *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aerogenes* ont été isolés. Un antibiogramme a révélé une sensibilité de ces germes à la colistine, au chloramphénicol et à l'association sulfaméthoxazole/triméthoprime. *Listeria monocytogenes*, *Bordetella bronchiseptica* et *Thelazia* spp. n'ont pas été identifiés malgré une demande diagnostique précise.

Lorsque le diagnostic a été prononcé, un traitement à base de chloramphénicol par voie parentérale (100 mg/kg) et conjonctivale a été instauré à la fin du mois d'octobre. Une première vaccination contre la pasteurellose (Pasteurellad R - Laboratoire national de l'Élevage et de Recherches vétérinaires-Dakar) a été réalisée dix jours plus tard avec un rappel trois mois après.

■ DISCUSSION

La pasteurellose se manifeste chez le lapin sous de nombreuses formes cliniques : rhinite (coryza), pneumonie, otite, abcès, mammité, pyomètre, orchite et septicémie. Okerman et coll. (6) ont montré que les souches de *Pasteurella* isolées chez le lapin se différencient fortement d'après leur virulence. Les souches isolées dans les cas de rhinite sont nettement moins virulentes que celles

isolées dans les formes de pneumonie et de septicémie. Dans cette étude, la symptomatologie respiratoire s'est avérée peu importante lors d'observations cliniques. La perte de l'œil ainsi que les manifestations cliniques de l'atteinte de l'oreille sont autrement plus fréquentes. Ces manifestations, ainsi que celles de type méningo-encéphalitique chez l'adulte, sont à mettre en parallèle avec les symptômes décrits par Houchot (2). Cet auteur observait des signes cliniques semblables dans ses clapiers, en émettant l'hypothèse d'une pasteurellose. *Klebsiella pneumoniae* avait été également isolé dans les prélèvements.

Parfois jusqu'à 90 p. 100 des animaux de certains élevages (5) sont des porteurs sains. Ces sujets excrètent la bactérie dans le milieu ambiant lors de conditions de stress, telles que des températures élevées associées à des taux d'humidité importants en saison des pluies. Depuis l'achat du noyau de départ en octobre 1994, aucun autre animal n'a été introduit dans l'élevage. Il est donc vraisemblable qu'un ou plusieurs des animaux étudiés aient été des porteurs sains. D'après Lukefahr et Cheeke (4), pour éviter ce problème de portage, certains projets ont été réalisés en démarrant des élevages de lapins à partir de lignées SPF (specific pathogen-free) créées et développées dans certaines universités et laboratoires. Toutefois ce genre de lignée n'existe pas au Sénégal.

Bien que l'immunité conférée après guérison soit faible (6), les adultes ont peu souffert de la maladie alors que les lapereaux connaissent des taux de morbidité et de mortalité élevés.

Le traitement de cette affection est décevant et difficile. Les soins procurent souvent une rémission temporaire des symptômes. Selon les auteurs, des antibiotiques comme le chloramphénicol, l'oxytétracycline, la streptomycine sont recommandés (8, 9). D'après Spanogne et Okerman (10), sans mesures sanitaires importantes (lavage, désinfection, conduite d'élevage rationnelle, contrôle des conditions d'ambiance et élimination des porteurs), il ne faut pas s'attendre à des résultats spectaculaires au moyen de vaccins inactivés. Dans les exploitations importantes, la préparation de vaccins homologues donne de meilleurs résultats que les vaccins polyvalents vendus dans le commerce, surtout lorsqu'ils sont administrés par voie intradermique (1). La vaccination des lapins est préconisée à 4 semaines d'âge, avec rappel vaccinal tous les 3 à 6 mois (1, 8, 10). Le Normand (3) conseille en outre une prophylaxie médicamenteuse (oxytétracycline, spiramycine, sulfamides) dans l'eau de boisson ou dans les aliments selon une fréquence de 10 jours tous les 2 mois.

■ CONCLUSION

Avec la coccidiose, la pasteurellose est une des maladies les plus redoutables des clapiers. Cette pathologie, très meurtrière chez les jeunes animaux, présente des manifestations cliniques très variées. L'épizootie se déclenche à la suite de conditions de stress à partir d'animaux porteurs sains difficiles à détecter dans les conditions locales. Étant donné que le traitement de cette affection est difficile et décevant, la vaccination des animaux constitue une mesure de prophylaxie indispensable qu'il faut associer impérativement à des conditions sanitaires rigoureuses. L'utilisation d'un autovaccin sera chaque fois préconisée dans les élevages importants car les vaccins vendus dans le commerce sont nettement moins efficaces.

BIBLIOGRAPHIE

- HERVOUET P., DONNION C., THIBAUT E., RETAILLEAU B., 1992. Du nouveau dans les autovaccins "maladies respiratoires" : l'utilisation de la voie intradermique. *Cuniculture*, **107** (19/5) : 215-218.
- HOUCHOT A., 1981. Bilan pathologique de quatre années d'élevage du lapin domestique servant à la nourriture de glossines (*Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949) en Haute-Volta. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** (4) : 369-376.
- LE NORMAND B., 1994. Mesures de prophylaxie indispensable en élevage cunicole : intérêt et coûts. *Cuniculture*, **119** (21/5) : 229-232.
- LUKEFAHR S.D., CHEEKE P.R., 1990. Rabbit project planning strategies for developing countries. II : Research applications. *Livest. Res. rural Dev.*, **2** (3) : 34-47.
- MERCK, SHARP, DOHME, 1986. Management, husbandry, and diseases of rabbits. In: Fraser C.M. ed., *The Merck veterinary Manual*, 6th ed. Rahway, USA, Merck & Co. Inc., p. 992-993.
- OKERMAN L., SPANOGNE L., DEBRUYCKER R.M., 1979. Experimental infection of mice with *Pasteurella multocida* strains isolated from rabbits. *J. comp. Path.*, **89** : 51-55.
- OWEN J.E., 1976. Rabbit production in tropical developing countries: a review. *Trop. Sci.*, **18** (4) : 203-210.
- SABATIER H., 1971. Le lapin et son élevage professionnel. Paris, France, Dunod, p. 120-122. (Problèmes de l'entreprise agricole n°7)
- SCHALL H., 1992. Le lapin. In : Gabrisch K., Zwart P. coord., *La consultation des nouveaux animaux de compagnie*. Maisons-Alfort, France, Editions du Point vétérinaire, p. 6-7.
- SPANOGNE L., OKERMAN L., 1987. Prévention de la pasteurellose des lapins par vaccination au moyen d'un vaccin inactivé : observations sur le terrain. *Revue Agric.*, **5** (40) : 1283-1293.

Reçu le 19.1.96, accepté le 2.8.96

Summary

Dehoux J.-P., Dacht P., Gueye L., Dieng A., Buldgen A.
Epizootic pasteurellosis in a semi-intensive breeding farm of indigenous Senegalese rabbits

Epizootic pasteurellosis appeared in a semi-intensive breeding farm (200 animals) of indigenous rabbits in Thiès (ENSA), Senegal, during the 1995 wet season (August to October). It provoked death in 87 animals. Young animals were particularly sensitive to the disease. Nasal discharge, conjunctivitis, eye loss and otitis *media* and *interna* were observed in young rabbits while posterior paresis was noted in mature rabbits. *Pasteurella multocida*, *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aerogenes* were identified. An antibiogram revealed the germs were sensitive to chloramphenicol, sulfamethoxazole/trimethoprim and colistin. High temperatures and humidity during the wet season may have contributed to the outbreak of the disease from healthy carriers introduced at the founding of the farm. Colistin and chloramphenicol treatments were administered before vaccinating all rabbits against pasteurellosis.

Key words: Rabbit - Pasteurellosis - *Pasteurella multocida* - *Klebsiella pneumoniae* - *Pseudomonas aerogenes* - Wet season - Epizootics - Vaccination - Senegal.

Resumen

Dehoux J.-P., Dacht P., Gueye L., Dieng A., Buldgen A.
Epizootía de pasteurellosis en un criadero semi intensivo de conejos de la raza local de Senegal

Se declaró una epizootía de pasteurellosis en un criadero semi intensivo de conejos (200 animales) de raza local, en Thiès (ENSA), en Senegal, durante la estación de las lluvias en 1995 (de agosto a octubre). La epizootía provocó la muerte de 87 animales. Los jóvenes fueron particularmente afectados por la infección. En los gazapos se observaron los siguientes síntomas: descarga nasal, conjuntivitis, pérdida de la visión, otitis *media* e *interna*, mientras que los adultos manifestaron paresia posterior. Se identificaron *Pasteurella multocida*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aerogenes*. El antibiograma reveló la sensibilidad de estos gérmenes al cloranfenicol, a la asociación sulfametoxazol/trimetroprin y a la colistina. Las altas temperaturas y la humedad características de la estación lluviosa, parecen haber favorecido la aparición de la enfermedad a partir de portadores sanos, dentro del núcleo original del criadero. Un tratamiento con colistina y cloranfenicol se instauró, antes de la vacunación de todos los animales contra la pasteurellosis.

Palabras clave : Conejo - Pasteurellosis - *Pasteurella multocida* - *Klebsiella pneumoniae* - *Pseudomonas aerogenes* - Estación húmeda - Epizootía - Vacunación - Senegal.

Enquête épidémiologique préliminaire sur les prévalences des *Salmonella* spp. à l'abattoir de Bissau (Guinée-Bissau)

F.M.A. Bernardo¹ C.F.S.N. Brandão¹

Mots-clés

Bovin - *Salmonella* - Epidémiologie - Abattoir - Prévalence - Sérotype - Variation saisonnière - Antibiotique - Guinée-Bissau.

Résumé

Compte tenu de l'importance que revêtent les salmonelles comme agent de mortalité et de morbidité, notamment chez l'enfant, il a été décidé d'étudier la prévalence de ces bactéries avec la collaboration des autorités de Guinée-Bissau, par une enquête épidémiologique à l'abattoir de Bissau. Le taux de prévalence sur 117 bovins abattus et reconnus aptes à la consommation humaine a été de 13,7 p. 100, dont 8,5 p. 100 dans les prélèvements intestinaux et 5,1 p. 100 dans les vésicules biliaires. Les écouvillonnages rectaux, sur 74 autres animaux vivants, n'ont permis qu'un seul isolement : *S. stanleyville*. En revanche, aucune souche n'a été isolée dans les ganglions lymphatiques hépatiques. Ces souches, dont certains sérotypes sont pathogènes pour l'homme, sont en majorité dites "exotiques" : *S. bargny*, *S. brazzaville*, *S. virchow*, *S. rubislaw*, *S. brazil*, *S. calabar*, *S. havana*, *S. hull*, *S. marseille*, *S. shipely*, *S. uppsala*, *S. 114*, 12; l, w; e, n, x. Un nouveau sérotype est décrit : *S. 28; f, m, t*-. Isolé du contenu intestinal, ce sérotype présentait des fimbres MSHA (++++) et une DL 50 de 7,0 Log 10. La majorité des souches présentaient une antibiorésistance, soit simple, soit multiple. Les isollements ont été plus fréquents en saison humide qu'en saison sèche.

INTRODUCTION

Les maladies diarrhéiques humaines sont responsables d'importants taux de mortalité et de morbidité (15, 21, 28, 30) dans les pays en voie de développement, surtout chez les enfants. L'importance nosologique des *Salmonella* qui sont des agents classiques de ces types de pathologies et leur présence chez les bovins abattus à Bissau et destinés à la consommation ont été mal évaluées (7, 10, 14, 20, 23).

C'est pourquoi il est important de connaître la fréquence de portage sain des bovins destinés à la consommation humaine, dans la mesure où ils jouent, peut-être, un rôle d'agent opportuniste dans les cas de SIDA, ainsi, à titre d'exemple, que des schistosomoses. Le rôle des animaux domestiques et de ces produits comme réservoirs et véhicules de *Salmonella* est inconnu. La production et la consommation de viande de bovin sont très traditionnelles en Guinée-Bissau. C'est pourquoi il a été décidé d'effectuer une enquête épidémiologique chez les bovins abattus dans ce pays (1, 2, 17, 18, 19, 31) dont les résultats sont présentés ci-dessous.

MATERIEL ET METHODES

Echantillonnage

- Abattoir de Bissau : l'étude a été effectuée sur des bovins abattus acceptés pour la consommation humaine. La récolte des échan-

tillons a eu lieu pendant deux périodes distinctes : l'une en début de saison sèche, novembre et décembre 1990, l'autre en fin de saison sèche, février et mars 1991.

Pour chaque animal, il a été prélevé : le contenu caecal (CC), la vésicule biliaire (VB) et les ganglions lymphatiques hépatiques (GLH).

- Sur 74 animaux vivants (50 destinés à l'abattage et 25 vivant dans une exploitation), il a été pratiqué des écouvillonnages rectaux et pharyngiens. Tous les prélèvements ont été placés dans des flacons de Mackartney contenant 10 ml d'eau peptonée tamponnée (Oxoid CM 509), maintenus réfrigérés et envoyés aussitôt que possible au Portugal pour analyse.

Il y a d'abord eu un préenrichissement en eau peptonée suivi d'un enrichissement en milieu sélénite-cystine (Difco 0687) et Rapaport-Vassiliadis (Oxoid CM 669) modifié avec 0,06 p. 100 d'agar (Difco 0140), dans des tubes en U (4).

Isolement

L'isolement a été effectué, à partir de chaque milieu d'enrichissement, sur deux géloses sélectives incubées à 37°C : vert brillant agar (Oxoid CM 329) et Hekthoen enteric agar (Difco 0853).

Identification

L'identification a été faite sur *triple sugar iron agar* (TSI, Difco 0265), complétée par le système API 20E (Bio-Mérieux 2010).

1. Faculdade de Medicina Veterinária, Rua Gomes Freire, 1199 Lisboa Codex, Portugal

TABLEAU I

Prévalence des bovins *Salmonella*-positifs en Guinée-Bissau

Période de l'échantillonnage	Animaux analysés	Nature des prélèvements			Total
		CC	VB	GLH	
novembre-décembre	60	7 (11,6 %)	6 (10 %)	0	13 (21,6 %)
février-mars	57	3 (5,3 %)	0	0	3 (5,3 %)
Total	117	10 (8,5 %)	6 (5,1 %)	0	16 (13,7 %)

CC = contenu caecal ; VB = vésicule biliaire ; GLH = ganglions lymphatiques hépatiques

Sérotypage

Il a d'abord été pratiqué avec des sérums anti-*Salmonella* polyvalents (Difco 2264). L'identification sérologique définitive a été effectuée au centre portugais de référence (Instituto nacional de Saúde Dr Ricardo Jorge), selon le schéma de Kaufmann-White.

Antibiorésistance

La sensibilité aux antibiotiques a été déterminée selon la méthode de Bauer et Kirby (3) en utilisant les disques antibiotiques suivants : ampicilline 10 µg (Ap) (Difco 6363), chloramphénicol 30 µg (Cm) (Difco 6113), gentamicine 10 µg (Gm) (Difco 6423), céfotaxime 25 µg (Ctx) (Difco 6055), tétracycline 30 µg (Tc) (Difco 6223), streptomycine 10 µg (Sm) (Difco 6203), kanamycine 20 µg (Km) (Difco 6263), nitrofurantoïne 300 µg (Fd) (Difco 6713), acide nalidixique 30 µg (Na) (Difco 6793) et sulfaméthoxazole + triméthoprime 25 µg (SxT) (Difco 6831).

■ RESULTATS

Efficacité des milieux de culture

- Enrichissement : le milieu Rapapport-Vassiliadis montre une nette supériorité (100 p. 100 des souches isolées, soit 22 souches) par rapport au milieu sélénite - cystine (18 p. 100 des souches isolées, soit 4 souches).

- Isolement : le milieu de Hekthoen a montré une efficacité supérieure (72 p. 100, soit 16 souches isolées) à celle du vert brillant agar (59,1 p. 100, soit 13 souches isolées).

La meilleure association de milieux enrichissement - isolement est la suivante : Rapapport - Vassiliadis + Hekthoen.

Prévalence

Les résultats sont donnés dans le tableau I. Pendant la période novembre-décembre 1990, sur 60 animaux analysés, 13 étaient porteurs de salmonelles. La majorité des souches isolées (62,5 p. 100) provenaient du contenu caecal. Les restantes (37,5 p. 100) provenaient de la vésicule biliaire. Aucune souche n'a été isolée à partir des ganglions lymphatiques hépatiques. Une seule souche a été isolée pour 150 écouvillons rectaux, et aucune à partir des écouvillonnages pharyngiens.

Sérotypes

Les 22 souches isolées, toutes mobiles, se répartissent en 14 sérotypes, dont l'un est décrit pour la première fois : *S. 28;f,m,t* : -.

Parmi ces 22 souches, celle isolée à partir de l'écouvillon rectal est *Salmonella stanleyville*. Les résultats de ces sérotypes apparaissent dans le tableau II. Isolé du contenu intestinal, le sérotype *S. 28;f,m,t* : - présentait des fimbres MSHA (++++ pour une amplitude de - à ++++ chez les autres sérotypes) et une DL 50 de 7,0 Log 10 (pour une amplitude de 5,4 à 9,9 Log 10 chez les autres sérotypes).

TABLEAU II

Fréquences des sérotypes de *Salmonella* isolés de bovins en Guinée-Bissau

Sérotypes	Nombre d'isolements	Fréquence (p. 100)	Origine
<i>S. brazzaville</i>	4	18,18	VB
<i>S. virchow</i>	4	18,18	VB ; CC
<i>S. bargny</i>	3	13,6	CC - VB
<i>S. rubislaw</i>	1	4,5	CC
<i>S. brazil</i>	1	4,5	CC
<i>S. calabar</i>	1	4,5	CC
<i>S. havana</i>	1	4,5	CC
<i>S. hull</i>	1	4,5	CC
<i>S. marseille</i>	1	4,5	CC
<i>S. shipely</i>	1	4,5	CC
<i>S. uppsalla</i>	1	4,5	VB
<i>S. 114,12;l,w;e,n,x</i>	1	4,5	CC
<i>S. 28;f,m,t</i> : -	1	4,5	CC
<i>S. stanleyville</i>	1	4,5	ER

VB = vésicule biliaire ; CC = contenu caecal ; ER = écouvillon rectal

Sensibilité aux antibiotiques

La moitié des souches présente une résistance aux antibiotiques dont 45,5 p. 100 une résistance simple, et 54,5 p. 100 une résistance multiple. Les résultats sont exprimés dans les tableaux III et IV.

■ DISCUSSION

Le portage de salmonelles semble subir une variation très marquée en fonction des saisons. Il semble en liaison avec des variations climatiques, notamment d'humidité relative. En fin de saison des pluies et début de saison sèche, 21,6 p. 100 des animaux étaient positifs, alors qu'en fin de saison sèche seulement 5,3 p. 100

TABLEAU III
**Profils d'antibiorésistance
détectés chez les Salmonella**

Sérotypes	Sm	Sm+Km	Sm+Km +Gm	Sm+Ap +Tc+SxT +Fd
<i>S. havana</i>	1	0	0	0
<i>S. virchow</i>	2	0	0	0
<i>S. II4,12;I,w,e,n,x</i>	1	0	0	0
<i>S. brazzaville</i>	1	2	0	0
<i>S. bargny</i>	0	0	1	0
<i>S. stanleyville</i>	0	0	0	3
Total	5	2	1	3

Sm = streptomycine ; Km = kanamycine ; Gm = gentamicine ; Ap = ampicilline ;
Tc = tétracycline ; Fd = nitrofurantoïne ; SxT = sulfaméthoxazole+triméthoprime

TABLEAU IV
**Fréquence de la résistance aux différents
antibiotiques**

Antibiotique	Sm	Ap	Km	Tc	Gm	Fd
% de résistance	50	13,6	13,6	13,6	4,54	13,6

l'étaient. Il semble y avoir une concordance avec des cas de pathologie humaine en Afrique, puisqu'à l'hôpital de Libreville, de juillet 1981 à juin 1983, une prévalence plus élevée a été observée chez des enfants en saison des pluies (23).

Les résultats observés lors de cette enquête sont comparables à ceux obtenus lors d'enquêtes au Niger (32) ou en Arabie Saoudite (28) bien que ces derniers résultats concernaient des ovins. Lors d'une autre enquête, au Nigeria, on a trouvé des résultats inférieurs (1), mais la méthodologie utilisée était vraisemblablement différente, d'une part par le nombre d'échantillons examinés, et d'autre part par la recherche de salmonelles en plusieurs points des carcasses (16, 26, 29). En fonction de la nature des échantillons, les rapports de pourcentage des isolements peuvent aussi évoluer (5, 25). Dans le même ordre d'idées, pour des raisons techniques, il n'a pas été possible de faire des prélèvements au niveau du matériel et des installations de l'abattoir, ce qui aurait permis d'avoir des données plus précises sur la localisation des germes (1, 6).

Les sérotypes isolés lors de cette enquête sont trouvés régulièrement dans d'autres Etats africains, sur différentes espèces animales, y compris l'homme. C'est le cas de *S. bargny* (6, 9, 11, 12, 27, 33), de *S. rubislaw* (7, 11, 27, 33), de *S. havana* (6, 7, 8, 9, 11, 12, 22, 25), de *S. hull* (6, 11, 27, 33), de *S. marseille* (11), de *S. stanleyville* (1, 13, 28, 33), et de *S. uppsalla* (5). *S. stanleyville* paraît fréquemment isolée en Afrique centrale.

CONCLUSION

Malgré la petite taille de l'échantillonnage prélevé, il est possible de tirer quelques conclusions concernant la prévalence des salmo-

nelles sur des bovins abattus et reconnus propres à la consommation humaine. Les résultats obtenus sont sensiblement analogues à ceux relatés par les pays voisins. Les conditions sanitaires propres à l'abattoir de Bissau peuvent être des causes de dispersion des germes et de contamination des viandes et de l'environnement, mais ce facteur n'a pas pu être étudié en détail et mériterait une étude approfondie avec pour finalité la mise en place d'un système HACCP (*hazard analysing critical control points*).

Dans cette enquête, des souches pouvant infecter l'homme ont été isolées (*S. bargny*, *S. rubislaw*, *S. havana*, *S. hull*, *S. marseille*, *S. stanleyville*), ce qui pose des problèmes notamment dans les diarrhées chez l'enfant, compte tenu du fait que l'antibiorésistance est fréquente.

Remerciements

Nous remercions tout le personnel du laboratoire de la Direction générale de Pécuaire, de l'Abattoir et de la Mairie de Bissau et, au Portugal, de l'Institut national de santé Dr Ricardo Jorge, du Laboratoire national d'investigation vétérinaire, du Laboratoire d'inspection sanitaire de la Faculté de médecine vétérinaire et du Centre vétérinaire et de zootechnie, M. Ch. Meyer du CIRAD-EMVT, France, pour son aide dans la rédaction finale de l'article en français, et toutes les autres personnes qui nous ont aidés.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADESIYUN A.A., ONI O.O., 1989. Prevalence and antibiograms of *Salmonella* in slaughter cattle, slaughter areas and effluents in Zaria abattoir, Nigeria. *J. Food. Protec.*, **52**: 232-235.
2. AZEVEDO J.F., XAVIER M.L.S., 1965. Um novo vector potencial do *Shistosoma haematobium* em Portugal. *Anais Inst. Med. trop.*, **22** : 35-47.
3. BAUER A.W., KIRBY, SHERRIS J., TURCK M., 1966. Antibiotic susceptibility testing by standardised single disk method. *Am. J. clin. Pathol.*, **45**: 493-496.
4. BERNARDO F.M.A., 1991. Significado epidemiológico da incidência de *Salmonella* em alguns alimentos de origem animal em Portugal. Tese Doutorado, Faculd. Med. vet. Univ. tec. Lisboa, Portugal.
5. CHAMBERS P.G., 1991. *Salmonella* in Rhodesia; sources and serotypes of same isolates from abattoirs, domestic animals, birds and man. *J. South Afr. vet. Assoc.*, **48**: 241-243.
6. CHAMBRON J., DOUTRE M.P., SARRAT H., MARTEL J.L. 1971. Les salmonelloses au Sénégal. Importance des rapaces anthropophiles de la région du Cap Vert en tant que réservoir de salmonelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 9-18.
7. CHAMBRON J., MARTEL J.L., SARRAT H., DOUTRE M.P., 1971. Isolement de 28 souches de *Salmonella* à partir de ganglions mesentériques des porcs sains abattus à Dakar. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 497-504.
8. DOUTRE M.P., BOCHE R., 1976. Sérotypes de *Salmonella* isolés chez les petits ruminants abattus à Dakar. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 205-209.
9. DOUTRE M.P., CARTEL J.L., 1979. Sérotypes de *Salmonella* isolés chez les bovins et les chevaux du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **32** : 19-23.
10. DOUTRE M.P., CHAMBRON J., SAGNA F., SARRAT H., BOCHE R., CARTEL J.L., 1980. Les salmonelloses animales au Sénégal. *Ann. Inst. Pasteur*, **131** : 105.

11. DOUTRE M.P., BUISSON Y., 1984. Sérotypes de *Salmonella* isolés chez l'animal au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 123-128.
12. DOUTRE M.P., SARRAT H., 1973. Sérotypes de salmonelles isolés chez les chiroptères frugivores et insectivores du Sénégal - Importance épidémiologique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **26** : 279-287.
13. DUBE S.D., BHAGWAT A.G., 1983. Non-typhoidal *Salmonella* infection in Zambian infants. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **77**: 336-337.
14. GENDREL D., SITBON M., LENOBLE D.R., GALLIOT A., KOMBILA M., NARDOU M., GENDREL G., KANI F., 1985. Etiologies des gastroentérites aiguës infantiles au Gabon. *Bull. Soc. Path. exot.*, **78** : 290-295.
15. GRACEY M., IVESON J.B., SUNOTO SUHARYONO., 1980. Human *Salmonella* carriers in a tropical urban environment. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **74**: 479-482.
16. GUINE P.A.M., KAMPELMACHER E.H., VANKEULEN A., HOFSTRA K., 1964. *Salmonella* in healthy cows and calves in Netherlands. *Zbl. Bkt. B.* **11**: 728-740.
17. HALAWANI A., ABDALLA A., BADRAN A., 1960. The relation between schistosomiasis and the urinary *Salmonella* carrier state. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **9**: 371-373.
18. HATOUT S.E.D., GHAFAR Y.A.E., AWNY A.Y., 1967. Salmonellosis complicating schistosomiasis in Egypt. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **16**: 462-472.
19. LE MINOR L., 1994. *Salmonella*, Lignières 1990. Bergey's Manual of systematic bacteriology, Vol. I, 9th ed. Baltimore, USA, Williams & Wilkins.
20. MAFAMA N.K., MANYA T., KALOMBO M., 1982. Epidémiologie des salmonelloses chez quelques espèces animales au Zaïre. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 221-224.
21. MATA L., SIMHON A., PADILLA R., GAMBOA M.M., VARGAS G., HERNANDEZ F., MOHS E., LIZANO C., 1983. Diarrhea associated with rotaviruses enterotoxigenic *Escherichia coli*, *Campylobacter*, and other agents in Costa Rican children, 1976-1981. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **32** : 146-153.
22. M'BOUP S., DAVID M.P., DENIS F., SY I., CORREA P., 1980. Epidémie de diarrhées aiguës mortelles du nouveau-né due à une souche de *Salmonella* multirésistante : *S. mbao*. *Ann. Inst. Pasteur*, **131A** : 103-104.
23. MEFAME C., OMWANGA D., 1986. Sérologie, sensibilité aux antibiotiques et lysotypie de quelques souches de *Salmonella* isolées chez les enfants hospitalisés au centre hospitalier de Libreville. *Bull. Soc. Path. Exot.*, **7** : 165-171.
24. MENDES M., 1971. Algumas doenças dos animais em Angola e Moçambique e sua importância na higiene das carnes. *Rev. Port. Ciênc. Veter.*, **66** : 271-286.
25. NABBUT N.H., AL-NAKHLI E.H.M., 1982. Incidence of *Salmonella* in lymphnodes, spleens and feces of sheep and goats slaughtered in the Riyadh public abattoir. *J. Food Protec.*, **45**: 1314-1317.
26. NAZER N.H.K., OSBORNE A.D., 1976. *Salmonella* infection and contamination of veal calves: a slaughterhouse survey. *Br. vet. J.*, **132**: 617-622.
27. PERPEZAT A., PERREAU P., THOME M., VIGIER M., 1964. Différents sérotypes de *Salmonella* isolés en République du Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **17** : 35-41.
28. PETAT E., CARTERON B., REGUER M., LEMMENS P., VANDEPITTE J., GHYSELS G., 1987. Etude des *Shigella* et *Salmonella* isolées au Burundi de 1980 à 1985. *Bull. Soc. Path. exot.*, **80** : 171-176.
29. SAMUEL J.L., O'BOYLE D.A., MATHERS W.J., FROST A.J., 1980. Distribution of *Salmonella* in the carcasses of normal cattle at slaughter. *Res. vet. Sci.*, **28**: 368-372.
30. SHETTY N., NARASHIMA M., RAGHUVVEER T.S., ELLIOT E., FARTHING M.J.G., MACADEN R., 1990. Intestinal amebiasis and giardiasis in Southern Indian infants and children. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **84**: 382-384.
31. TAUXE R.V., 1991. *Salmonella*: A postmodern pathogen. *J. Food Prot.*, **54** (7): 563-568.
32. UZOUKWU M., MOHAN K., 1990. Intestinal pathology associated with *Salmonella* in apparently healthy animals. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **38**: 351-353.
33. VIGIER M., CHAMOISEAU G., 1967. Différents sérotypes de *Salmonella* isolés au Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **20** : 61-65.

Reçu le 8.3.94, accepté le 2.8.96

Summary

Bernardo F.M.A., Brandão C.F.S.N. Preliminary survey on *Salmonella* prevalence at Bissau slaughterhouse (Guinea-Bissau)

Considering the importance of *Salmonella* as a mortality and morbidity agent, in particular in children, a study on *Salmonella* prevalence was performed in collaboration with the Guinea-Bissau authorities through an epidemiological survey at Bissau slaughterhouse. The prevalence rate in 117 bovines slaughtered and approved for human consumption was 13.7 %, with 8.5 % sampled in the intestine and 5.1 % in the gallbladder. Rectal swabbing in 74 live animals resulted in the isolation of *S. stanleyville* only. On the other hand, no strain was found in hepatic lymphnodes. These strains, some of them pathogenic for humans, are mostly called "exotic": *S. bargny*, *S. brazzaville*, *S. virchow*, *S. rubislaw*, *S. brazil*, *S. calabar*, *S. havana*, *S. hull*, *S. marseille*, *S. shipely*, *S. uppsala*, *S. 114*, *12;l,w;e,n,x*. A new serotype is described: *S. 28;f,m,t;-*. Isolated from the caecal content, it had MSHA fimbriae (++++) and 7.0 Log 10 as DL 50. Most of these strains presented simple or multiple antibiotic resistance. They were more frequently isolated during the wet season than during the dry season.

Key words: Bovine - *Salmonella* - Epidemiology - Abattoir - Prevalence - Serotype - Seasonal variation - Antibiotics - Guinea-Bissau.

Resumen

Bernardo F.M.A., Brandão C.F.S.N. Encuesta epidemiológica preliminar sobre las prevalencias de *salmonella* spp en el matadero de Bissau (Guinea-Bissau).

Dada la importancia que presentan las salmonelas como agentes de mortalidad y de morbilidad, principalmente en el niño, se decidió estudiar la prevalencia de estas bacterias, en colaboración con las autoridades de Guinea Bissau y mediante una encuesta epidemiológica en el matadero de Bissau. La tasa de prevalencia sobre 117 bovinos sacrificados y marcados aptos para el consumo humano, fue de 13,7 por ciento, de los cuáles 8,5 por ciento en muestras intestinales y 5,1 por ciento en las vesículas biliares. Las muestras rectales obtenidas sobre otros 74 animales vivos, permitieron únicamente un aislamiento: *S. stanleyville*. Por otro lado, ninguna cepa fue aislada en ganglios linfáticos hepáticos. Estas cepas, de las cuáles algunos serotipos son patógenos al hombre, son generalmente llamadas "exóticas": *S. bargny*, *S. brazzaville*, *S. virchow*, *S. rubislaw*, *S. brazil*, *S. calabar*, *S. havana*, *S. hull*, *S. marseille*, *S. shipely*, *S. uppsala*, *S. 114;1;w;e;n;x*. Se describe un nuevo serotipo: *S. 28;f,m,t;-*. Este serotipo aislado, del contenido intestinal, presentó fimbrias MSHA (++++) y una DL50 de 7,0 Log 10. La mayoría de las cepas presentaron una resistencia a los antibióticos, ya sea simple o múltiple. Los aislamientos fueron más frecuentes durante la estación húmeda que durante la seca.

Palabras clave : Ganado bovino - *Salmonella* - Epidemiología - Matadero - Prevalencia - Serotipo - Variación estacional - Antibiótico - Guinea-Bissau.

Autrefois l'élevage

L'Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 1920-1993

Sylvie Daumal

Sous la direction de Pierre-Charles Lefèvre et Alain Provost

De la création en 1920 du "cours de médecine coloniale vétérinaire" à l'école vétérinaire d'Alfort, à l'intégration de l'IEMVT au sein du CIRAD dans les années 80, cet ouvrage retrace l'histoire d'un institut qui, tout en traversant de nombreux changements institutionnels, n'a jamais cessé de rayonner.

Les apports de l'Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux aux diverses époques qu'il a traversées (entre-deux-guerres, immédiat après-guerre, décolonisation, diversification des formes et des aires de coopération) sont durables.

En témoignent les laboratoires et centres de recherche aujourd'hui gérées par les autorités nationales et régionales (Tchad, Sénégal, Madagascar, Burkina Faso), la formation de responsables nationaux, les opérations de grande envergure (campagne panafricaine de vaccination contre la peste bovine, lutte contre les trypanosomoses, pastoralisme et alimentation, travaux de floristique, amélioration génétique, etc.), les acquis scientifiques dans les domaines de la santé et des productions animales, ainsi que la publication de la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux dont le premier volume remonte à 1947.

Ce livre, référence historique pour tous ceux qu'intéresse l'élevage dans les régions chaudes, est d'abord l'histoire d'hommes et de femmes (vétérinaires, agronomes, techniciens) passionnés par leur métier et soucieux de l'exercer avec leurs partenaires en Afrique et sur tous les continents.

Collection Autrefois l'agronomie, Montpellier, CIRAD, 1996 - 152 p.

ISBN : 2-87614-232-5

ISSN : 1248-5683

Prix public : 300 FF



Ce livre est disponible au :

CIRAD-EMVT

Service édition

Campus international de Baillarguet

BP 5035

34032 Montpellier Cedex 1

Tél. : (0)4 67 59 38 19, Fax : (0)4 67 59 37 95, E-mail : thioux@cirad.fr

First reported isolation of *Mycoplasma bovis* from an outbreak of bovine mastitis in Sudan

S.I. Abbas ¹

Key words

Cattle - Friesian cow - Bovine mastitis - *Mycoplasma bovis* - Milk - Sudan.

Summary

Thirty-seven isolates of *Mycoplasma bovis* were recovered from 42 milk samples from imported Friesian cows in Khartoum State. This is the first report on isolation of *M. bovis* in the Sudan.

INTRODUCTION

Mycoplasma bovis causes severe purulent mastitis and exudative arthritis in cattle of all ages and is an important pathogen of calves (12). *M. bovis* was first isolated during an outbreak of bovine mastitis in 1962 in Connecticut (9) and was subsequently reported from other parts of the world (8). In the United Kingdom, *M. bovis* was associated with severe pneumonia in calves (10, 12).

This paper reports the isolation of *M. bovis* for the first time in Sudan from cases of severe bovine mastitis in imported cows.

MATERIALS AND METHODS

Samples

Fourty-two milk samples were aseptically collected from twenty-eight imported Friesian cows with severe mastitis in Khartoum State.

Two types of media were used in solid and liquid forms: 1) mycoplasma base medium (Oxoid) prepared and used as described by Tully *et al.* (13); 2) heart infusion medium (Difco) prepared and used as described by Freundt *et al.* (7).

Culture methods

A loopful of milk from each sample was streaked on each solid medium and 0.5 ml of milk from each milk sample was inoculated into 4.5 ml of each liquid medium. Cultures were incubated aerobically at 37°C for up to seven days, and the plates were placed in a humid container.

Identification of the isolates

Cloned cultures were identified by reversion (4) and sensitivity to digitonin (1). The isolates were biochemically identified using the following tests: glucose catabolism, arginine catabolism,

phosphatase activity, digestion of coagulated horse serum (4), hydrolysis of urea (11), reduction of tetrazolium (1) and "film and spots" formation (6).

All isolates were serologically identified by the growth inhibition test (2) and growth precipitation test (5) using antisera against *M. bovis* and *M. bovis genitalium*.

RESULTS AND DISCUSSION

Colonies with the typical fried-egg appearance were seen on microscopic examination after three to five days of incubation from thirty-seven milk samples.

Cloned isolates were all sensitive to digitonin and showed no change of colon morphology after three subcultures in media without bacterial inhibitors.

Subsequently, all isolates were identified as mycoplasmas. All isolates produced "film and spots" biochemically and reduced tetrazolium aerobically. The growth of all isolates was serologically inhibited and precipitated by antiserum against *M. bovis*.

Therefore, on the basis of biochemical and serological results, all isolates were identified as *M. bovis*. This identification was confirmed by CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, France.

M. bovis had not been previously isolated in Sudan. The association of *M. bovis* infection with imported cattle in this outbreak illustrates the potential risk to local cattle. Such observations were pointed out by Reilly *et al.* (10). It is worth mentioning that El Hassan in 1979 (3) examined a large number of samples from the respiratory and genital tract of cattle and 22 milk samples. He did not isolate any mycoplasma from milk but reported that one genital mycoplasma isolate was serologically related to *M. bovis* by the gel diffusion test.

Acknowledgements

The author wishes to thank Dr. Zakia Abbas of the Department of Pathology for providing milk samples, Prof. M. El Nasri for

¹ Central veterinary research administration, PO box 8067, El Amarat, Khartoum, Sudan

revising the manuscript and Mr. El Taib El Sadig for technical assistance. Thanks are also due to CIRAD-EMVT for confirming the organism identification and to the director of the Veterinary Research Administration for permission to publish this work.

REFERENCES

1. BARBER T.L., FABRICANT J., 1971. Identification of *Mycoplasma*: characterization procedures. *Appl. Micro.*, **21**: 600-605.
2. BLACK F.T., 1973. Modification of the growth inhibition test and its application to human *T. mycoplasmas*. *Appl. Micro.*, **95**: 528-533.
3. EL HASSAN S.M., 1979. *Mycoplasma* isolated from the respiratory and genital tracts of cattle in the Sudan. M. V. Sc. Thesis, University of Khartoum, Sudan.
4. ERNO H., STIPKOVITS I., 1973. Bovine mycoplasmas: cultural and biochemical studies. *Acta Vet. Scan.*, **14**: 436-449.
5. ERNO H., PETERSLUND K., 1983. Growth precipitation test. In: Razin S., Tully J.G. eds., methods in mycoplasmaology, vol. I, *Mycoplasma* characterization. New-York, USA, Academic Press, p. 489-492.
6. FABRICANT J., FREUNDT E.A., 1963. Importance of extension and standardization of laboratory tests for the identification and classification of mycoplasmas. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **143**: 50-58.
7. FREUNDT E.A., ANDREWS B.E., ERNO H., KUNZE M., BLACK F.T., 1973. The sensitivity of mycoplasmas to sodium polyaneathol sulphionate and digitonin. *Zbl. Bakt. Parasitkde (labt.)*, **A 225**: 104-112.
8. GOURLAY R.N., HOWARD C.J., 1979. Bovine mycoplasmas. In: Tully J.G., Whitcomb R.F. eds., Human and Animal mycoplasmas, vol. II. London, United Kingdom, Academic Press, p. 50-95.
9. HALE H.H., HELMBOLDT C.F., PLASKRIDGE W.N., STULA E.F., 1962. Bovine mastitis caused by mycoplasma species. *Cornell Vet.*, **52**: 582-591.
10. REILLY G.A.C., BALL H.J., CASSIDY J.P., BRYSON T.D.G., 1993. First reported isolation of *Mycoplasma bovis* from pneumonia calves in Northern Ireland. *Vet. Rec.*, **133**: 550-551.
11. SHEPARD M.C., HOWARD D.R., 1970. Identification of "T" mycoplasmas in primary agar cultures by means of a direct test urease. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **174**: 809-819.
12. THIMAS L.H., HOWARD C.J., GOURLAY R.N., 1975. Isolation of *Mycoplasma agalactiae* Var. *bovis* from a calf pneumonia outbreak in the South of England. *Vet. Rec.*, **97**: 55-56.
13. TULLY J.G., BARILE M.F., EDWARD D.G., EDWARD F.F., THEODORE T.S., ERNO H., 1974. Characterization of some caprine mycoplasmas with proposal for new species *Mycoplasma capricolum* and *Mycoplasma putrefaciens*. *J. Microbio.*, **81**: 102-120.

Reçu le 30.5.94, accepté le 12.9.96

Résumé

Abbas S.I. Premier rapport de l'isolement de *Mycoplasma bovis* lors d'un foyer de mammite de la vache laitière au Soudan

Trente sept isolats de *Mycoplasma bovis* ont été prélevés sur 42 échantillons de lait provenant de vaches Prim'Holstein importées dans l'Etat de Khartoum. *M. bovis* a été ainsi isolé pour la première fois au Soudan.

Mots-clés : Bovin - Vache Prim'Holstein - Mammite bovine - *Mycoplasma bovis* - Lait - Soudan.

Resumen

Abbas S.I. Reporte sobre el primer aislamiento de *Mycoplasma bovis* en un brote de mastitis bovina en Sudán

Se obtuvieron treinta y siete aislamientos de *Mycoplasma bovis* a partir de 42 muestras de leche, provenientes de vacas Friesian importadas, en el estado de Khartoum. Este es el primer reporte de un aislamiento de *M. bovis* en Sudán.

Palabras clave : Ganado bovino - Vaca Prim'Holstein - Mastitis bovina - *Mycoplasma bovis* - Leche - Sudán.

Outbreak of infectious bursal disease associated with acute septicaemic colibacillosis in adult prelayer hens

I.O. Igbokwe¹ M.A. Salako¹ J.S. Rabo¹ S.U. Hassan¹

Key words

Chicken - Avian infectious bursitis - Bacteriosis - Septicaemia - *Escherichia coli* - Lesion - Vaccination - Epidemics - Nigeria.

Summary

An outbreak of infectious bursal disease (IBD) occurred concurrently with acute septicaemic colibacillosis in 15 week old prelayer hens. The septicaemia was preceded by a subclinical IBD. Mortality in the outbreak began with lesions of septicaemia and *Escherichia coli* was isolated from the heart blood of the birds. After antibiotic treatment of the bacteraemia, mortality continued, spiked, declined and then ceased. IBD was confirmed by bursal lesions characterized by severe lymphocytolysis and cystic degeneration of the lymphoid follicles. Out of 253 birds, 42 (16.60 %) died within eight days. The circumstances of the outbreak suggested that lack of IBD booster vaccination favoured the establishment of subclinical IBD, which suppressed immunity to predispose the birds to colisepticaemia.

INTRODUCTION

Infectious bursal disease (IBD) is an acute contagious viral disease of chickens occurring in all parts of Nigeria (1, 7). The disease has been reported in chickens aged 9 days to 20 weeks (8, 12, 14, 15, 16) but it is most common between the ages of 3 and 7 weeks (1, 2). The disease was reported to suppress the immune response of the birds and increase their susceptibility to natural coccidiosis (9, 13), experimental salmonellosis and colibacillosis (18) and some viral diseases (11). Recently, an outbreak of IBD occurred concurrently with acute septicaemic colibacillosis in adult prelayer hens. The circumstances of the outbreak were investigated and presented in this report with a critical assessment of the control measures.

MATERIALS AND METHODS

Case history

The birds were obtained at a day old from ECWA, Jos and housed at the University of Maiduguri commercial farm. They were reared under standard conditions and transferred to cages as growers. They were vaccinated against IBD and Newcastle disease (with NDV Lasota) at the ages of 2 and 4 weeks respectively without boosters.

An isolated mortality of a bird due to typical IBD lesions was diagnosed by necropsy at the age of 12 weeks. Mortality resumed

again at the age of 15 weeks and typical lesions of septicaemia and IBD were observed. Treatment of the septicaemia was successfully carried out with Neoceryl® (Animal Care Konsult, Lagos) containing erythromycin, oxytetracycline, streptomycin, furaltadone and multivitamins.

Necropsy

The dead birds were opened and examined for lesions. The heart, liver and lungs were collected and examined for bacterial culture. The bursa of Fabricius (BF) and lungs were preserved in 10 % buffered formalin.

Histopathology

The BF and lungs were washed, processed, embedded, cut at 5 microns and sections were stained with haematoxylin and eosin stains (6).

Bacteriology

The bacteriological samples were inoculated in blood and MacConkey agar and incubated at 37°C for 24 h. The growth was examined and after Gram stain the pure colony of Gram negative bacilli was subcultured on eosin methylene blue agar (5).

RESULTS

Clinical signs

Most of the birds died suddenly without obvious clinical signs. However, a few birds in the later period of the outbreak presented matted vents indicating some diarrhoea.

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

Mortality

The mortality pattern during the outbreak is presented in table I. Out of 253 birds at the beginning of the outbreak, 42 (16.60 %) had died by the 8th day. The peak mortality of 10 birds (3.95 %) was on the 6th day, but was preceded by an earlier modal mortality of 8 birds (3.16 %) on the 3rd day. It was not possible to assess the morbidity associated with the mortality.

TABLE I

Pattern of mortality in 15 week old prelayer hens affected by infectious bursal disease and colibacillosis

Day of mortality	Number of deaths	Mortality %	Days of treatment*
1	4	1.58	
2	1	0.40	1
3	8	3.16	2
4	5	1.97	3
5	6	2.37	
6	10	3.95	
7	7	2.77	
8	1	0.40	
9	0	0.00	
Total	42	16.6	

* Treatment with Neoceryl® (Animal Care Konsult, Lagos) containing erythromycin, thiocyanate, oxytetracycline HCL, streptomycin sulphate, neomycin sulphate, furaltadone HCl and multivitamins

Gross lesions

The bird that died at the age of 12 weeks in the pre-outbreak period presented an enlarged haemorrhagic BF and haemorrhages on the thigh muscles suggesting IBD. At the beginning of the outbreak at 15 weeks of age, the lesions observed on the first day of mortality were basically related to acute septicaemia. The lesions were multiple ecchymotic haemorrhages on the coronary and abdominal fat, congestion and focal consolidation of the lungs and fibrin deposits on the pleura.

The BF was only slightly enlarged. From the 2nd day of mortality, the BF became greatly enlarged measuring 1.5-2.2 cm in diameter and the ecchymotic haemorrhages were extended to the thigh and breast muscles. The mucosa of the BF was wet and had fine petechial haemorrhages. By the 4th day of mortality, lesions of catarrhal enteritis had emerged with a hyperaemic intestinal mucous membrane, covered with excess mucus which, when removed, revealed some areas of mucosal erosions.

Histopathological lesions

Bursa of Fabricius: there was severe lymphocytolysis, which started at the centre of the lymphoid follicles, spreading

centrifugally and, in some follicles, only a peripheral rim of lymphocytes was remaining. The follicles were infiltrated by heterophils. A few follicles contained small to large cysts at the centre (figure 1) from the 2nd day of mortality. The cysts contained necrotic debris, heterophils and oedema fluid. There was interfollicular oedema.

Lung: there was marked infiltration of heterophils and fluid into the lumina of the alveoli, interalveolar septa and bronchioles. The epithelial cells of the bronchioles and alveoli were desquamated. Bronchiolar epithelial hyperplasia was observed. There was a moderate fibrin deposit in the interalveolar septa.

Bacterial culture

The lung, liver and heart blood cultures yielded pure *Escherichia coli*. The growth on eosin methylene blue agar had greenish metallic sheen with purple black centres. Culture of the heart blood after antibiotic treatment did not yield any bacterial growth.

DISCUSSION

Acute septicaemic colibacillosis was confirmed by the isolation of *E. coli* from the heart blood of the birds. A diagnosis of IBD was established by the gross and histopathological lesions in the BF.

The colisepticaemia was successfully controlled by antibiotic therapy, but mortality continued due to a probable upsurge of frank clinical IBD suggested by diarrhoea, muscular haemorrhages and bursal lesions. An arrested mortality caused by IBD was reported to relapse a day after deworming (8).

Stress factors associated with intercurrent infections and medication may be important in eliciting clinical IBD in birds with a subclinical form of the disease.

Nigerian poultry breeder farms were reported to vaccinate their birds with live IBD vaccines at the age of 2 weeks only or at 2 weeks followed by a booster at 5 weeks (3). The chicks from some of the breeders were reported to have negative prevaccination IBD antibodies at age 5-22 days and the earliest seroconversion after vaccination occurred 25 days post-vaccination (3). Although the birds were vaccinated against IBD at 2 weeks, they might possibly have been infected with IBD during any period of IBD



Figure 1: cystic degeneration of the lymphoid follicles of the bursa of Fabricius in adult hens affected by IBD and colibacillosis.

seronegativity early in life with the establishment of a subclinical infection which, when associated with immunosuppression, would preclude age-related build-up of immunity against bacterial infections like colibacillosis (19).

Immunization failures against IBD were reported in birds vaccinated at 2 weeks of age with onset of outbreaks of IBD at 5-6 weeks, when IBD antibodies were negative in the sera of the birds (1). An outbreak of IBD in 20 week old birds was attributed to failure to administer the booster vaccine at 5 weeks (8) in order to improve antibody levels and immunity (7). The birds involved in the present outbreak had not received the booster vaccine. Therefore, a subclinical IBD infection might have occurred with the decline of antibody levels earlier developed after vaccination at 2 weeks of age (4).

An intact BF has been shown to be important for resistance to *E. coli* infections at 12 weeks of age (17, 18). The extensive destruction of lymphocytes in the BF (figure 1) was an indication of a possible fall in the immunity of the birds elicited by a persistent subclinical IBD infection. Acute septicaemia and airsacculitis without pneumonia were associated with colibacillosis in chickens (10), but the fibrinopurulent bronchopneumonia, in the present case, seemed to reflect a greater virulence and intensity of infection.

■ CONCLUSION

The outbreak reported in this paper is an indication of the apparent risk of IBD and bacterial infections in poultry farms without adequate IBD immunization.

Acknowledgements

We thank Dr. A. Kibon, Head of the Department of Animal Science, University of Maiduguri, Maiduguri, for permission to obtain the mortality records in the University Poultry Farm. We are indebted to Dr. A.G. Ambali for providing some literature. We are grateful for the technical assistance provided by B.O. Okeh in histopathology and Sampson Amali in bacterial culture.

REFERENCES

1. ABDU P.A., 1986. Infectious bursal disease immunisation failures in chickens in Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **18**: 123-125.
2. ABDU P.A., ABDULLAHI S.U., 1986. Infectious bursal disease. *WPSA J.*, **42**: 219-231.
3. ADENE D.F., DUROJAIYE O.A., OGUNJI F.A., 1989. A comparison of three different regimens of infectious bursal disease vaccination in chickens. *J. vet. Med.*, **36**: 413-416.
4. ARMSTRONG L.D., TABEL H., RIDDELL C., 1986. Subclinical IBD in commercial broiler chicks in Saskatchewan. *Can. J. Comp. Med.*, **45**: 26-33.
5. DIFCO Manual, 1984. Dehydrated culture media and reagents for microbiology, 10th ed. Detroit, USA, DIFCO Laboratories, p. 324-326.
6. DRUBY R.A.B., WALLINGTON E.A., 1967. Carleton's histological techniques, 4th ed. London, United Kingdom, Oxford University Press, p. 114.
7. DUROJAIYE O.A., ADENE D.F., 1989. Epidemiology and control of infectious bursal disease of poultry in Nigeria. *Bull. Inst. Pasteur*, **87**: 281-288.
8. DUROJAIYE O.A., AJIBADE H.A., OLAFIMIHAN G.O., 1984. An outbreak of infectious bursal disease in 20-week-old birds. *Trop. Vet.*, **2**: 175-176.
9. GIAMBRONE J.J., ANDERSON W.I., REID W.M., EIDSON C.S., 1977. Effect of infectious bursal disease on the severity of *Eimeria tenella* in broilers. *Poult. Sci.*, **56**: 243-245.
10. GROSS W.B., 1991. Colibacillosis. In: Calnek B.W., Barnes H.J., Beard C.W., Reid W.M., Yoder H.W. Jr. Diseases of poultry, 9th ed. Ames, USA, Iowa State University Press, p. 139-144.
11. LUKERT P.D., SAIF Y.M., 1991. Infectious bursal disease. In: Calnek B.W., Barnes H.J., Beard C.W., Reid W.M., Yoder H.W. Jr. Diseases of poultry, 9th ed. Ames, USA, Iowa State University Press.
12. OJO M.O., ODUYE O.O., NOIBI L.M., IDOWU A.L., 1973. Gumboro-like disease in Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **5**: 52-56.
13. OKOYE J.O.A., 1983. The effect of late infectious bursal disease on the severity of naturally occurring *Eimeria necatrix* infection in chickens. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **31**: 263-267.
14. OKOYE J.O.A., UZOUKWU M., 1981. An outbreak of infectious bursal disease among chickens between 16 and 20 weeks old. *Avian Dis.*, **25**: 1034-1039.
15. ONUNKWO O., 1975. An outbreak of infectious bursal disease of chickens in Nigeria. *Vet. Rec.*, **97**: 433.
16. ONUNKWO O., 1978. Problems of Gumboro disease of chickens in Nigeria. *J. Niger. Poult. Sci. Assoc.*, **2**: 95-101.
17. SADLER R., EDGAR S.A., 1969. Importance of the bursa of Fabricius in resistance to disease. 2. Resistance to two bacterial diseases. *Poult. Sci.*, **48**: 1090-1096.
18. WYETH R.J., 1975. Effect of infectious bursal disease on the response of chickens to *S. typhimurium* and *E. coli* infections. *Vet. Rec.*, **96**: 238-243.

Reçu le 5.6.96, accepté le 2.8.96

Résumé

Igbokwe I.O., Salako M.A., Rabo J.S., Hassan S.U. Foyer de bursite infectieuse liée à une colibacillose septicémique aiguë chez des poulettes adultes

Un foyer de bursite infectieuse (IBD) est apparu en même temps qu'une colibacillose septicémique aiguë chez des poulettes âgées de 15 semaines. La septicémie a été précédée par une IBD subclinique. Dans ce foyer, la mortalité a commencé par des cas de septicémie et *Escherichia coli* a été isolé du sang du cœur des oiseaux. Après traitement antibiotique, les mortalités se sont poursuivies en augmentant, puis, après un pic, ont décliné et enfin ont cessé. L'IBD a été confirmée par des lésions des bourses caractérisées par une lymphocytose importante et une dégénération cystique des follicules lymphoïdes. Sur les 253 volailles, 42 (16,60 p. 100) sont mortes dans une période de huit jours. Les éléments liés à ce foyer laissent à penser que l'absence de vaccination de rappel contre IBD a favorisé l'établissement d'IBD subclinique, diminuant fortement l'immunité et prédisposant les volailles à la septicémie colibacillaire.

Mots-clés : Poulet - Maladie de Gumboro - Bactériose - Septicémie - *Escherichia coli* - Lésion - Vaccination - Epidémie - Nigeria.

Resumen

Igbokwe I.O., Salako M.A., Rabo J.S., Hassan S.U. Brote de enfermedad infecciosa de la bursa asociada con colibacilosis septicémica aguda en gallinas pre ponedoras adultas

Un brote de enfermedad infecciosa de la bursa (IBD) se observó concomitantemente con una colibacilosis septicémica aguda, en gallinas pre ponedoras de 15 semanas. La septicemia fue precedida por una IBD sub clínica. La mortalidad del brote comenzó con lesiones de septicemia, aislándose *Escherichia coli* en sangre del corazón de las aves. Después del tratamiento antibiótico de la bacteremia, la mortalidad continuó, alcanzó un pico, disminuyó y luego cesó. La IBD se confirmó por lesiones de la bursa, caracterizadas por linfocitólisis severa y degeneración quística de los folículos linfoides. De las 253 aves, 42 (16,60 p. 100) murieron en ocho días. Las circunstancias del brote sugieren una ausencia de vacunación de soporte contra IBD, favoreciendo el cuadro de IBD sub clínica, el cual suprime la inmunidad, predisponiendo las aves a la colisepticemia.

Palabras clave : Pollo - Enfermedad de Gumboro - Bacteriosis - Septicemia - *Escherichia coli* - Lesión - Vacunación - Epidemia - Nigeria.

In vivo and *in vitro* characterization of two camelpoxvirus isolates with decreased virulence

C.K. Otterbein¹ H. Meyer¹ I.C.E. Renner-Müller²
E. Munz²

Key words

Dromedary - *Camelus dromedarius* - *Camelus bactrianus* - Orthopoxvirus - *In vitro* experimentation - *In vivo* experimentation - Vaccine.

Summary

Two camelpoxvirus (CPV) strains isolated from camels with generalized skin disease were serially passaged on Vero cells. Various phenotypic properties were investigated *in vitro* and *in vivo* and compared with those of the corresponding wildtype strains. In many aspects no differences were observed. However, in a mouse model both passaged strains proved to be highly attenuated. In addition, both strains failed to replicate in a cell line derived from camel skin cells. Comparison of physical maps established for enzymes HindIII and XhoI revealed deletions accounting for a total of 22 kbp in one attenuated strain. In the second strain only minor alterations were noted.

INTRODUCTION

Today almost 20 million camels (*Camelus dromedarius* and *Camelus bactrianus*) are kept in Africa, Asia, India and the Middle East for milk, meat and wool production, transport or racing (18). As the interest in husbandry and diseases of camels has increased, camelpox in particular has received attention (20). It is caused by the so-called camelpoxvirus (CPV) which represents a separate species within the genus Orthopoxvirus (19). Mainly camel calves are affected and develop a proliferative skin disease often complicated by bacterial infections (12, 23). The mortality can be as high as 30 % and recovering animals may develop lifelong immunity (12). With no therapy at hand, prophylactic vaccination seems to be a promising approach to protect camels. Higgins (8) reported about early attempts of nomads to protect their animals by exposing them to scabs from recent outbreaks ground in milk. In 1992, camels were vaccinated with vacciniavirus (*Orthopoxvirus commune*) (8), and in the same year homologous vaccines - derived from CPV isolates serially passaged in cell culture - were described by two groups (7, 10). According to both studies homologous vaccination proved to be effective after subsequent challenge in a limited number of animals. However, no data are available that would allow discrimination of the vaccine strains from wildtype isolates.

In this study data on biological characteristics of two serially passaged CPV isolates and their progenies are presented. In a

mouse model, passagion is shown to have led to a significant decrease in virulence.

MATERIALS AND METHODS

Viruses and cells

CPV strains *varirole de dromadaire* 49 (VD49) and *varirole de dromadaire de Maurétanie* (VDM) have been isolated from camels with generalized skin lesions in Niger (VD49) and Mauretania (VDM) (kindly provided by Dr. N. Ba-Vy, CIRAD-EMVT). Both strains were subcultured five times on MA-104 cells (African green monkey kidney cell line). In the following, these 5th passages will be referred to as wildtype virus (VDM wt and VD49 wt, respectively). After 107 passages on Vero cells the strains were plaque purified three times. Subsequently, the 114th passages (referred to as VDM 114 and VD49 114, respectively) were investigated.

Replication was assessed in the following cell lines: BHK 21 (baby hamster kidney), Dubca (camel skin; kindly provided by Prof. Dr. O.-R. Kaaden, Munich), E.Derm (equine dermal fibroblasts), L929 (murine subcutis), MA-104 (African green monkey kidney), MDBK (Madin Darby bovine kidney), MDCK (Madin Darby canine kidney) and Vero (African green monkey kidney). For microscopical inspection, cell lines were subcultured on cover slips in Leighton tubes, and infected with freeze-thawed cell culture material of VDM and VD49 wt and 114, respectively. After 1 h at 37°C, cells were washed once and culture continued. Cells were fixed at 6, 12, 24, 30, 36, 42, 48, 72 and 120 h *post infectionem* (p.i.) with ethanol-glacial acetic acid (3:1), stained with hematoxylin-eosin and embedded (16). In order to compare

1. Institute of microbiology, Federal armed forces medical academy, 80937 Munich, Germany

2. Institute of comparative tropical medicine and parasitology, Ludwig-Maximilians-University, 80802 Munich, Germany

the efficiency of replication in natural host cells, Dubca cells were incubated with VDM and VD49 (wt and 114, respectively), for one hour, washed and culture continued. After defined times *post infectionem* (1, 12, 24, 48, 72 and 120 h) cells were freeze-thawed twice and titrated on MA-104 cells. Titers in plaque forming units (pfu) were determined according to the method of Kaerber (11).

Infection of embryonated eggs

The pock morphology of VDM and VD49 wt and 114, respectively, was examined after infection of the chorioallantoic membrane (CAM) of 11 day old chicken eggs according to the method of Mayr *et al.* (16). Briefly, 0.1 ml of diluted (10^0 to 10^{-4}) freeze-thawed infected cell culture material was applied to four eggs. The titer of the virus material used was determined on Vero cells (11). Eggs inoculated with 0.1 ml phosphate buffered saline served as a control. Six days post inoculation the CAMs were collected and examined.

Animal experiments

Suckling F81 POP mice (27) were infected with 10-fold dilutions (10^0 to 10^{-6}) of purified virions of VDM and VD49 wt and 114, respectively, 36 ± 8 h after parturition. Six animals received 0.1 ml intraperitoneally (i.p.) and 7 to 8 animals received 0.02 ml intracerebrally (i.cer.). The titer of each virus preparation was determined on Vero cells (11). Untreated animals or animals inoculated with dilution buffer (2.5 mM Tris - 1 mM EDTA, pH 8.0) served as controls. Infected animals were inspected twice a day. Animal experiments were approved by the government of Oberbayern (reference nbr. 211-2531-28/93).

Restriction enzyme analysis

Viral DNA of both CPV strains was isolated from purified virions from passages 0 (wildtype), 30, 80 or 82, 110 (not plaque purified) and 114, respectively. DNA was cleaved with restriction endonucleases HindIII and XhoI according to manufacturer's instructions (Boehringer, Mannheim, Germany). Resulting fragments were analyzed in 0.4 % and 1.2 % agarose gels and their molecular weights were estimated by comparison with molecular weight standards (1 KB ladder and HMW marker; Pharmacia, Freiburg, Germany). The total size of each genome was obtained by summation. Southern blots were prepared on Hybond N+ membranes (Amersham/Buchler, Braunschweig, Germany) using 0.4 N NaOH as transfer buffer. For hybridization restriction enzyme generated DNA-fragments of CPV, vacciniavirus strain Elstree and cowpoxvirus strain Brighton were gel-isolated and labeled according to manufacturer's instructions (DIG-DNA-Labeling and Detection Kit Nonradioactive; Boehringer, Mannheim, Germany).

RESULTS

Replication of VDM and VD49 in vitro

Replication of VDM and VD49 wt and 114, respectively, was observed in cell lines derived from various hosts. Generally, 12 to 24 h p.i. rounding of cells could be seen. The formation of visible plaques became evident after 24 h p.i. On the second day plaque diameters averaged from 0.2 mm to 0.5 mm on most cell lines and

up to 1.5 mm on Dubca cells. A characteristic feature of CPV is the formation of multinucleated giant cells. This was most distinct in African green monkey kidney cell lines Vero and MA-104 with 20 to 200 nuclei involved. Some differences in virus yield and plaque size were observed between wt and passage 114. The formation of comets was only seen with the highly passaged strains. Most obvious was the failure of both virus strains from passage 114 to replicate in MDCK cells and in Dubca cells. Forty-eight hours after infection the titer of wildtype viruses had increased at least 400-fold (VD49 wt) and 6000-fold (VDM wt), respectively, whereas no increase was observed for VDM 114 and VD49 114 infected cells as demonstrated for Dubca cells in figure 1. Furthermore, agglomerations of rounded cells was observed in BHK, E.derm (except VDM) and L929 cells after infection with wildtype strains and only in E.derm cells after infection with passages 114. Table I summarizes the differences in cytopathic effects of both strains in different cell lines (rounding up of cells, plaque formation and plaque diameter up to 0.5 mm are not noted).

Replication of VDM and VD49 in vivo

The pock morphology on the CAM was determined after six days of incubation. By then, small white-opaque pocks had developed with 0.2 to 1.0 mm in diameter. Comparison of either wt or passage 114 infected CAMs displayed no differences in pock morphology, and only a slight shift in the ratio of plaque forming units to pockforming units was observed. By day 6, 25 % of VDM and VD49 wt infected embryos and 20 % of VD49 114 infected embryos had died, whereas no losses were seen after infection with VDM 114.

In order to determine the effect of serial *in vitro* passage on virulence a mouse model was developed. Intraperitoneal (i.p.) application of 10^5 pfu of VDM wt or VD49 wt in baby mice caused death within 2 to 3 days. After application of as little as 10 pfu the animals died within 5 to 6 days. The LD_{50} per mouse (p.m.) was calculated to be 3 and 5 pfu, respectively, after i.p. inoculation of VDM and VD49 wt (table II and figure 2 et 3). An identical value (LD_{50} p.m. = 3 pfu) was calculated for VDM wt using the intracerebrally (i.cer.) route, whereas the LD_{50} p.m. for VD49 wt was 225 pfu (figure 2, 3 and table II). Furthermore, there

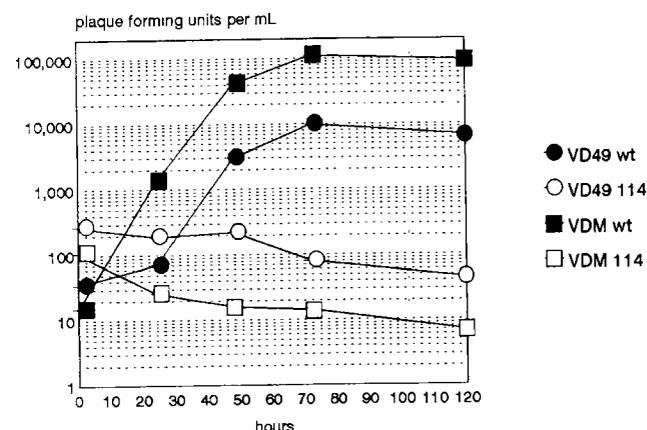


Figure 1: replication of camel poxvirus (CPV) strains VDM and VD49 in Dubca cells. The values represent the titers (plaque forming units (pfu)) after 1, 24, 48, 72 and 120 h post infectionem (determined on MA104 cells).

TABLE I

Differences in cytopathic effects (cpe) observed in various cell lines after infection with camelpoxvirus (CPV) strains VDM and VD49 wt (wildtype) and 114 (passage 114), respectively

Cell line	VDM		VD49	
	wt	114	wt	114
BHK	AG(20-50)		AG(10-30)	
Dubca	GC;Dia(1.3)	-0-	GC;Dia(1.0)	-0-
E.Derm	GC(5-10)	AG(20-50)	AG(5-10)	AG(5-10)
L929	AG(10-20)		AG(10-20)	
MA-104	GC(50-200)	CF;GC(-10)	GC(50-100)	CF;GC(-10);Dia(0.7)
MDBK				
MDCK		-0-		-0-
Vero	GC(50-200)	GC(5-15)	GC(20-50)	GC(5-20);Dia(0.7)

cpe, like rounding up of cells, plaque formation and plaque diameters up to 0.5 mm are not particularly noted.

AG = agglomeration (in brackets: number of cells involved); CF = comet formation; GC = giant cell (in parentheses: number of nuclei involved);

Dia: = diameter (in parentheses: diameter in mm); -0- = no effect was seen, neither rounding up nor plaque formation

■ PATHOLOGIE INFECTIEUSE

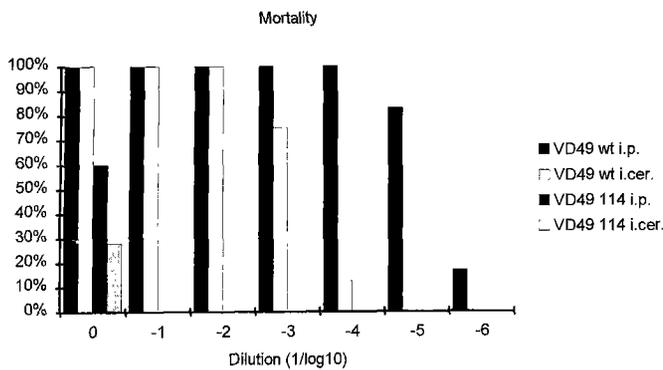


Figure 2: mortality of suckling mice after intraperitoneal (i.p.) or intracerebral (i.cer.) infection with camelpoxvirus (CPV) strains VD49 wt and VD49 114.

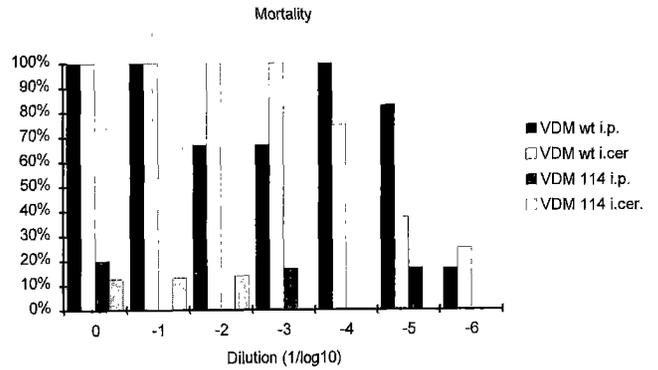


Figure 3: mortality of suckling mice after intraperitoneal (i.p.) or intracerebral (i.cer.) infection with camelpoxvirus (CPV) strains VDM wt and VDM 114.

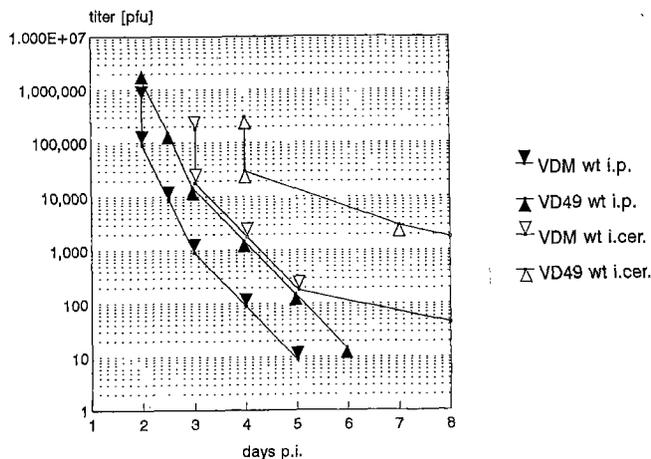


Figure 4: correlation of applied virus titer and time of death of camelpoxvirus (CPV) infected mice (abscissae, time in days, and ordinates, pfu per dose). Criterion for time is the day, when more than 50 % of animals were dead.

was a difference when comparing mode of application and mean time interval until the animals died. Using an identical amount of pfu, i.p. infected mice died earlier than i.cer. infected animals (figure 4).

A marked attenuation was seen after application of the highly passaged viruses VDM 114 and VD49 114. The LD₅₀ p.m. was calculated to be in the range of 1 to 7 x 10⁵ pfu for both strains and both modes of application (figure 2, 3 and table II).

Genome analysis

The restriction fragments obtained after digestion of different passages of VDM and VD49 with either XhoI or HindIII are shown in figure 5. The majority of fragments were comigrating. However, some fragments present in the wt strain (i.e. 11, 14.5 and 18 kilobasepair (kbp) HindIII-fragment of VDM) were absent in subsequent passages. In contrast, some new fragments could be

Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 1996, 49 (2) : 114-120

TABLE II

Comparison of LD₅₀ values for one mouse after application of camelpoxvirus strains VDM and VD49 wt (wildtype) and 114 (passage 114), respectively

Virus passage	Virus titer [pfu] ¹	Application ²	LD ₅₀ p.m. [pfu] ³	Increase in LD ₅₀ ⁴
VDM wt	9.0 × 10 ⁵	i.p.	3	
VDM 114	8.4 × 10 ⁵	i.p.	7.8 × 10 ⁵	260,00
VDM wt	1.8 × 10 ⁵	i.cer.	2.5	
VDM 114	1.7 × 10 ⁵	i.cer.	2.1 × 10 ⁵	90,000
VD49 wt	15.0 × 10 ⁵	i.p.	5	
VD49 114	4.1 × 10 ⁵	i.p.	3.3 × 10 ⁵	65,000
VD49 wt	3.0 × 10 ⁵	i.cer.	225	
VD49 114	0.8 × 10 ⁵	i.cer.	1.3 × 10 ⁵	550

¹ amount of plaqueforming units (pfu) in the applied volume (0.1 ml i.p.; 0.02 ml i.cer.) of stock virus (10⁶) as determined on MA-104 cells

² kind of application: i.p. (intraperitoneal) or i.cer. (intracerebral)

³ LD₅₀ per mouse (p.m.) in pfu (based on virus titer and mortality rate, figures 2 and 3)

⁴ increase of the LD₅₀ in the ratio of passage 114 to wt

detected (i.e. 7.9 kbp fragment of VDM and 10.1 kbp fragment of VD49). The total size of each genome was obtained by summing up. One hundred fourteen passages did not result in any changes of the length of VD49 as compared to the wt strain (about 166.5 kbp). However, the size of the genome of VDM 114 had decreased by about 22 kbp (172 kbp *versus* 194 kbp) compared to the wt virus. Physical maps were established for wildtype and passage 114 of both strains (figure 6) and the difference could be attributed to deletions in the right and left termini (reducing their size 17.5 and 4.5 kbp, respectively).

DISCUSSION

The pheno- and genotype of two CPV isolates (VDM and VD49) were examined before and after serial *in vitro* passages. Both wildtype viruses displayed similar characteristics as compared to data previously described (1, 2, 4, 13, 14, 23, 24, 26). However, after passagation differences were noted *in vivo* and *in vitro*. It seems remarkable that both strains have lost the ability to replicate in Dubca cells that originally were derived from camel skin cells. The second difference noted is the formation of comets that could be seen with the passaged viruses in MA-104 cells. Formation of comets is caused by a unidirectionally spread of extracellular enveloped virions (EEV). It is well accepted that EEV plays an important role in the pathogenesis *in vivo* and might contribute to a protective immune response (25). This is of course essential for an effective vaccine.

However, the essential part of this study was the comparison of virulence of VDM and VD49 before and after cell culture passagation in a mouse model. According to data described in references 2, 4, 13, 14, 26, the susceptibility of mice seems to be age dependent. In this study, 36 ± 8 h old mice proved to be highly susceptible for both VDM wt and VD49 wt. After intracerebral

application, the pathogenicity of VD49 wt was slightly lower than the pathogenicity of VDM wt. Comparing the modes of application, intraperitoneal inoculation leads to a higher mortality and results can be obtained within six days, which should be of help in future experiments.

However, a striking low pathogenicity of cell culture passaged virus could be demonstrated. Comparing the LD₅₀ p.m.-values, the amount of pfu increased up to 260,000-fold. Only a 10,000-fold increase was described for recombinant vacciniaviruses with a thymidin kinase negative phenotype (3). It can only be assumed that during passagation mutations and/or deletions have occurred. It is tempting to speculate that failure to replicate in Dubca cells (the reasons are unknown) point to a highly attenuated phenotype in camels too.

Of interest are two animals which received a dilution (10⁻³ and 10⁻⁵ fold) of VDM 114 i.p. and were eaten by their dams. Therefore, an examination was not possible. However, in both cases only one animal from a group of seven was missing and because no animal of the other groups died (10⁻¹, 10⁻² and 10⁻⁴ fold virus dilutions) these two animals were not included in the survey on the LD₅₀ value.

Investigation of the viral genome of VDM and VD49 indicates two different ways of genomic evolution during cell culture passages: VDM wt displays migration patterns and an overall genomic size similar to other CPV strains (5, 17, 24). Continuous passagation leads to a loss of 22 kbp in the terminal regions and thereby probably to a loss of genes which are not essential for replication *in vitro*. Many authors (6, 9, 15, 22) assume that in the variable-sized termini proteins are encoded which interfere with the host's immune response.

In contrast, the mouse pathogenic VD49 wt displays a significantly shorter genome than VDM wt and other CPV strains

(165 versus 190 kbp) (5, 17, 24) due to a truncated right terminus, thus resembling the VDM 114 strain with a highly attenuated phenotype. Passagage of VD49 wt leads only to a loss of approximately 1 kbp but is associated with a marked attenuation.

The mechanisms leading to attenuation by cell culture passagage are not yet understood. Maybe minute deletions or even point mutations in genes interfering with the host's immune response are responsible for the loss of pathogenicity (15, 22). Thus, further detailed investigations like marker rescue experiments would be

helpful to identify the gene(s) involved in virulence. However, at present molecular investigations cannot replace animal experiments for the proof of apathogenicity for animals or man.

The results show that VDM 114 and VD49 114 might be candidates for live vaccines against CPV infection. However, this can only be evaluated in the natural host and must include subsequent challenge experiments. Thereby, two characteristics (failure to replicate in Dubca cells and formation of comets) could serve as important *in vitro* markers to distinguish the attenuated strains from field strains.

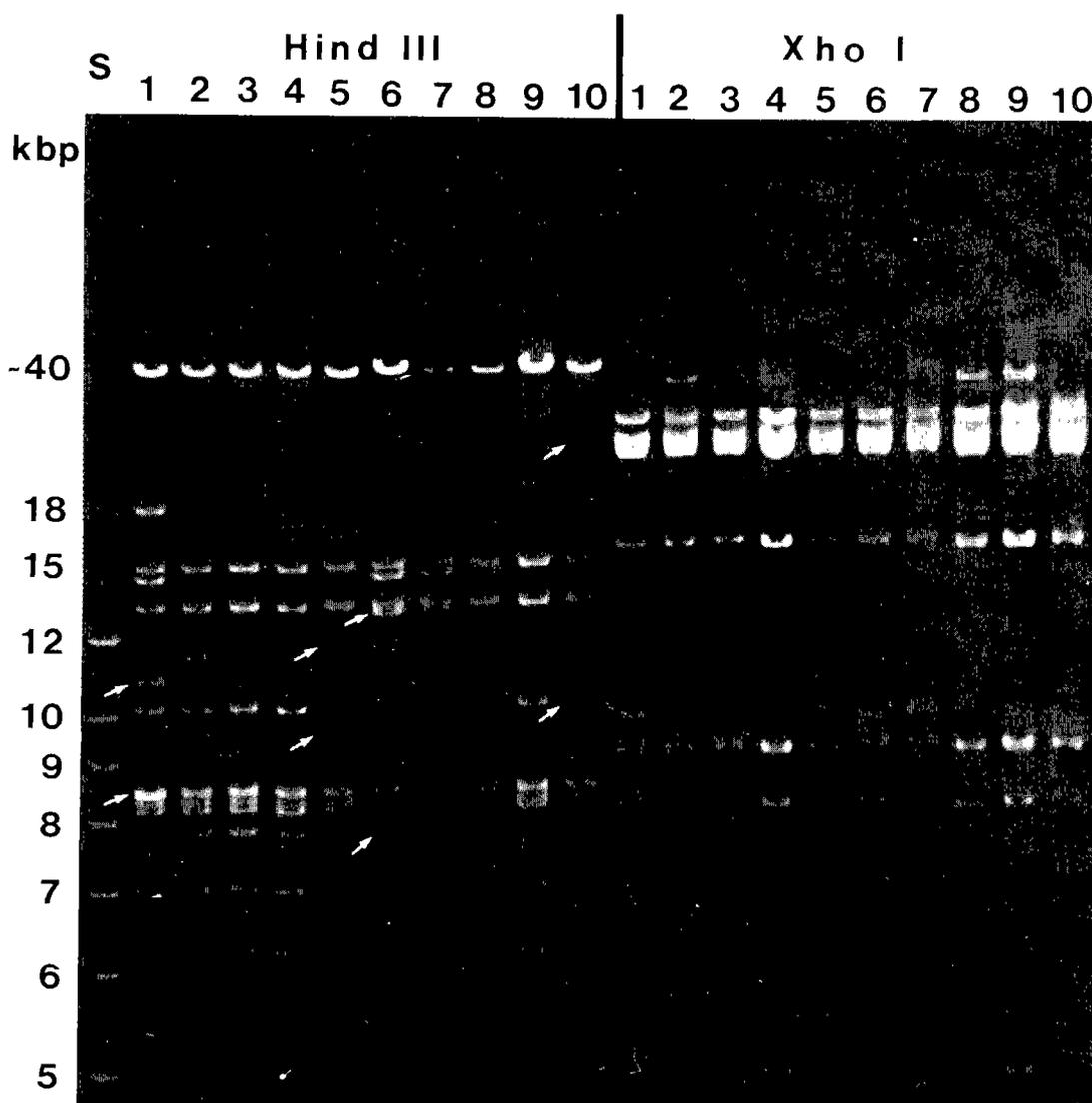


Figure 5: electropherogram of HindIII or XhoI digested DNA of camelpoxvirus (CPV) strains VDM and VD49 obtained from different passages. Arrows mark the terminal fragments.

S = molecular weight standard

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1 = VDM wt | 6 = VD49 wt |
| 2 = VDM passage 30 | 7 = VD49 passage 30 |
| 3 = VDM passage 80 | 8 = VD49 passage 82 |
| 4 = VDM passage 110 | 9 = VD49 passage 110 |
| 5 = VDM passage 114 | 10 = VD49 passage 114 |

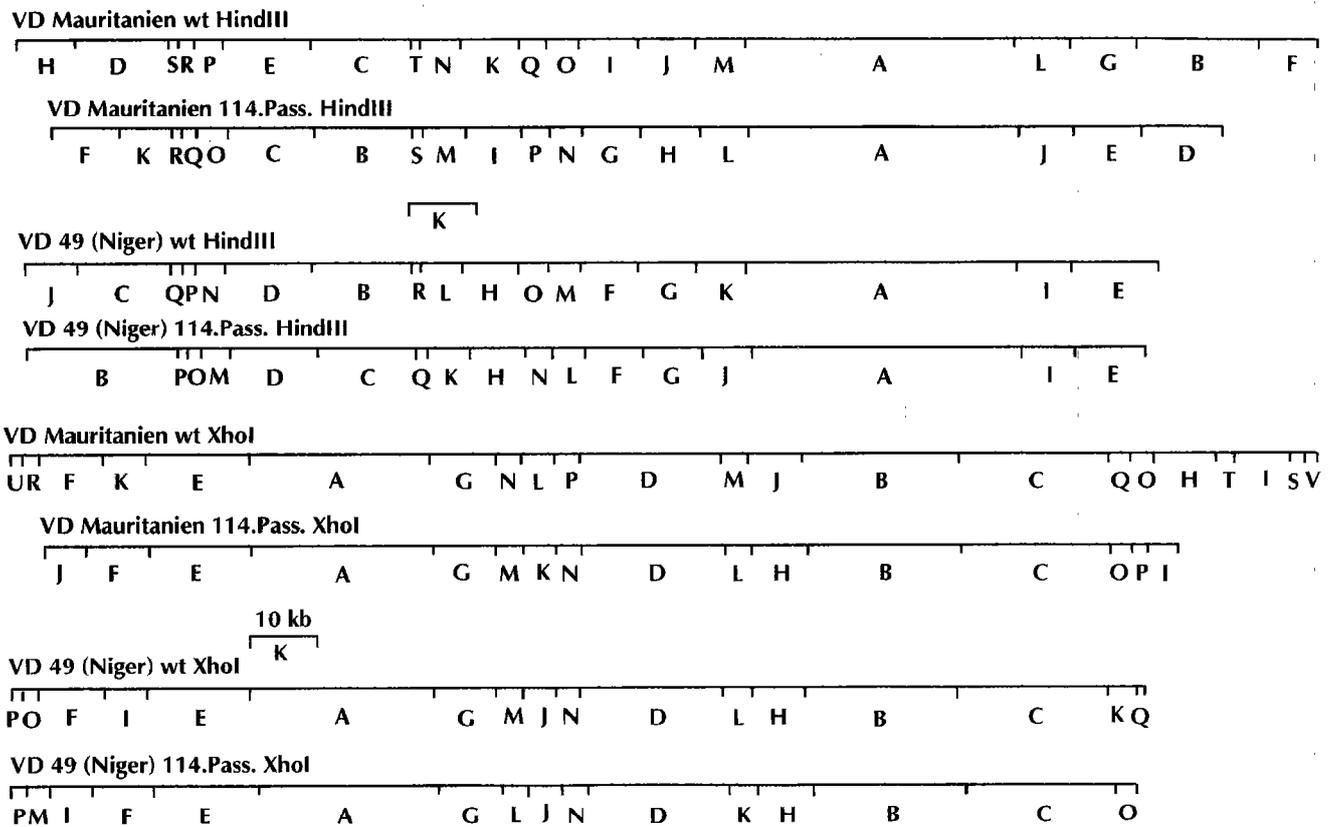


Figure 6: physical maps of HindIII or XhoI digested DNA of camelpoxvirus strains VDM and VD49 wt and 114, respectively.

Acknowledgements

The authors are grateful to Dr. Nguyen Ba-Vy, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, France, for kindly providing virus strains VDM and VD49 and Professor O.-R. Kaaden, Institute of medical microbiology, infections and epidemic diseases, Munich, Germany, for kindly providing the cell line Dubca. The authors also thank Mrs. Laura Chaudhuri and Mrs. Gudrun Zöller for excellent technical help.

REFERENCES

1. BA-VY N., RICHARD D., GILLET J.P., 1989. Propriétés d'une souche d'orthopoxvirus isolée des dromadaires du Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** (1) : 19-25.
2. BAXBY D., 1972. Smallpox-like viruses from camels in Iran. *Lancet*, **2**: 1063-1065.
3. BULLER R.M.L., SMITH G.L., CREMER K., NOTKINS A.L., MOSS B., 1985. Decreased virulence of recombinant vaccinia virus expression vectors is associated with a thymidin kinase - negative phenotype. *Nature*, **317**: 813-815.
4. DAVIES F.G., MUNGAI J.N., SHAW T., 1975. Characteristics of an Kenyan camelpoxvirus. *J. Hyg. Camb.*, **75**: 381-385.
5. ESPOSITO J.J., KNIGHT J.C., 1985. Orthopoxvirus DNA: A comparison of restriction profiles and maps. *Virology*, **143**: 230-251.
6. GOEBEL S.J., JOHNSON G.P., PERKUS M.E., DAVIES S.W., WINSLOW J.P., PAOLETTI E., 1990. The complete DNA sequence of vaccinia virus. *Virology*, **179**: 247-266.
7. HAFEZ S.M., AL-SUKAYRAN A., DELA CRUZ D., MAZLOUM K.S., AL-BOKMY A.M., AL-MUKAYEL A., AMJAD A.M., 1992. Development of a live cell culture camelpox vaccine. *Vaccine*, **10**: 533-539.
8. HIGGINS A.J., SILVEY R.E., ABDELGHAFIR A.E., KITCHING R.P., 1992. The epidemiology and control of an outbreak of camel pox in Bahrain. In: Proceedings of the 1st international camel conference, Dubayy, United Arab Emirates, 2-6 February 1992. New Market, United Kingdom, R&W Publications, p. 101-104.
9. JOHNSON G.P., GOEBEL S.J., PAOLETTI E., 1993. An update on the vaccinia virus genome. *Virology*, **196**: 381-401.
10. KAADEN O.-R., WALZ A., CZERNY C.-P., WERNERY U., 1992. Progress in the development of a camel pox vaccine. In: Proceedings of the 1st International Camel Conference, Dubayy, United Arab Emirates, 2-6 February 1992. New Market, United Kingdom, R&W Publications.
11. KAERBER G., 1931. Beitrag zur kollektiven Behandlung pharmakologischer Reihenuntersuchungen. *Arch. exp. Pathol. Pharmacol.*, **162**: 480.
12. KRIZ B., 1982. A study of camelpox in Somalia. *J. comp. Path.*, **92**: 1-8.
13. MAHNEL H., BARTENBACH G., 1973. Systematisierung des Kamelpockenvirus. *Zbl. Vet. Med. B*, **20**: 572-576.
14. MARENNIKOVA S.S., SHENKMAN L.S., SHELUKHINA E.M., MALTSEVA N.N., 1974. Isolation of camelpox virus and investigation of its properties. *Acta virol.*, **18**: 423-428.
15. MASSUNG R.F., ESPOSITO J.J., LIU L., QI J., UTTERBACK T.R., KNIGHT J.C., AUBIN L., YURAN T.E., PARSONS J.M., LOPAREV V.N., SELIVANOV N.A., CAVALLARO K.F., KERLAVAGE A.R., MAHY B.W.J., VENTER J.C., 1993. Potential virulence determinants in terminal regions of variola smallpox virus genome. *Nature*, **366**: 748-751.

16. MAYR A., BACHMANN P.A., BIBRACK B., WITTMANN G., 1973. Virologische Arbeitsmethoden, Bd.1: Zellkulturen, bebrütete Hühnereier, Versuchstiere. Jena, Germany, VEB Gustav Fischer Verlag, 666 p.
17. MEYER H., RZIHA H.-J., 1993. Characterization of the gene encoding the A-type inclusion protein of camelpox virus and sequence comparison with other Orthopoxviruses. *J. gen. Virol.*, **74**: 1679-1684.
18. MUNZ E., 1992. Pox and pox-like diseases in camels. In: Proceedings of the 1st International Camel Conference, Dubayy, United Arab Emirates, 2-6 February 1992. New Market, United Kingdom, R&W Publications.
19. MURPHY F.A., FAUQUET C.M., BISHOP D.H.L., GHABRIAL S.A., JARVIS A.W., MARTELLI G.P., MAYO M.A., SUMMERS M.D., 1995. Virus Taxonomy. Vienna, Austria, Springer-Verlag, 586 p. (6th report of the ICTV)
20. OTTERBEIN C.K., 1994. Phäno- und genotypische Untersuchung zweier Kamelpockenvirusisolate vor und nach Attenuierung durch Zellkulturpassagen. Thèse doct., Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany, 111 p.
21. OTTERBEIN C.K., MEYER H., RENNER-MUELLER I.C.E., MUNZ E., 1995. Charakterisierung zweier afrikanischer Kamelpockenvirus-Isolate. *Mitt. Osterr. Ges. Tropenmed. Parasitology*, **17**: 7-16.
22. PERKUS M.E., GOEBEL S.J., DAVIS S.W., JOHNSON G.P., NORTON E.K., PAOLETTI E., 1991. Deletion of 55 open reading frames from the termini of vaccinia virus. *Virology*, **180**: 406-410.
23. PFAHLER W., MUNZ E., 1989. Camelpox. *Int. J. Anim. Sci.*, **4**: 109-114.
24. RENNER-MUELLER I.C.E., MEYER H., MUNZ E., 1995. Characterization of camelpoxvirus isolates from Africa and Asia. *Vet. Microbiol.*, **45** (4): 371-381.
25. SMITH G.L., 1993. Vaccinia virus glycoproteins and immune evasion. *J. gen. Virol.*, **74**: 1725-1740.
26. TANTAWI H.H., 1974. Comparative studies on camel pox, sheep pox and vaccinia viruses. *Acta virol.*, **18**: 347-351.
27. WUENSCH A.B., 1992. Zuchtgeschichte von sechs Mäuse-Inzuchtstämmen. Thèse doct., Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany, 170 p.

Reçu le 27.3.96, accepté le 3.10.96

Résumé

Otterbein C.K., Meyer H., Renner-Müller I.C.E., Munz E. Caractérisation *in vitro* et *in vivo* de deux souches de virus de la variole des dromadaires à virulence atténuée

Deux souches de virus de la variole des dromadaires (CPV) isolées de dromadaires affectés d'altérations cutanées généralisées ont été soumises à des passages en série de cellules Vero. Différentes caractéristiques phénotypiques furent étudiées *in vivo* comme *in vitro* et comparées à celle des souches sauvages correspondantes. A beaucoup d'égards, aucune différence ne put être constatée. Toutefois, dans un modèle de souris, les deux souches soumises au passage s'avèrent sensiblement atténuées. De plus, ces souches ne sont pas en mesure de se reproduire dans une culture dérivée de cellules cutanées de dromadaire. Par comparaison des cartes génomiques physiques établies pour les enzymes HindIII et XhoI, des délétions totalisant 22 kilobasepairs furent constatées pour l'une des souches atténuées. Le génome de la deuxième souche ne comportait que des altérations mineures.

Mots-clés : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - *Camelus bactrianus* - Orthopoxvirus - Expérimentation *in vitro* - Expérimentation *in vivo* - Vaccin.

Resumen

Otterbein C.K., Meyer H., Renner-Müller I.C.E., Munz E. Caracterización *in vivo* e *in vitro* de dos aislamientos de Camelpoxvirus con virulencia disminuida

Se aislaron dos cepas de Camelpoxvirus (CPV) en camellos con enfermedad cutánea generalizada, las cuales fueron luego sometidas a pasajes en serie en células Vero. Se investigaron varias propiedades fenotípicas *in vitro* e *in vivo*, en comparación con aquellas correspondientes a las cepas de tipo salvaje. En muchos aspectos no se observaron diferencias. Sin embargo, en un modelo en ratones, ambos pasajes de las cepas demostraron ser altamente atenuantes. Además de esto, ninguna de las cepas logró replicarse en una línea celular derivada de células de piel de camello. La comparación de los mapas físicos establecidos para las enzimas HindIII y XhoI revelaron errores de un total de 22 kbp en una cepa atenuada. En la segunda cepa se notaron solamente alteraciones menores.

Palabras clave : Dromedario - *Camelus dromedarius* - *Camelus bactrianus* - Orthopoxvirus - Experimentación *in vitro* - Experimentación *in vivo* - Vacuna.

Lutte intégrée contre les parasitoses animales tropicales *

G. Uilenberg ¹

Mots clés

Parasitose animale - Lutte intégrée - Résistance aux produits chimiques - Coût - Environnement - Rentabilité - Pays en développement.

Résumé

Dans le passé, la lutte contre les parasites était essentiellement basée sur l'utilisation de médicaments et de pesticides. Bien que ces composés continuent à garder une grande importance pour la prévention et le traitement des maladies parasitaires, la tendance actuelle est vers une approche plus flexible, intégrant divers autres moyens de combattre ces pathologies. Les raisons principales de cette évolution sont les suivantes :

- apparition de résistances des parasites aux composés utilisés ;
- ralentissement du développement de nouveaux composés pour compenser ce phénomène de résistance (réglementation de plus en plus stricte sur la toxicité et les résidus, ayant pour corollaires des coûts de recherche et de développement très élevés, et une rentabilité insuffisante pour l'industrie du fait de la durée de vie limitée des nouveaux produits, précisément à cause du phénomène de résistance, et du marché pauvre et limité pour les composés dans les pays en voie de développement) ;
- accroissement des coûts des nouveaux produits pour l'utilisateur ;
- problèmes liés à la toxicité, à la pollution de l'environnement et aux résidus dans les produits d'origine animale.

La gestion intégrée des moyens de lutte contre les parasites utilise, dans la mesure du possible, la lutte biologique et mécanique, la résistance acquise et innée de l'hôte du parasite, ainsi que des procédures mécaniques, sanitaires et réglementaires, même si la lutte chimique ne peut que rarement être complètement abolie. Il est primordial d'accorder une attention particulière à la rentabilité et au caractère durable dans tous les sens des moyens de lutte utilisés.

■ La lutte contre les parasitoses tropicales des animaux de rente a été basée pendant longtemps principalement sur l'emploi de médicaments et de pesticides. Cela reste vrai pour les ectoparasites dont le cycle se déroule entièrement sur l'hôte, par exemple les acariens des gales et les poux. La lutte contre ce type de parasite est habituellement simple. On peut en général les éliminer du troupeau par une ou deux applications d'un composé spécifique et prévenir les réinfestations par des mesures sanitaires et par une surveillance. Un nouveau traitement ne s'impose qu'en cas de réinfestation. D'autres exemples de parasites qui ne quittent pas

leur hôte sont l'agent de la trichomonose bovine, *Trichomonas foetus*, et celui de la dourine, *Trypanosoma equiperdum* ; après avoir obtenu la guérison de l'animal par un traitement médicamenteux, ou après élimination des animaux atteints du troupeau, il suffit d'empêcher des réinfections par d'autres mesures.

Mais la majorité des parasites ont des stades en dehors de leurs hôtes, soit dans l'environnement (comme beaucoup d'helminthes, de coccidies et d'autres protozoaires intestinaux, et la grande majorité des arthropodes piqueurs), soit chez des vecteurs ou des hôtes intermédiaires (tels que tous les parasites transmis par des arthropodes, beaucoup de coccidies *sensu lato*, et beaucoup d'helminthes). La guérison de l'hôte ne peut empêcher des réinfestations ou des réinfections à partir de l'environnement, des vecteurs ou des hôtes intermédiaires, et la lutte a traditionnellement été basée sur des traitements réguliers, systématiques, sans fin et sans espoir d'éradication. Les raisons suivantes sont à l'origine d'un changement d'approche, qui se dessine ces dernières années pour différentes raisons :

* Cet article est publié conjointement en français dans ce numéro de la *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* et en anglais dans le vol. 28 n°4 de *Tropical animal health and production*. Il est issu d'une conférence ayant eu lieu le 7 décembre 1995 à l'occasion du congrès d'hiver 1995-1996 de la Société française de parasitologie à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, France (16).

1. "A Surgente", Route du Port, 20130 Cargèse, Corse

1) Résistance

Il pourrait bien y avoir des mutants naturels dans les populations de parasites contre tous les antiparasitaires actuels et futurs. Après tout, les arthropodes et les nématodes parasites ont dû faire face depuis des millions d'années à des pesticides naturels, surtout ceux produits par des plantes, et ont dû développer une stratégie basée sur des mutations afin de survivre.

Quoi qu'il en soit, la plupart des parasites importants des animaux ont actuellement développé une résistance à une ou à plusieurs familles de molécules, et parfois même à tous les composés disponibles dans le commerce, tandis que le développement de nouveaux médicaments et pesticides est presque au point mort, en particulier pour les parasitoses tropicales ; plusieurs molécules ont même été retirées du marché.

Pour ne mentionner que quelques exemples :

Une résistance des trypanosomes africains des animaux domestiques a été observée contre les quelques composés actuellement disponibles et constitue un problème de première importance.

Le problème des résistances contre les insecticides chez beaucoup d'insectes piqueurs est bien connu. Les glossines, vecteurs des trypanosomoses africaines, ne sont heureusement pas (encore) concernées, sans doute parce qu'il existe peu de chances de rencontrer les mutants nécessaires à cause du faible nombre de descendants.

La résistance des tiques aux acaricides est un problème majeur. Là où le détiage est intensif, des résistances aux acaricides utilisés et aux molécules apparentées se sont développées. Certaines souches de la tique *Boophilus microplus* en Australie sont à présent résistantes à tous les acaricides disponibles dans le commerce, et de ce fait les Australiens ont été des pionniers de méthodes alternatives pour la lutte contre les tiques.

Les helminthes d'animaux ont également développé des résistances à plusieurs anthelminthiques, y compris aux endectocides tels que l'ivermectine, la moxidectine, la closantel...

Par ailleurs, la résistance aux anticoccidiens constitue une difficulté énorme pour l'élevage avicole.

Un exemple frappant en médecine humaine est bien sûr celui du paludisme où la lutte ne peut plus être basée uniquement sur l'utilisation d'insecticides et sur la chimioprophylaxie, à cause des multirésistances aussi bien chez les vecteurs que chez les *Plasmodium*.

2) Le coût financier

L'industrie pharmaceutique souscrit évidemment au principe de coût/bénéfice, sans quoi elle ne survivrait pas. Or, le coût de la recherche est en augmentation constante. La réglementation sur la toxicité chronique et sur les résidus des composés est de plus en plus stricte et leur admission officielle devient de plus en plus difficile et coûteuse. En conséquence logique, chaque nouvelle molécule est plus chère que les précédentes. Mais le marché des pays en voie de développement est limité financièrement et en volume, et n'incite pas l'industrie à investir les sommes énormes requises pour développer de nouveaux produits contre les parasitoses tropicales.

Dans beaucoup de pays en voie de développement, le problème de manque de devises est un facteur important. La plupart des médicaments et des pesticides sont fabriqués dans les pays industrialisés et la part des devises que les gouvernements peuvent ou veulent utiliser pour leur importation est souvent très limitée. (Les

pays de la zone franc constituent une exception étant donné que le taux d'échange du franc CFA avec le franc français est fixe et garanti par la France. Bien entendu, cela n'enlève pas les limitations financières quantitatives, surtout après la dévaluation récente du franc CFA.)

Depuis la mise sur le marché de l'isométramidium, il y a une trentaine d'années, un seul autre composé contre les trypanosomoses animales africaines est apparu dans le commerce, le Mel Cy (Cymelarsan®), contre *Trypanosoma evansi*, et le nombre de trypanocides est extrêmement limité. La situation n'est pas meilleure en ce qui concerne la maladie du sommeil humaine, car le nombre de médicaments autorisés est encore plus limité ; bien qu'un nouveau traitement de cette maladie existe (DL- α -difluorométhylornithine = DFMO = eflornithine), ce traitement est trop long et son prix trop élevé dans les conditions africaines. Le nombre de cas de trypanosomose humaine africaine est par ailleurs beaucoup trop faible pour justifier de programmes spéciaux de recherche par l'industrie pharmaceutique pour le développement de trypanocides nouveaux. Même le marché de la trypanosomose animale est trop limité pour que l'industrie y consacre un effort réel. Les pays et les organisations de donateurs ont un rôle évident dans ce domaine.

La mise au point du parvaquone et de l'halofuginone pour le traitement des theilérioses virulentes (*Theileria parva* et *T. annulata*) vers la fin des années 1970 a créé un grand espoir, car aucun médicament efficace n'était disponible auparavant. Malheureusement, le prix de vente du parvaquone et de son successeur, le buparvaquone, est beaucoup trop élevé pour le marché africain ; malgré ce prix élevé, il semble bien que la compagnie concernée ne pourra jamais récupérer son investissement, car le marché est trop limité. Le lactate d'halofuginone n'a pas connu de succès commercial à cause de problèmes associés à sa fabrication, son administration et sa toxicité ; son prix n'aurait peut-être pas été excessif, car l'halofuginone était déjà en vente contre les coccidies.

Le marché des médicaments contre les babésioses animales est limité, aussi bien dans les pays industrialisés que dans ceux en voie de développement. Quelques composés ont même été retirés du marché par les fabricants, soit complètement, soit dans certains pays, pour des raisons économiques.

L'industrie pharmaceutique est obligée d'investir des sommes énormes si elle veut développer de nouvelles familles d'acaricides contre les tiques. Mais la récupération de tels investissements devient de plus en plus problématique, car ce marché est aussi secondaire, même dans les pays relativement riches, comparé à celui des pesticides utilisés contre les parasites de cultures. Il semble bien que nous soyons à peu près condamnés à vivre avec ce qui existe actuellement. Aussi les experts s'interrogent-ils sur la meilleure stratégie pour retarder et gérer les résistances.

Étant donné que le développement de résistances contre les produits antiparasitaires semble inéluctable, l'industrie hésite à investir dans la recherche de nouvelles molécules. La durée pendant laquelle une nouvelle molécule sera efficace est imprévisible, mais certainement limitée. Le marché pour les anthelminthiques est certes relativement lucratif, car il est mondial et concerne toutes les espèces d'animaux domestiques ; néanmoins, des prix plus élevés affectent non seulement les éleveurs des pays en voie de développement, mais aussi ceux des pays industrialisés, pour lesquels la marge de bénéfice est souvent très réduite et chaque centime compte. Les composés antiparasitaires à large spectre sont bien sûr les plus attrayants, comme les endectocides récents, actifs contre les arthropodes et les nématodes, mais des résistances sont déjà connues chez quelques espèces de parasites.

3) Problèmes environnementaux et toxicologiques

Un certain degré de pollution liée à l'utilisation sur les animaux d'insecticides et d'acaricides est inévitable, surtout lorsque l'application est régulière et fréquente. Le problème le plus important se pose lors du renouvellement du liquide dans les baignoires ou dans les réservoirs des couloirs d'aspersion ; que faire du liquide périmé ? La plupart des produits sont néfastes pour la vie aquatique et la pollution persistante qu'engendrent l'arsenic et les organochlorés autour d'anciens baignoires est d'actualité notoire aux Etats-Unis et en Australie par exemple.

Les insecticides pulvérisés sur la végétation contre les glossines peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement, mais ces effets sont habituellement passagers, car l'application n'est pas ou peu répétée. L'utilisation d'insecticides sur les cultures est beaucoup plus lourde et donc nuisible.

Les résidus de médicaments et de pesticides dans les produits animaux (viande, lait, laine...) constituent un problème universel, d'une très grande importance pour la santé publique.

Même les anthelminthiques peuvent être à l'origine de pollution. Notamment, on sait que l'ivermectine affecte la faune des arthropodes dans la bouse de vaches, et peut tuer les bousiers, ce qui retarde le recyclage des excréments. Le problème est réel en Australie où les bousiers spécifiques des fèces de ruminants faisaient défaut à l'origine et sont importés.

4) La vulnérabilité des populations animales sous traitement antiparasitaire intensif et régulier

A titre d'exemple, les bovins traités régulièrement et efficacement contre les tiques restent sensibles à toutes les maladies transmises par les tiques locales. Si les traitements sont interrompus pour une raison ou une autre (résistance à l'acaricide utilisé, rupture de l'approvisionnement d'acaricide, panne des installations, ou bien émeutes ou guerres civiles), des pertes très importantes peuvent se produire (12).

■ LA LUTTE INTEGREE

Elle consiste à utiliser de façon optimale toutes les méthodes de lutte disponibles de façon flexible, adaptées aux circonstances locales et aux réalités économiques. Elle peut comprendre des méthodes biologiques, immunologiques, mécaniques, génétiques, mais également chimiques, tandis que les procédures sanitaires et la surveillance restent valables. L'approche n'est pas vraiment nouvelle, il existe de nombreux exemples de longue date de lutte antiparasitaire par des mesures autres que l'utilisation de médicaments et de pesticides. Mais à cause des raisons mentionnées, l'accent est actuellement moins sur ces composés et plus sur une approche multidisciplinaire (voir par exemple Young et coll., (17)). Néanmoins, la lutte rationnelle intégrée reste souvent encore un but plus ou moins lointain à atteindre ; les méthodes potentielles ne sont pas toujours à la portée des techniciens et encore moins des populations rurales, et certaines méthodes n'ont pas encore fait preuve de leur efficacité et de leur rentabilité dans les conditions de terrain.

Ce qui suit est une revue de quelques composants actuels ou potentiels de la lutte intégrée pour certains groupes de parasites. Il n'est pas dans notre intention d'être exhaustif ; les quelques références bibliographiques ne sont données qu'à titre d'exemples. Un numéro spécial de la *Revue scientifique et technique de l'office in-*

ternational des épizooties traite en grande partie de ce domaine en ce qui concerne les ectoparasites (14).

Lutte immunologique

Il y a toujours bien peu d'exemples de vaccins appliqués contre des parasites. En ce qui concerne les helminthes, il existe un vaccin commercial contre la bronchite vermineuse (*Dictyocaulus viviparus*) des bovins, par administration de larves irradiées. Le commerce propose également des vaccins atténués contre des coccidioses aviaires.

La plupart des procédures d'immunisation utilisées dans les pays tropicaux, peu nombreuses d'ailleurs, ne sauraient guère intéresser l'industrie privée, car le marché est trop limité et le plus souvent pauvre, les procédures sont souvent compliquées, difficilement standardisables et comportent trop de risques pour intéresser le commerce. S'agissant de maladies à hématozoaires, comme les babésioses et les theilérioses, l'inoculation de l'organisme causal vivant est suivie d'un traitement spécifique s'il n'est pas atténué. Les risques de contamination, surtout virale, sont réels, et l'utilisation d'organismes virulents comporte d'autres risques évidents. L'utilisation de ces méthodes est principalement limitée aux laboratoires gouvernementaux.

Plusieurs équipes étudient la possibilité d'utiliser des méthodes plus modernes d'immunisation contre les parasites mais jusqu'à présent les résultats pratiques sont bien minces. Il existe en France un vaccin commercial contre une babésiose (canine), basé sur des antigènes solubles de culture. Deux vaccins recombinants sont commercialisés depuis peu contre la tique *Boophilus microplus*, mais leur efficacité et leur rentabilité restent à démontrer par une utilisation à plus vaste échelle.

Un parasite est un organisme bien plus complexe qu'une bactérie ou un virus, même si les virus posent parfois des problèmes énormes dans ce domaine, comme notamment les virus de la grippe et du SIDA.

Néanmoins, l'avancée des biotechnologies est rapide, et on peut raisonnablement s'attendre à des progrès spectaculaires dans un avenir plus ou moins proche.

Dans le cas des méthodes immunologiques, il faut certainement parler aussi d'un terrain qui dépasse celui de l'immunisation artificielle. Certains individus chez les animaux, comme chez l'homme d'ailleurs, développent une meilleure réponse immunitaire à une infestation parasitaire que d'autres individus de la même population. De même, certaines populations et races tolèrent en moyenne un parasitisme donné mieux que d'autres. Les taurins et les petits ruminants trypanotolérants d'Afrique de l'Ouest sont connus depuis longtemps, et une certaine trypanotolérance a plus récemment été mise en évidence chez certaines populations de zébus de l'Afrique de l'Est (11). Les populations de bovins qui ont vécu depuis longtemps dans des régions endémiques de babésioses, theilérioses, etc. ne souffrent guère de ces infections, à l'opposé des bovins importés. Non seulement elles supportent bien mieux ces infections, mais également l'infestation par les tiques. Une tolérance relative vis-à-vis des infestations par des helminthes existe aussi par exemple chez certaines races de petits ruminants. Il s'agit normalement d'une sélection naturelle dans les régions endémiques, mais une observation récente indique qu'un gène responsable d'une résistance aux tiques pourrait également se retrouver fortuitement chez une population bovine originaire d'ailleurs (6).

Malheureusement, la productivité de la plupart de ces races "tolérantes" laisse à désirer et se situe loin en-dessous de celle du bétail

sensible importé. On est véritablement pris dans un dilemme : la démographie galopante de la population humaine des pays en voie de développement exige une augmentation rapide et radicale de la production en protéines animales, mais le bétail autochtone n'est pas capable d'y faire face. Les produits de croisements produisent mieux que les animaux de race locale, et ils sont mieux adaptés aux mauvaises conditions climatiques et alimentaires que les animaux de race importée pure ; mais leur tolérance au parasitisme est tout au plus intermédiaire, ce qui est souvent insuffisant.

Si la tolérance envers un parasite donné est basée sur un ou sur très peu de gènes seulement, il est peut-être possible de transférer ces gènes du bétail local au bétail plus productif mais sensible. Cela pourrait se faire par des programmes de croisement et de sélection classiques ou peut-être dans un avenir plus lointain par le génie génétique. Une autre méthode possible est la sélection sur la production à l'intérieur d'une population ou d'une race tolérante. Aucune de ces trois approches n'est rapide ! Par ailleurs, toutes exigent l'existence de critères fiables de résistance et de marqueurs génétiques de tolérance, rarement disponibles à l'heure actuelle.

Le fait que le stress d'une production élevée est immunodépresseur pourrait constituer un facteur de complication, car les gènes responsables de la tolérance pourraient ne pas trouver toute leur expression chez des animaux très productifs.

Lutte biologique

Elle consiste en l'utilisation de prédateurs et de maladies de parasites. Il y a beaucoup d'exemples d'application de méthodes de lutte biologique contre des parasites de cultures. Malheureusement, cela n'est pas vrai pour les parasites d'animaux, où les exemples sont encore rares. Des possibilités théoriques nombreuses existent certes, mais la plupart n'ont pas été suivies ou bien n'ont pas abouti à des résultats pratiques. Des hyménoptères parasites ont été utilisés avec un certain succès dans la lutte contre les *Stomoxys* à l'île Maurice (revue par Cuisance et coll. (3)). Des résultats expérimentaux prometteurs ont été obtenus avec un parasitoïde contre la tique *Amblyomma variegatum* (9). L'utilisation de nématodes entomophages contre des tiques est à l'étude, avec des résultats prometteurs pour certains (15), bien que d'autres chercheurs soient moins enthousiastes (8). L'emploi de champignons contre les tiques *Rhipicephalus appendiculatus* et *A. variegatum* et contre les larves de nématodes est également à l'étude et donne de l'espoir (7, 10). Néanmoins, en général les perspectives de l'application pratique de méthodes biologiques de lutte contre la plupart des parasites des animaux ne semblent pas très prometteuses dans un avenir proche.

Lutte écologique

Quelques exemples permettent d'illustrer cet aspect méthodologique :

- l'utilisation de plantes toxiques pour les tiques au pâturage ;
- la rotation des pâturages afin de priver les larves de tiques et de nématodes de leurs hôtes pendant une période suffisante pour qu'elles meurent ;
- occupation des pâturages par des animaux non sensibles sur les terrains infectés, par exemple par des chevaux ou des petits ruminants, afin de "blanchir" les tiques de la theilériose bovine, ou bien occupation des pâturages par des bovins et des petits ruminants pour diminuer la pression d'infection par *Haemonchus contortus* pour ces derniers ;

- les feux de brousses pour détruire des tiques, le défrichage de la végétation et la destruction du gibier pour priver les glossines du groupe *morsitans* d'un microclimat favorable et de leurs hôtes, donnent souvent des résultats décevants et sont actuellement devenues des méthodes pratiquement inacceptables ;

- la stabulation permanente des animaux, afin d'éviter le contact avec les tiques et les helminthes au pâturage.

Certaines des méthodes proposées sont attrayantes, mais souvent théoriques et peu pratiques. La gestion des pâturages n'est pas possible lorsqu'il s'agit de pâturages collectifs, ou de transhumance. La période pendant laquelle les larves de tiques peuvent survivre est souvent trop longue pour mériter une place dans la gestion rationnelle de l'exploitation. L'application de la rotation des pâturages serait prometteuse en climat tropical humide vis-à-vis des strongyloses de petits ruminants (1).

On pourrait inclure dans la lutte écologique l'exposition des animaux à la fumée, contre des insectes piqueurs ; elle est couramment pratiquée par des pasteurs africains.

Lutte génétique

Elle comprend des méthodes qui visent à interrompre le cycle de la reproduction des parasites par une modification de leur gènes, soit par irradiation, soit par manipulation génétique. L'approche est très spécifique et non-polluante (mise à part l'utilisation d'une source d'irradiation). Un exemple bien connu et réussi est la technique du mâle stérile utilisée dans l'éradication de la lucilie bouchère (*Cochliomyia hominivorax*). Cette technique de lâcher de mâles stériles a libéré le continent nord-américain de ce fléau, et promet de libérer bientôt toute l'Amérique Centrale. Elle a récemment permis d'éliminer la lucilie bouchère de l'Afrique du Nord après son introduction accidentelle en Libye (5).

La même méthode peut être utilisée contre les glossines. *A priori* ces mouches s'y prêtent très bien, car elles ne sont pas nombreuses et leur pouvoir de reproduction est limité. Néanmoins, un certain nombre de facteurs a empêché de vrais succès :

- les surfaces à traiter sont énormes et les glossines ne reconnaissent pas les frontières nationales ; une approche régionale s'impose donc ;

- le nombre important d'espèces différentes de glossines, dont l'élevage n'est techniquement acquis que pour certaines d'entre elles ;

- le coût élevé de la production des mâles stériles des différentes espèces au laboratoire ;

- le manque d'infrastructure et de moyens financiers de la plupart des pays concernés, nécessaires pour la protection permanente des régions libérées de la mouche contre les réinvasions ; ainsi la protection des 3 000 km² libérés de trois espèces de glossines au Burkina Faso (4) n'a pas pu être maintenue ;

- aucun pays donateurs n'est menacé directement par les glossines, ce qui rend difficile le financement continu qui est absolument nécessaire. C'est une différence essentielle avec la lucilie bouchère, pour laquelle les Etats-Unis sont directement concernés. Le réchauffement inéluctable de l'atmosphère par les activités humaines pourrait changer la donne à l'avenir !

Lutte mécanique

Les pièges et les écrans imprégnés d'insecticide sont utiles contre certains ectoparasites comme les glossines (2). Ils peuvent donner

une partie de la solution dans certaines situations. La lutte mécanique peut être utilisée pour maintenir les vecteurs et donc la prévalence de la maladie à un bas niveau, tolérable ; dans le cas des glossines, on peut mettre en place des lignes de pièges ou d'écrans servant de barrières. Les formes tridimensionnelles et l'association de couleurs attractives favorisant la pose sur le leurre (bleu et noir essentiellement) sont actuellement les plus employées. On peut les rendre encore plus attractifs par l'émission de certaines odeurs.

L'hôte imprégné d'insecticide peut également devenir un écran vivant contre les glossines, ou un piège vivant contre les tiques en utilisant des phéromones naturelles ou synthétiques. Un leurre en plastique, incorporant des phéromones spécifiques et un acaricide, attaché à la queue des bovins, a donné des résultats prometteurs pour la lutte contre des tiques africaines du genre *Amblyomma* (13).

La flexibilité, l'adaptation aux conditions locales, reste primordiale. Par exemple, la lutte contre les glossines et les tiques par la méthode "pour-on" (application topique dorsale) est à considérer de façon attentive, par rapport à des résidus éventuels de l'insecticide, dans les régions humides de l'Afrique de l'Ouest où la peau constitue un mets de prédilection pour certaines populations. (B. Bauer, comm. pers., 1995).

Il est également possible de combiner la lutte génétique avec la lutte mécanique en attirant les glossines dans des pièges dont elles sont libérées après un contact avec un produit chimiostérilisant, ou un régulateur de croissance.

Un exemple bien connu de lutte mécanique en médecine humaine est l'utilisation de moustiquaires, encore plus efficaces depuis qu'elles sont imprégnées de pyréthrinoides.

Lutte et surveillance sanitaires

Des mesures de quarantaine peuvent prévenir la contamination, par exemple par les acariens (agents des gales) ou par les poux. Des mesures de surveillance et de quarantaine, combinées à une législation appropriée, peuvent également être utiles ou même indispensables pour empêcher la propagation ou l'importation de parasites ou de souches résistantes aux pesticides.

Il existe actuellement un programme pour l'éradication de la tique *Amblyomma variegatum* des Antilles, tique africaine introduite involontairement dans les îles de la mer des Caraïbes, d'où elle menace le continent américain. Des mesures de surveillance s'appuyant sur une législation pertinente doivent faire partie intégrante de ce programme.

■ CONCLUSION

Plusieurs raisons irréfutables plaident en faveur d'une lutte intégrée, flexible et adaptée aux circonstances locales, contre les parasitoses des animaux domestiques. Bien que son application reste relativement limitée pour l'instant, il y a de nombreuses possibilités à explorer. La durabilité de la lutte intégrée est essentielle, aussi bien du point de vue économique que de celui de la protection de l'environnement.

REFERENCES

1. BARGER I.A., SIALE K., BANKS D.J.D., LE JAMBRE L.F., 1994. Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Vet. Parasitol.*, **53**: 109-116.
2. CUISANCE D., 1989. Le piégeage des tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, CIRAD-IEMVT, 172 p. (Etudes et Synthèses de l'IEMVT n° 32)
3. CUISANCE D., BARRE N., DE-DEKEN R., 1994. Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. *Revue sci. tech. Off. int. Epiz.*, **13** : 1305-1356.
4. CUISANCE D., POLITZAR H., MEROT P., TAMBOURA I., 1984. Les lâchers de mâles irradiés dans la campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 449-467.
5. FAO, 1992. The new world screwworm eradication programme. North Africa 1988-1992. Rome, Italy, FAO, 192 p.
6. FRISCH J.E., 1994. Identification of a major gene for resistance to cattle ticks. *Proc. 5th World Congr. Genet. appl. Livest. Prod.*, **20**: 293-295.
7. KAAYA G.P., MWANGI E.N., OUNA, E. Prospects of biological control of livestock ticks, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Amblyomma variegatum* with the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol.* (In press)
8. MAULEON H., BARRE N., PANOMA S., 1993. Pathogenicity of 17 isolates of entomophagous nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for the ticks *Amblyomma variegatum* (Fabricius), *Boophilus microplus* (Canestrini) and *Boophilus annulatus* (Say). *Exp. appl. Acarol.*, **17**: 831-838.
9. MWANGI E.N., KAAYA G.P., ESSUMAN S., 1994. Parasitism of *Amblyomma variegatum* by a hymenopteran parasitoid and some aspects of its basic biology. *J. Biol. Control*, **4**: 101-104.
10. NANSEN P., GRONVOLD J., WOLSTRUP M., LARSEN M., HENRIKSEN S.A., 1994: Attempts to control nematode parasites in cattle by nematode-trapping fungi - a survey. In: Animal diseases of the gastrointestinal tract and liver: an African perspective. Stockholm, Sweden, International Foundation for Science, p. 35-42.
11. NJOGU A.R., DOLAN R.B., WILSON A.J., SAYER P.D., 1985. Trypanotolerance in East African Orma Boran cattle. *Vet. Rec.*, **117**: 632-636.
12. NORVAL R.A.I., 1979. Tick infestations and tick-borne diseases in Zimbabwe. *J. S. Afr. vet. Assoc.*, **50**: 289-292.
13. NORVAL R.A.I., SONENSHINE D.E., ALLAN S.A., BURRIDGE M.J., 1996. Efficacy of pheromone-acaricide-impregnated tail-tag decoys for controlling the bont tick, *Amblyomma hebraeum* (Acari: Ixodidae), on cattle in Zimbabwe. *Exp. appl. Acarol.*, **20**: 31-46.
14. OIE., 1994. Ectoparasites of animals and control methods. *Revue sci. tech. Off. int. Epiz.*, **13**: 979-1365.
15. SAMISH M., GLAZER I., 1992. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) to female ticks of *Boophilus annulatus* (Arachnida: Ixodidae). *J. med. Entomol.*, **29**: 614-618.
16. UILENBERG G., 1995. Lutte intégrée contre les parasitoses animales tropicales. In : Congrès d'hiver 1995-1996, Société française de parasitologie, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, France, 7-8 décembre 1995. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, p. 171-172. (Résumés des conférences et communications)
17. YOUNG A.S., GROOCOCK C.M., KARIUKI D.P., 1988. Integrated control of ticks and tick-borne diseases of cattle in Africa. *Parasitology*, **96**: 403-432.

Reçu le 13.2.96, accepté le 30.4.96

Summary

Uilenberg G. Integrated control of tropical animal parasitoses

In the past, parasite control in domestic animals has relied mainly on the use of drugs and pesticides. Although these compounds are still of great importance in the prevention and treatment of parasitic diseases, in recent years the emphasis has shifted to a more flexible approach, integrating various other control measures. The main reasons for this change are:

- development of parasite resistance to the compounds used;
- reduced development of new compounds to overcome resistance (increasingly more stringent regulations on toxicity and residues, resulting in very high research and development costs, insufficient return for industry because of the short life-span of new products due to resistance and because the market for compounds in developing countries is limited and poor);
- increasing cost of new products for consumers;
- problems associated with toxicity, environmental pollution and residues in animal products.

Integrated parasite management makes use, where possible, of biological and mechanical control, of acquired and innate host resistance, and genetical, ecological, sanitary and regulatory procedures, although chemical control can seldom be entirely eliminated. Cost-effectiveness and sustainability in all respects are of primary importance.

Key words: Animal parasitosis - Integrated control - Chemical resistance - Cost - Environment - Profitability - Developing country.

Resumen

Uilenberg G. Lucha integrada contra las parasitosis animales tropicales

En el pasado, la lucha contra los parásitos se basaba esencialmente en el uso de medicamentos y pesticidas. Aunque estos compuestos tienen aún una gran importancia en la prevención y el tratamiento de las enfermedades parasitarias, la tendencia actual se orienta hacia un enfoque más flexible, integrando diversos medios de combate contra las patologías. Las razones principales de esta evolución son las siguientes :

- aparición de resistencias parasitarias a los compuestos utilizados ;
- retraso en el desarrollo de los nuevos compuestos para compensar este fenómeno de resistencia (reglamentación más estricta sobre la toxicidad y los residuos, con costos de investigación y de desarrollo muy elevados, con una rentabilidad insuficiente para la industria, debido al período de vida limitado de los nuevos productos, causado a su vez por los fenómenos de resistencia y por el pobre y limitado mercado de los compuestos en los países en vía de desarrollo) ;
- aumento del costo de los nuevos productos para el utilizador ;
- problemas ligados a la toxicidad, a la polución del medio ambiente y a los residuos en los productos de origen animal.

El manejo integrado de los medios de lucha contra los parásitos utiliza, en la medida de lo posible, la lucha biológica y mecánica, la resistencia adquirida y propia del huésped del parásito, así como procedimientos mecánicos, sanitarios y de reglamentación, mismo si la lucha química es rara vez eliminada por completo. Es primordial prestar una atención particular a la rentabilidad y al carácter durable, en todos los sentidos, de los medios de lucha utilizados.

Palabras clave : Parasitosis de animales - Lucha integrada - Resistencia química - Costo - Medio ambiente - Rentabilidad - País en desarrollo.

Note préliminaire sur l'efficacité comparée des pièges *mono-screen* et bipyramidal. Essai sur *Glossina fuscipes fuscipes* en République centrafricaine

J.P. Gouteux ¹

Mots-clés

Glossina fuscipes fuscipes - Piège - République centrafricaine.

Résumé

Un essai comparatif utilisant le protocole des carrés latins montre une efficacité sur la tsé-tsé *Glossina fuscipes fuscipes* significativement différente pour les deux pièges. Le bipyramidal est 4,4 et 1,9 fois plus efficace que le *mono-screen* respectivement pour les mâles et femelles.

Un programme de recherche sur la lutte contre les glossines a été initié en République centrafricaine (RCA) dans le cadre de l'Agence nationale de développement de l'élevage (ANDE) par Cuisance (3). La problématique de la lutte contre le principal vecteur *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 et le choix du piègeage a été exposé par Cuisance et coll. (4). La recherche d'un piège à la fois très efficace contre *G. fuscipes*, d'un coût compétitif et facilement utilisable par les communautés d'éleveurs centrafricains (Peuls semi-nomades) a abouti à la mise au point par Gouteux et coll. (6) du piège bipyramidal (5). En Ouganda, les travaux entrepris par Okoth (10) sur *G. fuscipes* ont également abouti en 1991 à la mise au point d'un nouveau piège : le *mono-screen* (11). L'intérêt de ce piège est d'être extrêmement simple, réduit à un cône de tulle et un seul écran intérieur bleu-noir. Ce piège a été comparé par Okoth (11) avec les pièges mis au point contre *Glossina palpalis* en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale. Il serait plus efficace que le piège biconique (1, 2), le piège pyramidal (7) et le piège Vavoua (9). Le piège bipyramidal (5) et le piège *mono-screen* (11) ont été tous les deux mis au point en vue d'une approche communautaire et contre le même vecteur *G. fuscipes* (6, 12). Il était donc indispensable d'en comparer l'efficacité afin de disposer du meilleur outil pour les services de l'élevage centrafricain. Les premiers résultats de cette comparaison sont donnés ici.

Les pièges utilisés pour cette comparaison (figure 1) ont été fabriqués aux dimensions données dans les descriptions originales (5, 11) en même temps et dans les mêmes matériaux utilisés en RCA pour le piège bipyramidal : polyéthylène bleu et noir et tulle moustiquaire en polyester (5). La comparaison a été faite avec le même système de capture (5) en trois carrés latins de taille 4 (avec deux pièges de chaque sorte) au lac Gbalé (environ de Bangui, RCA) du 25 avril au 6 mai 1992. L'analyse a été effectuée selon la technique des carrés latins indépendants. Le principe du protocole et les détails de l'analyse statistique ont été donnés par Gouteux et coll. (6). Les résultats sont présentés dans le tableau.

Le piège bipyramidal a capturé au total 139 *G. fuscipes* (57 mâles et 82 femelles) et le *mono-screen* 57 (13 mâles et 44 femelles), soit un ratio de 2,4 en faveur du piège bipyramidal. La différence pour les deux sexes réunis reste très significative ($F_{3-24} = 7,407$ $p < 0,005$). Le piège bipyramidal se distingue du piège *mono-screen* surtout par son efficacité pour la capture des mâles. Le ratio des captures est en effet de 4,4 pour les mâles et 1,9 pour les femelles en faveur du piège bipyramidal. Cette différence de ratio pour les deux sexes (77 p. 100 de femelles pour le *mono-screen* contre 59 p. 100 pour le bipyramidal) est significative ($\chi^2_{3ddl} = 8,56$ $p = 0,035$). Dans le contexte centrafricain, l'efficacité du

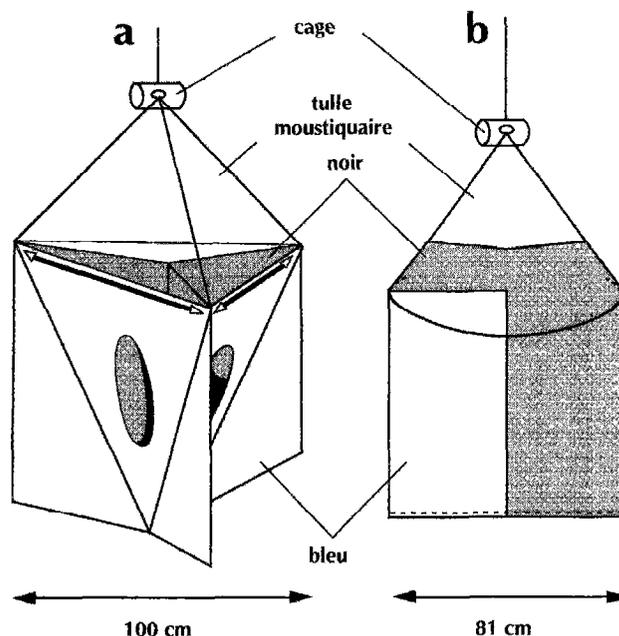


Figure 1 : représentation schématique des pièges : a, bipyramidal ; b, *mono-screen*

1. ORSTOM, Département de mathématiques appliquées, URA-CNRS 1204, IPRA-UPPA, Avenue de l'Université, 64000 Pau, France

TABLEAU

Résultats cumulés des captures de *G. fuscipes* pour les trois carrés latins et les quatre pièges testés (2 mono-screens et 2 bipyramidaux)

	mâles	femelles
Mono-screen 1	6	20
Mono-screen 2	7	24
Bipyramidal 1	35	39
Bipyramidal 2	22	43
Test F_{3,24}*	7,087	3,807
	p < 0,005	p < 0,025

* Transformation normalisante : $\log x+1$, p est la limite supérieure du seuil de signification.

piège *mono-screen* est donc très largement inférieure à celle du piège bipyramidal. De surcroît le prix du *mono-screen*, estimé à 4,7 \$ US en Ouganda en 1991 (11), est peu différent de celui du piège bipyramidal, estimé en RCA la même année à 5 \$ US (5). Ces essais justifient donc le maintien du choix du piège bipyramidal par l'ANDE et sa distribution dans les réseaux de la Fédération nationale des éleveurs centrafricains (FNEC).

Remerciements

Ambroise Heyaoroï a réalisé ces essais et nous le remercions ici pour son efficacité et son dévouement. Nous remercions également Alphonse Kota-Guinza qui en a permis la réalisation et Dominique Cuisance qui a initié cette recherche sur le piégeage en RCA. Ce travail a été financé par le gouvernement de la République centrafricaine, l'ORSTOM (UR 41, Maladies infectieuses et parasitaires), la Banque mondiale/FIDA, le Fond européen pour le développement (FED) et les Fonds d'aide et de coopération (FAC), France.

Summary

Gouteux J.P. Preliminary comparison of mono-screen and bipyramidal traps for catching *Glossina fuscipes fuscipes* in the Central African Republic

A comparative trial using the Latin square technique shows that the bipyramidal trap is 4.4 and 1.9 more efficient than the mono-screen trap for catching *Glossina fuscipes fuscipes* males and females, respectively.

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

BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER A., EYRAUD M., LAFAYE A., LAVEISSIERE C., 1977. Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera : Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **15** : 283-286.
2. CHALLIER A., LAVEISSIERE C., 1973. Un nouveau piège pour la capture des glossines (Glossina : Diptera, Muscidae), Description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **11** : 251-262.
3. CUISANCE D., 1988. La lutte contre les glossines dans la zone d'action agro-pastorale de Yérémo. Bilan de quatre missions d'appui à l'Unité de lutte contre les glossines. Maisons-Alfort, France, CIRAD-LEMVT, 62 p. (Rapport)
4. CUISANCE D., GOUTEUX J.P., CAILTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUE F., POUNEKROUZOU E., DEMBA D., 1992. Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage zébu en RCA. *Mém. Soc. r. belge Entomol.*, **35** : 103-110.
5. GOUTEUX J.P., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en RCA. II Caractéristique du piège bipyramidal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 295-299.
6. GOUTEUX J.P., CUISANCE D., DEMBA D., N'DOKOUE F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en RCA. I Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 287-294.
7. GOUTEUX J.P., LANCIEN J., 1986. Le piège pyramidal à tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) pour la capture et la lutte. Essais comparatifs et description de nouveaux systèmes de capture. *Tropenmed. Parasitol.*, **37** : 61-66.
8. GOUTEUX J.P., LE GALL F., 1992. Piège bipyramidal à tsé-tsé pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. *World Anim. Rev.*, **70-71** : 37-43.
9. LAVEISSIERE C., 1988. Les glossines. Guide de formation et d'information. Série lutte antivectorielle. Genève, Suisse, OMS. 91 p.
10. OKOTH J.O., 1984. A new trap for *Glossina* (Diptera, Glossinidae). *East Afr. Med. J.*, **61** : 309-314.
11. OKOTH J.O., 1991. Description of a mono-screen trap for *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead in Uganda. *Ann. trop. med. Parasitol.*, **85** : 309-314.
12. OKOTH J.O., KIRUMIRA E.K., KAPAATA R., 1991. A new approach to community participation in tsetse control in the Busoga sleeping sickness focus, Uganda. A preliminary report. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **85** : 315-322.

Reçu le 18.1.96, accepté le 29.8.96

Resumen

Gouteux J.P. Nota preliminar sobre la eficiencia comparada de trampas a pantalla única *mono screen* y bi-piramidales. Ensayo sobre la *Glossina fuscipes fuscipes* en la República centroafricana

Un ensayo comparativo utilizando el protocolo de los cuadrados latinos muestra una eficiencia sobre la tse-tse *Glossina fuscipes fuscipes* significativamente diferente para las dos trampas. La bi-piramidal es 4,4 y 1,9 veces más eficiente que la pantalla única, para machos y hembras respectivamente.

Palabras clave : *Glossina fuscipes fuscipes* - Trampa - República centroafricana.

Emission de *Trypanosoma congolense* dans la salive et dans la goutte anale chez *Glossina morsitans morsitans* et *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae) au laboratoire

A.M. Gidudu¹ D. Cuisance² J.M. Reifenberg²

J.L. Frézil³

Mots-clés

Glossina morsitans morsitans - *Glossina tachinoides* - *Trypanosoma congolense* - Salive - Goutte anale - Maturation - Vecteur de maladie.

Résumé

La dynamique d'émission de *T. congolense* souche EATRO 325 (type savannah) est suivie quantitativement et qualitativement par examen microscopique du salivat et de la goutte anale récupérés tous les trois jours selon une méthode mise au point chez *G. m. morsitans* (mâles et femelles) et *G. tachinoides* (femelles). Chez ces deux glossines, l'apparition des trypanosomes a lieu à 3 jours dans la goutte anale et à 14 jours dans la salive. Le pourcentage moyen de glossines à salive positive sur la durée d'observation (60 jours) est identique chez les mâles et les femelles de *G. m. morsitans* (21,30 et 24,50 p. 100). Il est très supérieur à celui des *G. tachinoides* femelles (12,50 p. 100). Avec l'âge, le pourcentage de salivats positifs tend à s'accroître chez les femelles. Dès les premiers salivats positifs (14^e jour), l'éjection des trypanosomes est plus intense chez les femelles que chez les mâles de *G. m. morsitans*. Elle est également importante chez les femelles de *G. tachinoides*. Le nombre moyen de trypanosomes émis fluctue beaucoup (1 à 500) à chaque essai. Si l'apparition des formes courtes métacycliques est précoce (14^e jour), celles-ci deviennent progressivement dominantes par rapport aux formes longues, mais de façon plus rapide chez les femelles que chez les mâles de *G. m. morsitans* et que chez les femelles de *G. tachinoides*. Le pourcentage moyen de gouttes anales positives sur 60 jours n'est pas différent de celui des salivats pour les femelles de *G. m. morsitans* et de *G. tachinoides* mais inférieur pour les mâles de *G. m. morsitans*. Les deux sexes de *G. m. morsitans* manifestent cependant le même taux de maturation (trypanosomes dans la salive). Les courbes d'émission dans les deux liquides sont très voisines. L'examen de la goutte anale révèle de grandes fluctuations d'émission (1 à 1 000 trypanosomes). L'association de l'examen des deux liquides offre la possibilité de suivre la dynamique d'installation et de maturation des trypanosomes à évolution cyclique chez l'insecte vivant.

INTRODUCTION

Afin de mieux comprendre l'épidémiologie des trypanosomoses, il est important de mieux connaître les mécanismes de transmission de la maladie par les vecteurs. Dans de nombreuses situations en Afrique, le taux de glossines trouvées infectantes est faible par rapport aux prévalences rencontrées chez les hôtes mammifères présents dans les mêmes sites (2, 23). Ce paradoxe a suscité plu-

sieurs hypothèses. L'examen parasitologique des organes disséqués des glossines est parfois mis en cause (25). La transmission mécanique par d'autres diptères hématophages, bien que difficile à mettre en évidence, est également souvent suspectée. Elle amplifierait parfois considérablement la maladie (13, 33). Néanmoins, l'explosion de foyers pourrait être due aussi à une compétence vectorielle (26) particulièrement efficace des glossines concernées (27). Abstraction faite des facteurs extrinsèques intervenant dans la capacité vectorielle des glossines (27), la connaissance du statut infectant du vecteur et de la circulation du parasite à un instant donné chez le vecteur apparaît d'un grand intérêt (11). Les progrès considérables dans le domaine de la biologie moléculaire ont permis l'élaboration de méthodes spécifiques, sensibles et de plus en plus accessibles pour caractériser les trypanosomes chez les hôtes vertébrés et invertébrés (15, 16). Néanmoins, toutes ces techniques

1. Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries, Dept. of Entomology, PO Box 102, Entebbe, Uganda

2. CIRAD-EMVT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

3. ORSTOM, Département Santé, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France

nécessitent en général la dissection préalable des glossines vectrices. De plus, elles sont lourdes et onéreuses pour un emploi répété, ce qui interdit toute observation continue sur l'insecte vivant en vue d'appréhender concrètement quelques aspects des relations complexes liant les parasites et leurs vecteurs.

La technique de salivation, qui a été réhabilitée et améliorée (4, 5), offre la possibilité de quantifier la dynamique d'émission des parasites chez l'insecte vivant. De plus, la recherche des trypanosomes dans la goutte anale (formes non infectantes chez *T. congolense*), qui est excrétée à la suite du repas sanguin de la glossine (1), est un moyen d'observation qui n'a pas été exploré et qui peut offrir des perspectives intéressantes.

L'objectif de cette étude était donc de suivre dans le temps, chez la glossine, la dynamique d'émission des trypanosomes, non seulement dans leur salive, mais également dans la goutte anale émise dès la fin du repas de sang.

■ MATERIEL ET METHODE

Cette étude a été réalisée sur *Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850 originaire du Zimbabwe, et *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 originaire du Burkina-Faso. Ces deux glossines provenaient de l'élevage commun CIRAD-ORSTOM de Montpellier.

Le parasite utilisé pour infecter les glossines était *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* Broden, 1904, souche EATRO 325 (type savannah), isolée en Ouganda (30).

Des lots de glossines ténères (âgées de 1 à 2 jours) et vierges (37 mâles et 40 femelles de *G. m. morsitans* ; 35 femelles de *G. tachinoides*) sont nourries à deux reprises sur un lapin infecté par *T. congolense* dont la parasitémie était comprise entre $0,5 \cdot 10^6$ et $2 \cdot 10^6$ trypanosomes par ml (estimée selon la méthode de Herbert et Lumsden) (7). Chaque mouche était placée dans un tube en verre (2 cm de diamètre et 10 cm de hauteur) rendu opaque sur les trois quarts de sa longueur afin de provoquer son déplacement vers la partie ouverte éclairée, 72 h après le dernier repas infectant. Celle-ci, recouverte par un morceau de tulle moustiquaire, était placée juste au dessus d'une goutte de PSG (tampon phosphate salin glucosé) placée sur la lame chauffée ($38^\circ\text{C} \pm 1$) sans la tou-

cher. Le proboscis de l'insecte, en position de piqûre, est amené à la sonder 10 fois (4, 5). La goutte, recouverte d'une lamelle, était observée directement au microscope afin de mettre en évidence et de quantifier le nombre de trypanosomes émis.

Immédiatement après ce test de salivation, le morceau de tulle était retiré et le tube contenant la mouche était placé directement sur l'oreille d'un lapin nourricier sain. La glossine prenait ainsi son repas sanguin, au terme duquel la goutte anale était récupérée sur une lame glissée discrètement sous le tube et insérée délicatement sous l'abdomen. La goutte anale était ensuite observée entre lame et lamelle au microscope pour la détection des trypanosomes.

Ce protocole était répété pour chaque mouche toutes les 72 h pendant 60 jours. Après chaque test, les glossines appartenant à un même lot étaient regroupées dans une même cage.

La parasitémie du lapin nourricier était quotidiennement surveillée. Dès l'apparition des parasites, l'animal était immédiatement traité par un trypanocide (acéturate de diminazène, Bérénil® à 7,0 mg/kg) et remplacé par un autre lapin sain.

■ RESULTATS

Dynamique d'émission des trypanosomes dans la salive

Evolution des pourcentages de glossines à salive positive (figure 1, tableau I)

Chez les *G. m. morsitans* mâles, ces pourcentages s'accroissaient à partir du 14^e jour pour atteindre un maximum de 35,3 p. 100 au 28^e jour. Chez les femelles, le pourcentage de glossines infectantes fluctuait également à partir du 14^e jour mais avec une tendance à s'accroître avec l'âge des glossines. Le pic maximal était à 57 jours (33,3 p. 100).

Au début de l'apparition des salivats positifs (14^e jour), les pourcentages d'individus infectants n'étaient pas significativement différents entre mâles et femelles ($\Sigma = 0,9$; N.S.).

La comparaison des pourcentages maximaux de glossines infectantes (à 28 jours pour les mâles et à 57 jours pour les femelles) n'indiquait pas de différence significative entre les mâles et les femelles ($\Sigma = 0,70$; N.S. et $\Sigma = 0,39$; N.S.).

TABLEAU I

Résultats globaux : pourcentages moyens de glossines infectantes (dans la salive) et infectées (dans la goutte anale) ; nombre moyen de trypanosomes/essai dans les deux liquides

	<i>G. m. morsitans</i>		<i>G. tachinoides</i>
	mâles	femelles	femelles
Nb. moyen de glossines examinées par essai :	31,6 (e.t. = 5,5)	32,8 (e.t. = 5,3)	32,7 (e.t. = 3,3)
Pourcentage d'individus infectés/essai :	salive	21,3 (e.t. = 6,4)	12,5 (e.t. = 6,8)
	goutte anale	11,7 (e.t. = 7,6)	18,3 (e.t. = 16,3)
Nb. moyen de trypanosomes/individu :	salive	32,5 (e.t. = 35,5)	23,4 (e.t. = 28,2)
	goutte anale	114,4 (e.t. = 262,8)	35,0 (e.t. = 32,9)

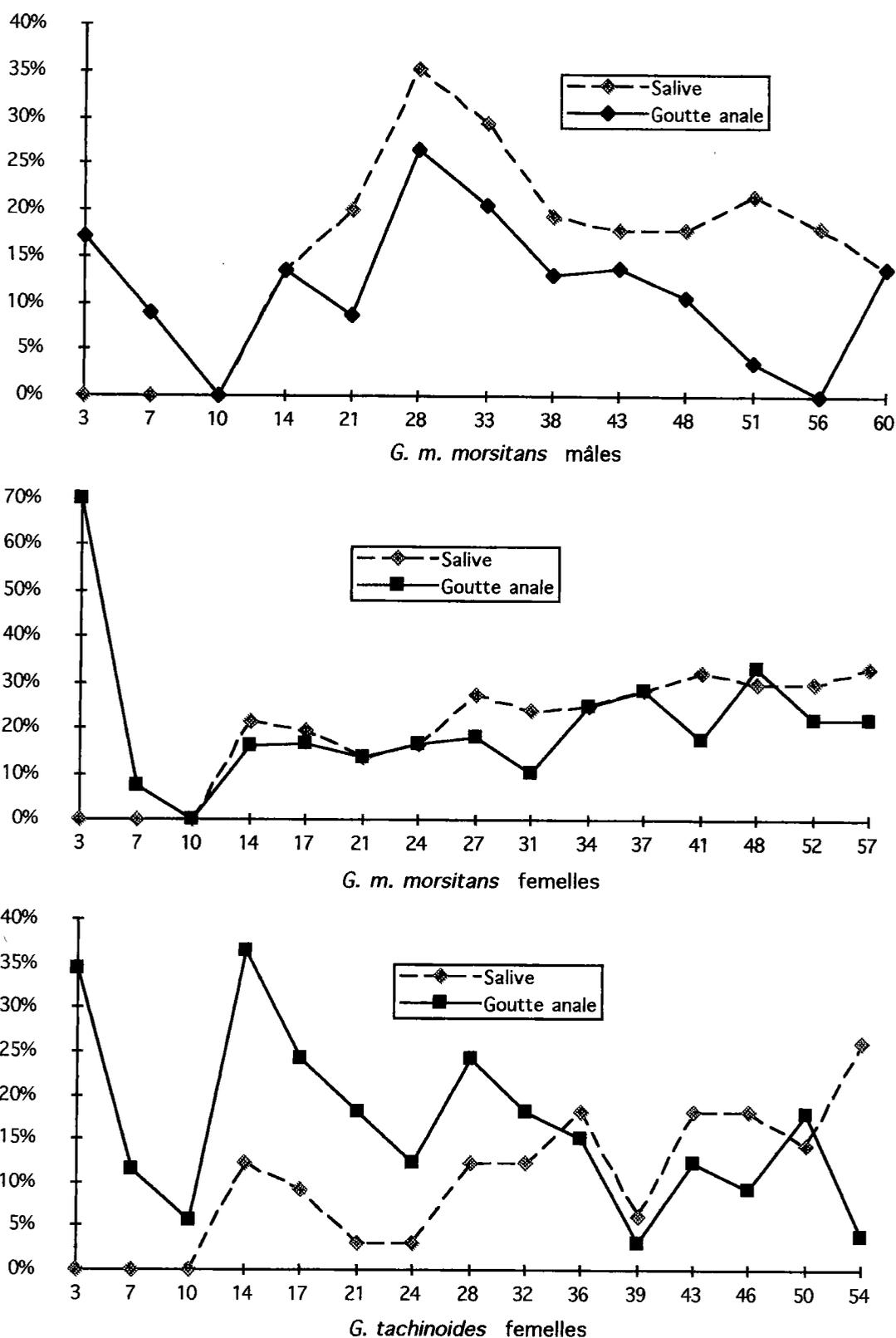


Figure 1 : pourcentages de glossines infectées dans la salive et dans la goutte anale au cours de chaque essai pendant 60 jours d'observation.

La comparaison des pourcentages moyens de glossines infectantes montrait qu'il n'y avait pas de différence significative entre les mâles (21,3 p. 100) et les femelles (24,5 p. 100) de *G. m. morsitans* sur la durée totale d'observation ($\Sigma = 0,95$; N.S.).

Chez les *G. tachinoides* femelles, ces pourcentages fluctuaient entre 3,0 p. 100 et 25,9 p. 100 avec une moyenne de 12,5 p. 100,

donc à un niveau inférieur à celui des femelles de *G. m. morsitans* ($\Sigma = 4,26$; H.S.), mais avec la même tendance d'accroissement avec l'âge.

Au début de l'apparition des salivats positifs (14^e jour), les pourcentages d'individus infectants n'étaient pas significativement différents entre les deux lots de femelles ($\Sigma = 1,05$; N.S.), mais les

pourcentages moyens étaient significativement différents sur la durée totale d'observation (14 à 57 jours) entre *G. tachinoides* (12,5 p. 100) et *G. m. morsitans* (24,5 p. 100) ($\Sigma = 4,26$; H.S.).

La comparaison des pourcentages maximaux de femelles infectantes de *G. tachinoides* (25,9 p. 100 à 54 jours) et de *G. m. morsitans* (33,3 p.100 à 57 jours) montrait qu'il n'y avait pas de différence pour ce sexe entre les deux espèces ($\Sigma = 0,59$; N.S.).

Evolution de la positivité du groupe trouvé infectant

En nous référant au nombre maximal de glossines émettant des trypanosomes (12 chez les *G. m. morsitans* mâles, 9 chez les *G. m. morsitans* femelles et 7 chez les *G. tachinoides* femelles), l'évolution dans le temps était la suivante :

- chez les mâles de *G. m. morsitans* le pourcentage de glossines infectantes évoluait de 25 p. 100 à 100 p. 100 à chaque essai ($n = 10$) avec une moyenne de 53,3 p. 100 (e.t.* = 21,5) chez *G. m. morsitans*, ce qui indique qu'un peu plus de la moitié des glossines infectantes mâles émettaient des trypanosomes à chaque essai ;

- chez les femelles, les glossines à salivat positif variaient de 55,6 p. 100 à 100 p. 100 à chaque essai ($n = 12$) avec une moyenne de 84,2 p. 100 (e.t. = 13,7).

Les femelles présentaient une proportion plus grande de salivats positifs que les mâles à chaque essai mais la différence était non significative ($\Sigma = 2,16$; N.S.).

Chez les *G. tachinoides* femelles, le pourcentage de glossines émettant des trypanosomes également à partir du 14^e jour variait de 14,3 p. 100 à 100 p. 100 ($n = 12$) avec une moyenne de 57,1 p. 100 (e.t. = 28,5).

Evolution du nombre moyen de trypanosomes (figure 2)

Le nombre moyen de trypanosomes par individu et par essai était de 32,5 (e.t. = 35,5) chez les *G. m. morsitans* mâles ($n = 10$ essais), de 26,8 (e.t. = 27,0) chez les *G. m. morsitans* femelles ($n = 12$ essais) et de 23,4 (e.t. = 28,2) chez les *G. tachinoides* femelles (12 essais).

Les écarts-types étaient très larges indiquant une grande variation d'émission entre les individus (1 à 500 trypanosomes) et d'un essai à l'autre. Cette dispersion des données ne permettait pas l'emploi des tests statistiques classiques. Les tendances ont été comparées sur les graphiques.

Chez *G. m. morsitans*, dès le premier jour d'apparition des trypanosomes dans la salive (14^e jour), leur nombre était élevé tant chez les mâles que chez les femelles et décroissait rapidement (dès le 17^e jour) avec une tendance à se stabiliser jusqu'au 60^e jour.

Chez les *G. tachinoides* femelles, l'effectif des trypanosomes par salivat à partir du 1^{er} jour d'apparition (14^e jour) était très bas et ne s'accroissait fortement qu'au 21^e jour, puis tendait à se stabiliser jusqu'à la fin de l'observation.

Evolution des proportions relatives des formes de trypanosomes (figure 3)

Des formes longues (épimastigotes) et des formes courtes (méta-trypanosomes infectants) étaient émises simultanément par les glossines à chaque sondage. Les formes courtes, reconnues classiquement comme infectantes (8) et les plus importantes épidémiologiquement, ont été observées dans cette étude.

Chez les *G. m. morsitans* mâles, l'apparition de formes courtes avait lieu dès le 14^e jour et se maintenait à un haut niveau (supérieur à 40 p. 100) à partir de 33 jours pour atteindre un pic de 98,4 p. 100 au 48^e jour.

Chez les *G. m. morsitans* femelles, l'apparition des formes courtes se situait également au 14^e jour et se maintenait à un haut niveau (supérieur ou égal à 50 p. 100) à partir du 24^e jour pour atteindre le pic de 98 p. 100 à 27 jours, puis il y avait une tendance à la stabilité.

Chez les *G. tachinoides* femelles, l'apparition des formes métacycliques se situait également au 14^e jour mais le niveau restait bas jusqu'au 24^e jour, puis augmentait pour devenir très élevé au 36^e jour avec un pic de 100 p. 100 à 39 jours, suivi d'une relative tendance à la stabilité.

Avec l'âge, le nombre de glossines à salive infectante tendait à s'accroître, en particulier chez les femelles.

Les pourcentages moyens de formes courtes dans la salive étaient les suivants pendant la durée totale d'observation : *G. m. morsitans* mâles : 52,1 p. 100 (e.t. = 27,7) ; *G. m. morsitans* femelles : 71,8 p. 100 (e.t. = 31,4) ; *G. tachinoides* femelles : 56,0 p. 100 (e.t. = 39,3).

Par rapport à *G. m. morsitans* chez laquelle l'élévation des pourcentages de formes courtes était plus précoce (à 24 jours pour les femelles et à 33 jours pour les mâles), le pourcentage de formes courtes chez *G. tachinoides* augmentait tardivement, à partir de 36 jours.

Dynamique d'émission des trypanosomes dans la goutte anale

Evolution du pourcentage de glossines à goutte anale positive (figure 1, tableau 1)

Chez les *G. m. morsitans* mâles, l'apparition des trypanosomes dans la goutte anale était constatée dès le 3^e jour (1^{er} jour du test) avec 16,2 p. 100 de gouttes anales positives. Mais les pourcentages montraient de grandes fluctuations, entre 0 p. 100 et 26,4 p. 100, avec une moyenne de 11,7 p. 100 (e.t. = 7,6) pendant les deux mois d'observation.

Chez les *G. m. morsitans* femelles, l'apparition des trypanosomes dans la goutte anale était observée également dès le 3^e jour mais concernait un pourcentage d'individus beaucoup plus élevé (70 p. 100), avec de grandes fluctuations entre 0 p. 100 et 70,0 p. 100 et une moyenne de 21,6 p. 100 (e.t. = 16,34) pendant les deux mois d'observation.

Chez les *G. tachinoides* femelles, l'apparition des trypanosomes se situait aussi à 3 jours avec 34,3 p. 100 de gouttes anales positives et également de grandes fluctuations, entre 5,0 et 34,3 p. 100 avec une moyenne de 18,3 p. 100 (e.t. = 16,3).

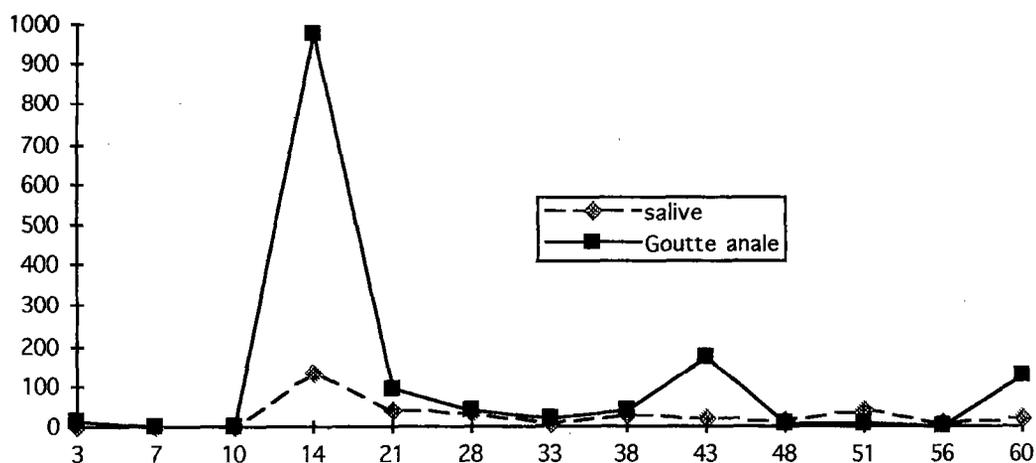
Evolution du nombre moyen de trypanosomes (figure 2)

Le nombre moyen de trypanosomes émis par essai et par individu dans la goutte anale pendant 60 jours d'observation était de 114,4 (e.t. = 268,8) chez les mâles ($n = 12$) et de 35,0 (e.t. = 32,9) chez les femelles ($n = 15$) de *G. m. morsitans*. Il était de 11,7 (e.t. = 11,8) chez les *G. tachinoides* femelles. Comme pour l'émission de parasites dans la salive, la dispersion des valeurs autour de la moyenne était très grande.

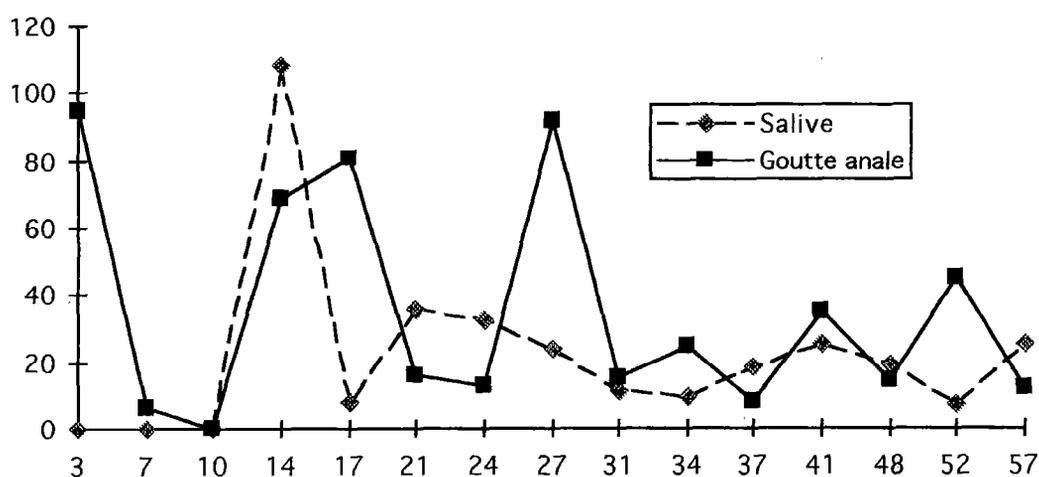
L'évolution du nombre de trypanosomes dans la goutte anale était assez semblable entre 3 et 14 jours chez les deux espèces et les deux sexes avec une décroissance rapide entre 3 et 10 jours. Après

* e.t. (écart-type)

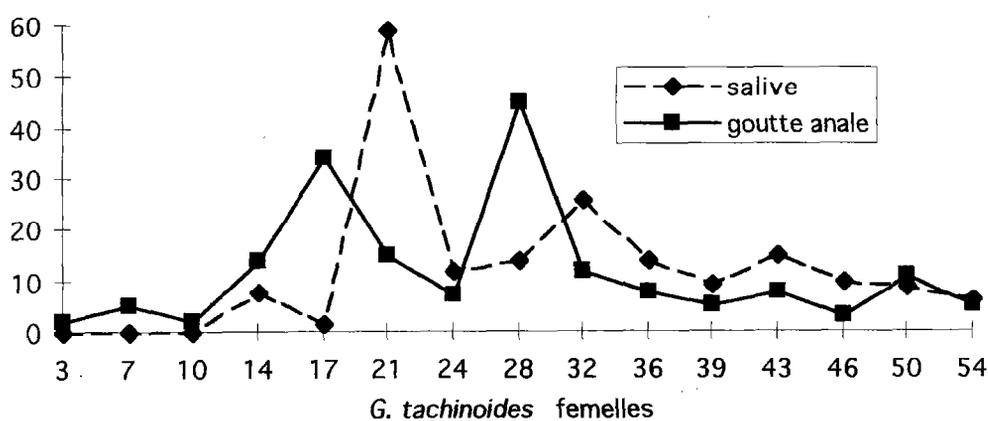
T. congolense emission in two Glossinae saliva and anal drop



G. m. morsitans mâles



G. m. morsitans femelles



G. tachinoides femelles

Figure 2 : nombre moyen de trypanosomes dans la salive et dans la goutte anale par glossine et par essai pendant 60 jours d'observation.

ce délai, l'évolution était très fluctuante avec des quantités de trypanosomes variant de 0 à près de 1000 par goutte.

■ DISCUSSION

Dans le cadre de cette expérience faite au laboratoire (température constante de 24°C), la durée minimale d'installation du cycle évolutif du parasite était identique pour les deux espèces de glossines (14 jours), et correspondait aux données classiques sur le développement de *T. congolense* type savannah (8, 9, 11). Cependant, le

pourcentage de glossines émettrices de trypanosomes était plus élevé chez *G. m. morsitans* que chez *G. tachinoides*, ceci confirmant la compétence vectorielle supérieure des glossines du groupe *morsitans* vis à vis de *T. congolense* observée fréquemment sur le terrain (27) et au laboratoire (22, 27).

Par ailleurs, ce pourcentage tendait à s'accroître avec l'âge des individus, comme cela a été constaté sur le terrain (3, 28).

Si, dans les conditions protégées du laboratoire, les deux sexes avaient une chance égale de survie (environ 60 jours d'observa-

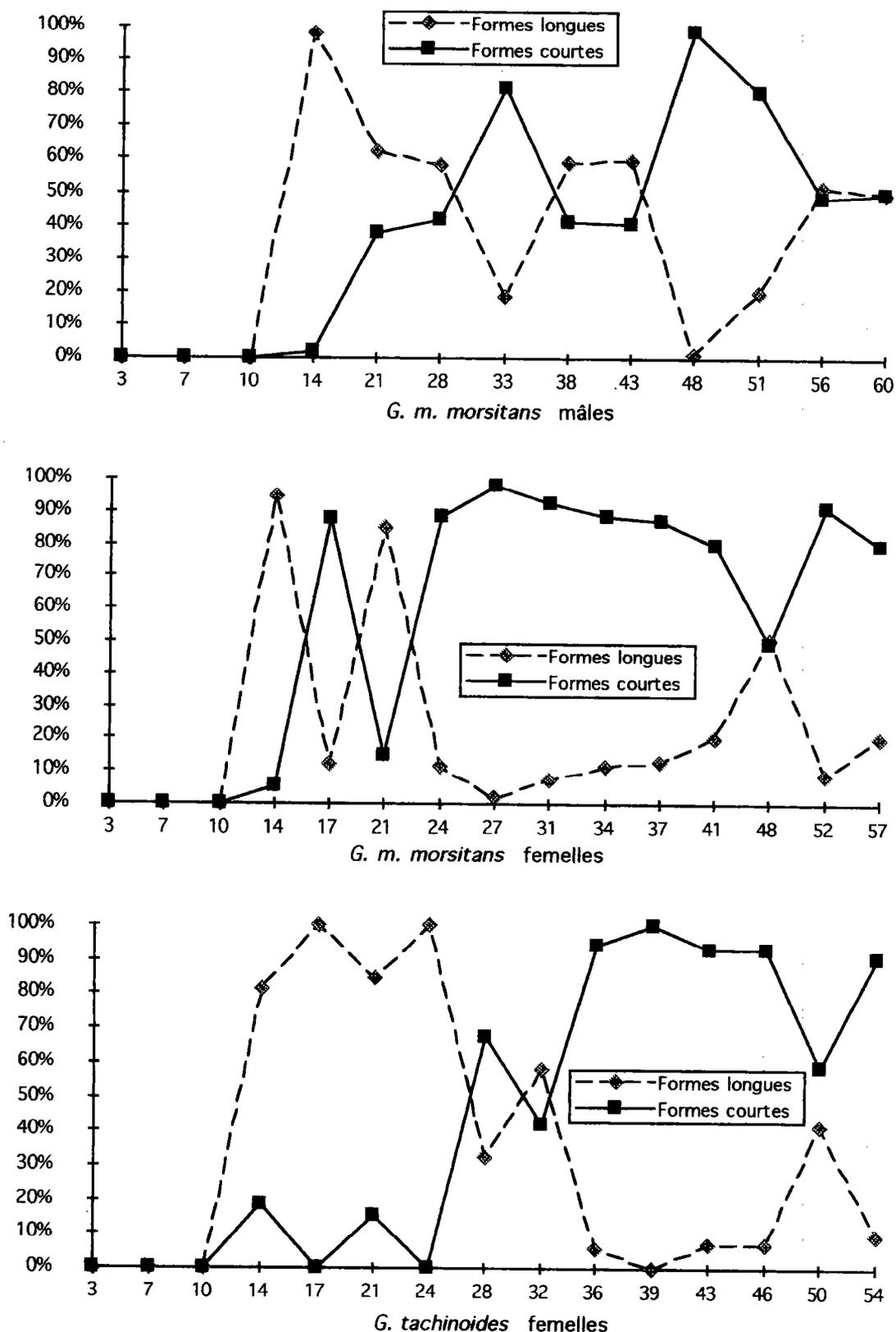


Figure 3 : évolution des pourcentages de formes longues et de formes courtes dans la salive des glossines à chaque essai pendant 60 jours d'observation.

tion), il n'en est pas de même dans la nature, où les mâles vivent beaucoup moins longtemps que les femelles (2, 23, 27) et constituent une menace de moins longue durée.

De plus, si chez les mâles et les femelles de *G. m. morsitans*, les pourcentages moyens de glossines porteuses d'infection dans le proboscis étaient identiques pendant la durée totale d'observation

confirmant une précédente étude (5), l'émission de trypanosomes à chaque essai concernait la moitié de l'effectif des mâles et les trois quarts de l'effectif des femelles, indiquant la plus grande capacité vectorielle des femelles.

Les glossines infectantes ne semblaient pas émettre de trypanosomes à chaque sondage, constat fait pendant les 60 jours d'obser-

T. congolense emission in two Glossinae saliva and anal drop

vation (1 test tous les 3 jours), confirmant également les observations de Harley et Wilson (6). En outre, l'émission salivaire des trypanosomes était quantitativement très fluctuante d'un sondage à l'autre (0 à 500 trypanosomes), mais débutait le même jour (14^e) chez les deux espèces (quel que soit le sexe).

Les nombres moyens de trypanosomes émis étaient proches de ceux observés par Mawuena et coll. (21) et Gidudu et coll. (5) avec le même couple parasite/vecteur.

Sachant qu'il suffit de peu de trypanosomes pour infecter un animal (6), les quantités éjectées étaient largement suffisantes pour transmettre la maladie au bétail.

Le dénombrement des formes courtes et longues des trypanosomes indique une différence entre sexes dans le processus de maturation qui est probablement due à divers facteurs intestinaux, dont les interactions lectines-carbohydrates, actuellement à l'étude (17, 18, 19, 20, 32). Les formes courtes étaient présentes dès le 14^e jour et leur proportion s'accroissait rapidement en particulier chez *G. m. morsitans*.

Les trypanosomes présents dans la goutte anale étaient généralement morts. Leur présence à l'état vivant, remarquée en début d'infection chez certaines mouches, semblait être en rapport avec une non-maturation ultérieure chez l'individu qui en était émetteur. Ceci était peut-être dû à de très faibles niveaux de lectines ou leur absence, empêchant ainsi la destruction des trypanosomes mais supprimant aussi leur capacité à évoluer, puisque de petites quantités de lectines seraient aussi responsables du message de migration/maturation des trypanosomes qui passent par l'intestin (19, 31, 32, 33).

L'apparition des trypanosomes se faisait au même moment dans la goutte anale (3^e jour) et dans la salive (14^e jour) pour les deux espèces et les sexes. La cinétique d'émission apparaissait très voisine dans les deux liquides. La goutte anale offre donc l'opportunité, outre d'avoir un moyen complémentaire de détecter les glossines infectées à l'étage intestinal, d'améliorer nos connaissances sur les cycles évolutifs des trypanosomes chez le vecteur vivant grâce à cette observation dynamique.

Dans cette expérience, l'étude dans le temps d'un lot de glossines et non pas d'individus suivis isolément, ne permet pas de savoir dans quelle mesure les infections intestinales détectées ont évolué vers une maturation chez chaque glossine.

Cependant, la comparaison des pourcentages de salivats et de gouttes anales positifs par lot de glossines montre que si, chez les *G. m. morsitans* mâles, 12,3 p. 100 des gouttes anales sont positives, 21,3 p. 100 des salivats le sont, soit près du double, alors qu'il n'y a pas de différence de statut parasitologique entre ces deux liquides chez les *G. m. morsitans* femelles (20,0 et 24,5 p. 100 ; $\Sigma = 1,94$, N.S.) et chez *G. tachinoides* femelles (16,1 p. 100 et 12,5 p. 100 ; $\Sigma = 1,04$, N.S.). On note cependant une égale capacité de maturation des trypanosomes chez les mâles et les femelles de *G. m. morsitans*. Chez *G. tachinoides*, les niveaux d'infection et de maturation sont beaucoup plus bas, confirmant d'autres observations faites chez des glossines du groupe *palpalis* (5, 22).

Tous les individus ont été disséqués (9, 12) en fin d'expérience, indiquant que, chez *G. tachinoides*, la salivation sur lame révèle 3 fois moins d'infections qu'il n'y en avait après dissection du proboscis (résultats non publiés). Ceci est à mettre en rapport avec les observations faites sur les faibles réponses de piqûre et de salivation de *G. tachinoides* vis à vis de la goutte de PSG sur lame chauffée (4), confirmant la moindre propension des glossines du groupe *palpalis* à éjecter les trypanosomes, du moins *in vitro* (5).

Les résultats de la salivation sur lame et ceux de la dissection sont identiques pour les *G. m. morsitans* mâles et femelles, indiquant une bonne efficacité de la méthode de salivation pour cette sous-espèce. Ceci permet à la glossine de sonder spontanément sans contrainte imposée, ce qui est le cas de la salivation manuelle par pression sur le thorax (10). Cette glossine montrerait une aptitude supérieure, non seulement à permettre la maturation de *T. congolense*, mais aussi à l'émettre dans sa salive, confirmant son rôle de vecteur majeur de ce trypanosome (2, 6, 9).

Les limites principales de la salivation et de la dissection sont de ne pouvoir identifier avec certitude l'espèce (ou le type) de trypanosome, mais également les infections mixtes fréquentes dans la nature et les très faibles niveaux d'infection (25). Les outils moléculaires (*polymerase chain reaction*, sondes génomiques) permettent alors de compléter efficacement ces méthodes parasitologiques (14, 15, 16, 29).

■ CONCLUSION

La cinétique d'émission des trypanosomes intestinaux par examen de la goutte anale a été très peu étudiée auparavant. La technique de récupération de ce liquide d'excrétion s'est avérée facile à mettre en oeuvre et fiable.

Le recueil de la goutte anale et de la salive à partir des deux sites stratégiques de développement du parasite étudié (intestin moyen et proboscis) offre des possibilités d'investigation intéressantes. Elles peuvent être encore améliorées pour *G. tachinoides* en stimulant d'autres systèmes de perception des glossines.

G. m. morsitans confirme son rôle de vecteur très performant par son aptitude à s'infecter au niveau intestinal et à permettre une maturation forte, précoce et rapide de *T. congolense*.

Les relations préférentielles de certains couples vecteurs/parasites peuvent être abordées sur l'insecte vivant tout au long de sa vie par examen parasitologique des deux liquides émis par la glossine.

Ces méthodes simples, associées aux outils de la biologie moléculaire, offrent l'opportunité de mieux comprendre les processus complexes d'installation et de maturation des trypanosomes chez la glossine. Elles montrent ici la différence de compétence vectorielle de deux glossines, l'une appartenant au groupe *morsitans* (savanicole) et l'autre au groupe *palpalis* (ripicole).

BIBLIOGRAPHIE

- BURSELL E., 1960. Loss of water by excretion and defaecation of the tsetse fly. *J. Exp. Biol.*, **3**: 689-697.
- BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. An account of the biology of *Glossina* (Diptera). London, United Kingdom, Lewis H.K. and Co. Ltd., 816 p. (Memoir No. 10)
- CLARKE J.E., 1966. Trypanosome infections in the mouth parts of *Glossina morsitans morsitans* Westw.: variation in frequency and extent of labral infections with age. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **60**: 223-229.
- GIDUDU A.M., CUISANCE D., REIFENBERG J.M., FREZIL J.L., 1995. Amélioration de la technique de salivation des glossines pour la détection des métatrypanosomes infestants : étude de quelques facteurs biologiques et non biologiques sur le comportement de sondage des glossines. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 153-160.
- GIDUDU A.M., CUISANCE D., REIFENBERG J.M., FREZIL J.L., 1995. Contribution à l'étude de l'émission de *Trypanosoma congolense* par *Glossina morsitans morsitans* (Diptera, Glossinidae) au laboratoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 264-270.

Emission de *T. congolense* dans la salive et la goutte anale de deux glossines

6. HARLEY J.M.B., WILSON A.J., 1968. Comparison between *Glossina morsitans*, *G. pallidipes* and *G. fuscipes* as vectors of trypanosomes of the *Trypanosoma congolense* group : the proportions infected experimentally and the numbers of infective organisms extruded during feeding. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **62**: 178-187.
7. HERBERT W.J., LUMSDEN W.H.R., 1976. *Trypanosoma brucei*. A rapid "matching" method for estimating the host's parasitaemia. *Exp. Parasitol.*, **40**: 427-431.
8. HOARE C.A., 1972. The trypanosomes of mammals. Blackwell Publications, Oxford-Edinburgh, United Kingdom, 749 p.
9. ITARD J., 1981. Les trypanosomoses animales africaines. In : Précis de Parasitologie vétérinaire tropicale, 717 p. Maisons-Alfort, France, IEMVT, Ministère de la Coopération et du Développement, p. 395-469.
10. KAZADI J.M., JOCHEMS M., KABORE H., MBENG C., VAN HEES J., KAGERUKA P., 1995. Standardisation et évaluation de la technique de salivation manuelle pour le dépistage des infections par trypanosomes chez la glossine (Diptera : Glossinidae). *Revue Elev. Méd. Pays trop.*, **48** : 171-175.
11. LAMBRECHT F.L., 1980. Ecological and physiological factors in the transmission of African trypanosomiasis. *Insect Sci. Appl.*, **1**: 47-54.
12. LLOYD L., JOHNSON W.B., 1924. The trypanosome infection in Northern Nigeria and a new method of estimation. *Bull. ent. Res.*, **14**: 265-288.
13. LUCAS J.M.S., 1955. Transmission of *Trypanosoma congolense* in cattle under field conditions in the absence of tsetse flies. *Vet. Rec.*, **67**: 405-408.
14. MCNAMARA J.J., LAVEISSIERE C., MASIGA D.K., 1995. Multiple trypanosome infections in wild tsetse in Côte d'Ivoire detected by PCR analysis and DNA probes. *Acta Trop.*, **59**: 85-92.
15. MAJIWA P.A.O., THATTHI R., MOLOO S.K., NYEKO J.H.P., OTIENO L. H., MALOO S., 1994. Detection of trypanosome infections in the saliva of tsetse flies and buffy-coat samples from antigenaemic but aparasitaemic cattle. *Parasitology*, **108**: 313-322.
16. MASIGA D. K., SMYTH A. J., HAYES P., BROMIDGE T. J., GIBSON W. C., 1992. Sensitive detection of trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. *Int. J. Parasitol.*, **22**: 909-918.
17. MAUDLIN I., 1991. Transmission of African trypanosomiasis: Interactions among tsetse immune system, symbionts and parasites. In: Kerry F.H. Ed., *Advances in Disease Vector Research*. New York, USA, Springer Verlag, **7**: 117-148.
18. MAUDLIN I., WELBURN S.C., 1987. Lectin mediated establishment of midgut infections of *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma brucei* in *Glossina morsitans*. *Trop. Med. Parasit.*, **38**: 167-70.
19. MAUDLIN I., WELBURN S.C., 1988. The role of lectins and trypanosome genotype in the maturation of midgut infections in *Glossina morsitans*. *Trop. Med. Parasit.*, **39**: 56-58.
20. MAUDLIN I., WELBURN S.C., 1994. Maturation of trypanosome infections in tsetse. *Exp. Parasitol.*, **79**: 202-205.
21. MAWUENA K., DOUMEY K., AKAKPO K., 1984. Nombre probable de *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* transmis par *Glossina morsitans*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** (n° spécial) : 186-191.
22. MOLOO S.K., KUTUZA S.B., 1988. Comparative study on the infection rates of different laboratory strains of *Glossina* species by *Trypanosoma congolense*. *Med. vet. Entomol.*, **2**: 253-257.
23. MULLIGAN H.W., 1970. The African trypanosomiasis. London, United Kingdom, George Allen and Unwin Ltd., 950 p.
24. OSIR E.O., IMBUGA M.O., ONYANGO P., 1993. Inhibition of *Glossina morsitans* midgut trypsin activity by D-glucosamine. *Parasitol. Res.*, **79**: 93-97.
25. OTIENO L.H., 1983. Inadequacy of the dissection method for estimating trypanosome infection rates. *Ann. trop. med. Parasit.*, **77**: 329-330.
26. REISEN W.K., 1989. Estimation of vectorial capacity; introduction. *Bull. Soc. Vector Ecol.*, **14**: 39-40.
27. ROBERTS C.J., GRAY A.R., 1972. A comparison of *Glossina morsitans submorsitans* Newst. and *G. tachinoides* West., collected and maintained under similar conditions, as vectors of *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*, *T. (N.) simiae* and *T. (Duttonella) vivax*. *Ann. trop. med. Parasit.*, **66**: 41-53.
28. RYAN L., KÜPPER W., CROFT S.L., MOLYNEUX D.H., CLAIR M., 1982. Differences in rates of acquisition of trypanosome infections between *Glossina* species in the field. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **62**: 291-300.
29. SOLANO P., ARGIRO L., REIFENBERG J.M., YAO YAO, DUVALLET G., 1995. Field application of the polymerase chain reaction (PCR) to the detection and characterization of trypanosomes in *Glossina longipalpis* (Diptera: Glossinidae) in Côte d'Ivoire. *Mol. Ecol.*, **4**: 781-785.
30. UILENBERG G., MAILLOT L., GIRET M., 1973. Etudes immunologiques sur les trypanosomoses. II - Observations nouvelles sur le type antigénique de base d'une souche de *Trypanosoma congolense*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **26** : 27-35.
31. WELBURN S.C., MAUDLIN I., 1989. Lectin signalling of *Trypanosoma congolense* infections in tsetse. *Med. vet. Entomol.*, **3**: 141-145.
32. WELBURN S.C., MAUDLIN I., ELLIS D.S., 1989. Rate of trypanosome killing by lectins in midguts of different species and strains of *Glossina*. *Med. vet. Entomol.*, **3**: 77-82.
33. WELBURN S.C., ARNOLD K., MAUDLIN I., GOODAY G.W., 1993. Rickettsia-like organisms and chitinase production in relation to transmission of trypanosomes by tse-tse flies. *Parasitology*, **107**: 141-145.
34. WELLS E.A., 1972. The importance of mechanical transmission in the epidemiology of Nagana: a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, **4**: 74-88.

Reçu le 5.2.96, accepté le 26.8.96

Summary

Gidudu A.M., Cuisance D., Reifenberg J.M., Frézil J.L.
Trypanosoma congolense emission in *Glossina morsitans morsitans* and *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae) saliva and anal drop in the laboratory

The emission dynamics of *T. congolense* EATRO 325 (savannah type) is quantitatively and qualitatively followed by microscopic examination of saliva and anal drop collected every three days according to a method finalized with *G. morsitans* (males and females) and *G. tachinoides* (females). In these two tsetse flies, the appearance of trypanosomes takes place in the anal drop on day 3, and in saliva on day 14. During the observation period (60 days), the average percentage of flies with positive saliva is identical in males and females of *G. m. morsitans* (21.3 % and 24.5 %). It is much higher than that of *G. tachinoides* females (12.5 %). As they get older, the percentage of positive saliva tends to increase in females. From the first positive salivas (day 14), ejection of trypanosomes is greater in females than in males of *G. m. morsitans*. It also seems important in females of *G. tachinoides*. The average number of transmitted trypanosomes varies a lot (1 to 500) in each test. If the short metacyclical forms appear early (day 14), they become progressively dominant compared to long forms, but more rapidly in females than in males of *G. m. morsitans* and than in *G. tachinoides* females. Over a 60 day period, the average percentage of positive anal drops is not different from that of saliva in *G. m. morsitans* and *G. tachinoides* females, but lower in *G. m. morsitans* males. Still, both sexes of *G. m. morsitans* show the same maturation rate (trypanosomes in saliva). The emission curves in both liquids are very close. Examination of anal drops reveals important emission fluctuations (1 to 1000 trypanosomes). The association of the examination of both liquids gives the opportunity to monitor, in live insects, the settling in and maturing dynamics of trypanosomes with a cyclic evolution.

Key words: *Glossina morsitans morsitans* - *Glossina tachinoides* - *Trypanosoma congolense* - Saliva - Anal drop - Maturation - Vector.

Resumen

Gidudu A.M., Cuisance D., Reifenberg J.M., Frézil J.L.
 Emisión de *Trypanosoma congolense* en la saliva y en la gota anal de la *Glossina morsitans morsitans* y la *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae) en el laboratorio

Se siguió cuantitativa y cualitativamente la dinámica de la emisión de *T. congolense* cepa EATRO 325 (typo savannah), mediante el examen microscópico de la saliva y de la gota anal, recuperados cada tres días mediante el método utilizado con *G. m. morsitans* (machos y hembras) y *G. tachinoides* (hembras). En estas dos glosinas, la aparición de los tripanosomas se da a los tres días en la gota anal y a los 14 días en la saliva. El porcentaje promedio de glosinas con saliva positiva durante los días de observación (60 días) fue idéntico en los machos y en las hembras de *G. m. morsitans* (21,30 y 24,50 por ciento). Este es muy superior al de las *G. tachinoides* hembras (12,50 por ciento). Con la edad, el porcentaje de salivas positivas tiende a aumentar en las hembras. A partir de las primeras salivas positivas (14avo día), la evacuación de los tripanosomas es más intensa en las hembras que en los machos de *G. m. morsitans*. Es de igual importancia en las hembras de *G. tachinoides*. El número de promedio de tripanosomas emitidos fluctúa mucho (de 1 a 500) en cada ensayo. Si la aparición de estas formas cortas metacíclicas es precoz (14avo día), éstas se transforman progresivamente en dominantes con respecto a las formas largas, pero de forma más rápida en las hembras que en los machos de *G.m. morsitans* y que en las hembras de *G. tachinoides*. El porcentaje promedio de gotas anales positivas sobre 60 días no difiere del de las salivas para las hembras de *G. m. morsitans* y de *G. tachinoides*, pero es inferior para los machos de *G.m. morsitans*. Ambos sexos de *G. m. morsitans* manifiestan sin embargo la misma tasa de madurez (trypanosomas en la saliva). Las curvas de emisión en los dos líquidos son similares. El examen de la gota anal revela grandes fluctuaciones en la emisión (de 1 a 1000 tripanosomas). La asociación del examen de los dos líquidos ofrece la posibilidad de seguir la dinámica de la instalación y de la maduración de los tripanosomas de evolución cíclica en el insecto vivo.

Palabras clave : *Glossina morsitans morsitans* - *Glossina tachinoides* - *Trypanosoma congolense* - Saliva - Gota anal - Maduración - Vector.

Les chimiorécepteurs de l'aile chez *Glossina pallidipes* (Diptera : Glossinidae) et *Stomoxys nigra* (Diptera : Muscidae)

B. Geoffroy¹ F. Bialota¹ J.P. Bossy² M. Ravallec²

F. D'Amico¹ D. Cuisance³

Mots-clés

Glossina pallidipes - *Stomoxys nigra* -
Musca - Aile - Chimiorécepteur -
Organe des sens.

Résumé

Une étude comparative des organes sensoriels de l'aile, plus particulièrement les chimiorécepteurs, de deux vecteurs de trypanosomoses, *Glossina pallidipes* Austen, 1903 (transmission cyclique) et *Stomoxys nigra* Macquart, 1850 (transmission mécanique) a été menée. Leur morphologie, leur localisation et leur rôle sont analysés en fonction du sexe et des variations inter-spécifiques. Une comparaison est faite avec d'autres espèces de glossines et avec *Musca domestica*. Globalement et par section respective, *G. pallidipes* possède plus de chimiorécepteurs (mâle: 138,26 ; femelle : 135,33) que *S. nigra* (mâle : 89,85 ; femelle : 95,68) mais moins que *G. m. morsitans* (mâle : 173,17 ; femelle : 168), *G. m. submorsitans* (mâle : 169,29 ; femelle : 169,52) ou *G. austeni* (mâle : 160,58 ; femelle : 156,47). Les écarts d'effectifs des chimiorécepteurs entre mâles et femelles chez une même espèce ne sont pas significatifs. Chez *S. nigra*, la section E est mieux fournie en chimiorécepteurs chez les deux sexes et les sections A et F en sont dépourvues. En outre, la répartition des soies le long de la nervure costale se limite aux sections B, C, D et E, tandis qu'elle s'observe sur toute la longueur de l'aile chez les glossines. Le rôle possible des chimiorécepteurs est abordé.

■ INTRODUCTION

En Afrique, les glossines sont les vecteurs principaux des trypanosomoses humaines et animales (évolution cyclique des trypanosomes) tandis que les stomoxes peuvent véhiculer les trypanosomoses animales par transmission mécanique hors et au sein des zones où les glossines sont présentes (5, 45). Ces insectes hématophages constituent aussi une gêne mécanique et occasionnent une spoliation sanguine qui peut être importante (1 litre de sang/jour/bovin) (3).

La lutte contre les glossines par épandages insecticides tend à être remplacée par des méthodes plus simples, plus souples et sans effets directs sur l'environnement, transférables et peu coûteuses, telles que les pièges à attraction visuelle (25) ou olfactive (29, 39, 44), imprégnés ou non d'insecticide. La lutte contre les trypanosomoses passe en général par un contrôle antivectoriel qui nécessite

une étude toujours plus approfondie sur ces insectes pour améliorer l'efficacité de ces leurres.

Les connaissances acquises sur la physiologie sensorielle (14) de certaines espèces de glossines se limitent aux structures sensorielles des antennes (11, 27, 38), des pièces buccales (35), des pattes (26, 41) et chez *Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850, à l'identification de thermorécepteurs sur leurs tarses (34). Depuis quelques années, des études sont menées sur la vision (22), l'olfaction (10, 20) ainsi que sur la perception des phéromones sexuelles (10, 24, 36). Si des informations ont pu être apportées sur les structures et le fonctionnement de la vision (22), sur les organes récepteurs des antennes (12, 38), il reste toutefois des points obscurs sur la morphologie (9), la répartition et le fonctionnement de nombreux autres récepteurs sensoriels.

Cette recherche est une étape dans la connaissance de base sur l'équipement sensoriel de ces insectes en vue de permettre le développement de stratégies de lutte antivectorielle encore plus performantes et d'abaisser l'incidence des trypanosomoses, dont les conséquences sur le développement peuvent être considérables dans certains pays (4, 37).

L'étude approfondie de l'équipement sensoriel, concernant plus particulièrement les chimiorécepteurs des pattes, a été effectuée chez *Glossina tachinoides* Westwood 1850 (7). La mise en évi-

1. ORSTOM, Département Santé, UR Maladies infectieuses et parasitaires, GP Taxonomie des vecteurs, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France

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

3. CIRAD-EMVT, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

dence récente des chimiorécepteurs sur les ailes de glossines (16) a conduit à une étude similaire sur l'équipement sensoriel des ailes chez *Glossina tachinoides*, *G. palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949, *G. fuscipes fuscipes* Newstead, 1910, *G. austeni* Newstead, 1912, *G. morsitans morsitans* et *G. m. submorsitans* Newstead, 1910 (2). Ces études morphométriques ont permis d'entreprendre les premières recherches sur l'ultrastructure et l'électrophysiologie des chimiorécepteurs de l'aile de *G. fuscipes fuscipes* (13, 17).

Le présent travail aborde l'identité et la cartographie des chimiorécepteurs de l'aile chez une espèce de grande importance vétérinaire en Afrique orientale et australe, *Glossina pallidipes* Austen, 1903. A titre de comparaison, l'aile d'un Diptère proche des glossines, *Stomoxys nigra* Macquart, 1850 est étudiée. Ces résultats sont comparés à ceux obtenus chez d'autres espèces de glossines (2) et à ceux de *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera : Muscidae) (1).

MATERIEL ET METHODES

L'étude porte sur 30 spécimens de *Glossina pallidipes* (15 couples) issus de populations naturelles de mouches du Zimbabwe, récoltés en avril 1989 (R.J. Phelps) et sur 37 spécimens de *Stomoxys nigra* (21 mâles et 16 femelles) capturés à Bambari en République centrafricaine (F. D'Amico) en septembre et octobre 1991 ainsi qu'au Nord-Cameroun (Adamaoua) (D. Cuisance) en novembre 1990.

Bref rappel de la description des principales structures :

Soies et épines tactiles

Elles possèdent une structure en " chevrons ", une base renflée (" socquette ") et se terminent par une extrémité pointue sans pore (7). Lewis, selon leur taille, fait la distinction entre des soies (*bristles*), des épines primaires et des épines secondaires (*primary spines*, *secondary spines*) (27). Elles sont innervées par un unique neurone sensoriel bipolaire et leur fonction mécanosensorielle enregistre les mouvements de l'air et les contacts avec une surface. Ces soies ainsi que de très abondantes microtriches sont retrouvées sur la nervure costale de *G. pallidipes* et de *S. nigra*.

Chimiorécepteurs

Ils sont courts (environ 50 µm) et aplatis. Leur structure est en " chevrons " (1) et leur hampe incurvée avec une extrémité arrondie. Ils sont implantés parmi les épines tactiles et les microtriches sur la nervure costale.

Mécanorécepteurs

Ils ont globalement l'aspect de dômes aplatis entourés d'un anneau ovalaire et sont classiquement stimulés par les tensions et les déformations de la cuticule. Leur ultrastructure est bien connue chez les insectes (28, 31).

Le recensement des soies est fait en microscopie classique à un grossissement de 40. Le repérage des chimiorécepteurs est établi selon la même méthode que celle utilisée par Baldet (2) pour les glossines. Le découpage en sections (de A à F) de la nervure costale permet un recensement et une localisation plus faciles (figure 1). La même technique est employée pour les stomoxes (figure 2).

Les valeurs obtenues pour les ailes droites et gauches ne montrent pas de différence significative et sont additionnées chez un même individu. Les valeurs globales moyennes sont comparées par le test de Student (risque: 0,05).

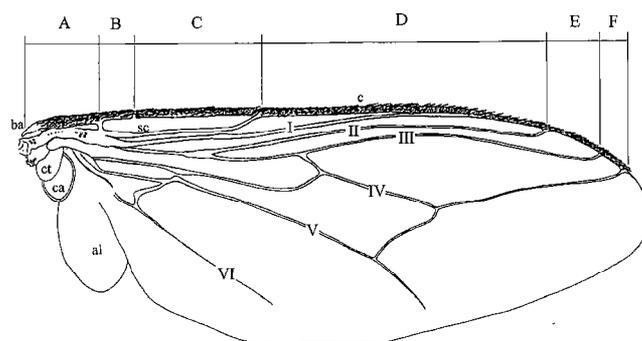


Figure 1 : aile de glossine. Sections : A, B, C, D, E, F. Nervures : I, II, III, IV, V, VI ; ba : basi-costale ; c : costale ; sc : sous-costale ; al : alula ; ca : cuilleron alaire ; ct : cuilleron thoracique.

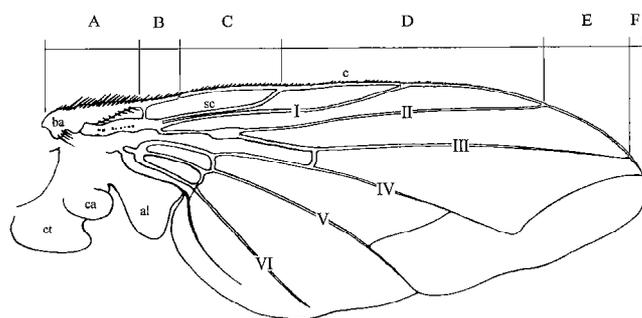


Figure 2 : aile de stomoxe. Sections : A, B, C, D, E, F. Nervures : I, II, III, IV, V, VI ; ba : basi-costale ; c : costale ; sc : sous-costale ; al : alula ; ca : cuilleron alaire ; ct : cuilleron thoracique.

RESULTATS

Les chimiorécepteurs sont situés sur le bord d'attaque de l'aile, sur les nervures costale et sous-costale. Un ou deux mécanorécepteurs s'observent sur la nervure transversale I des glossines et sur la nervure longitudinale III chez *S. nigra*.

Distribution générale des différentes structures

Soies et épines tactiles

Chez la glossine, les épines primaires très longues recouvrent le bord d'attaque de l'aile. Les épines secondaires, plus courtes, se répartissent en deux ou trois rangées sur les portions dorsales et ventrales de la nervure costale (figure 3). Les soies tactiles, plus trapues (courtes et renflées), restent peu nombreuses et sont surtout localisées sur la partie dorsale des sections C et D.

Chez *S. nigra*, la disposition est sensiblement identique dans les premières sections (figure 4). En effet, au niveau de la section E, les soies tactiles sont présentes sur le bord d'attaque de l'aile, en une seule rangée mais on constate la disparition des soies et des épines sur la section F. Il existe une série de huit épines tactiles "extra-costales" plus ou moins alignées, proches de la nervure transverse humérale.

Chez les deux espèces, une épine tactile assez longue est située sur le bord d'attaque de l'aile au niveau de la première "fracture", comme chez toutes les glossines étudiées (2).

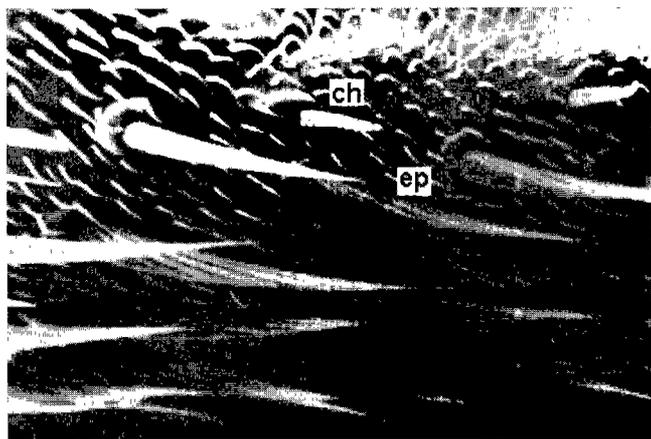


Figure 3 : détail de la nervure costale de la section D chez *G. pallidipes* (ch : chimiorécepteur, ep : épine tactile)

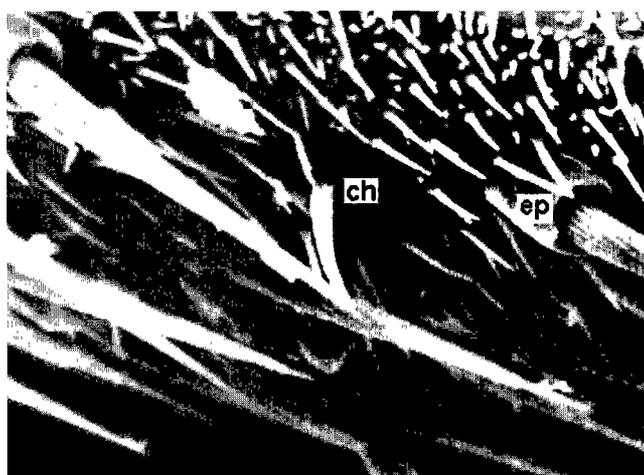


Figure 4 : détail de la nervure costale de la section D chez *S. nigra* (ch : chimiorécepteur, ep : épine tactile).

Chimiorécepteurs

Chez *G. pallidipes*, ils sont implantés sur toutes les sections mais sont plus abondants sur la partie médiane (sections C et D).

Chez *S. nigra*, ils se trouvent également sur la partie médiane (sections C et D) mais sont absents des sections basale et apicale (A et F).

Mécanorécepteurs

Chez *G. pallidipes*, ils forment trois groupes sur la nervure sous-costale : un groupe proximal composé de plusieurs rangées de mécanorécepteurs, un groupe central d'environ 9 sensilles alignées et un amas périphérique de 8 sensilles. On note aussi des mécanorécepteurs isolés sur quelques nervures longitudinales et transverses. Cette distribution, identique chez les deux sexes, se retrouve avec de légères variations chez toutes les espèces de glossines étudiées (2).

Chez *S. nigra*, ils sont également répartis en groupes sur la nervure sous-costale. Quelques-uns se trouvent au niveau de la jonction des nervures costale et longitudinale I. D'autres sont dispersés le long de la nervure longitudinale III.

Distribution fine et effectifs des chimiorécepteurs

Glossina pallidipes

Chez les mâles (n = 15), le nombre total moyen de chimiorécepteurs est de 138,2 (é.t. = 13,1) par paire d'ailes. Les sections A, B, E et F sont les plus démunies, alors que les sections C et D regroupent la majorité des soies réceptrices.

Chez les femelles (n = 15), le nombre total moyen de chimiorécepteurs est de 135,3 (é.t. = 7,5) par paire d'ailes avec une distribution similaire à celle des mâles.

Stomoxys nigra

Chez les mâles (n = 21), le nombre total de chimiorécepteurs est de 89,8 (é.t. = 11,4) en moyenne par paire d'ailes. Les sections A et F n'ont aucun chimiorécepteur. La section B est la plus démunie et le maximum de soies est observé sur les sections C et D.

Chez les femelles (n = 16), le nombre total de chimiorécepteurs est de 95,6 (é.t. = 13,1) en moyenne par paire d'ailes et la distribution des soies est analogue à celle du mâle.

Variabilité intraspécifique des effectifs de chimiorécepteurs

■ Effectif moyen par sexe (tableau I)

Pour les deux espèces, le nombre moyen de chimiorécepteurs présents par paire d'ailes comparées entre mâles et femelles ne diffère pas entre les sexes chez *G. pallidipes* (mâle = 138,26 et femelle = 135,33 ; t = 0,75 ; ddl = 28, N.S.) et chez *S. nigra* (mâle = 89,85 et femelle = 95,68 ; t = 1,41 ; ddl = 35, N.S.).

■ Effectif moyen par section (tableau II)

Chez *G. pallidipes*, la comparaison des effectifs des chimiorécepteurs présents au niveau de chaque section ne montre aucune différence significative entre mâles et femelles.

Chez *S. nigra*, la même comparaison par section révèle une différence significative uniquement sur la section E (t = 2,25, S.) pour laquelle les femelles sont plus riches en chimiorécepteurs que les mâles.

L'analyse des échantillons entre mâles et femelles (15 paires d'ailes pour chaque sexe de *G. pallidipes* et 21 et 16 pour *S. nigra*) montre que la variabilité intraspécifique du nombre de chimiorécepteurs est assez limitée.

Au sein de chaque espèce, l'effectif total des soies de l'aile et la distribution générale de ces soies sur les différentes sections de la nervure costale ne présentent pas de différence significative entre les sexes. Seule exception : la section E de la femelle de *S. nigra* présente significativement plus de soies que celle du mâle (13,9 contre 11,8 ; t = 2,25 ; S).

Variabilité interspécifique des effectifs de chimiorécepteurs

Les deux espèces sont comparées entre elles en utilisant le même test statistique.

■ Effectif moyen global par espèce (tableau I)

Les mâles et les femelles de *G. pallidipes* (138,26 et 135,33) possèdent beaucoup plus de chimiorécepteurs que ceux de *S. nigra* (89,85 et 95,68) (t = 11,49 ; ddl = 34 et t = 10,36 ; H.S. ; ddl = 29).

■ Effectifs moyen par section (tableau II)

Il apparaît très nettement que les sections A, B, C, D et F du mâle de *G. pallidipes* possèdent plus de chimiorécepteurs que celles du mâle de *S. nigra* à l'exception de la section E significativement

TABLEAU I

Comparaison des effectifs globaux de chimiorécepteurs par paire d'ailes chez *G. pallidipes* et *S. nigra*, d'une part entre espèces et par sexe (horizontalement), d'autre part entre les sexes d'une même espèce (verticalement)

	<i>G. pallidipes</i>			<i>S. nigra</i>			
	n	\bar{X}	\bar{S}	n	\bar{X}	\bar{S}	t
Males	15	138,26	13,15	21	89,85	11,41	11,49 ***
Femelles	15	135,33	7,59	16	95,68	13,14	10,36 ***
t			0,75			1,41	

TABLEAU II

Comparaison des effectifs globaux de chimiorécepteurs par paire d'ailes chez *G. pallidipes* et *S. nigra* au niveau de chaque sexe (horizontalement) et entre les sexes d'une même espèce (verticalement)

SECTION	Sexe	<i>G. pallidipes</i> (15 mâles et 15 femelles)			<i>S. nigra</i> (21 mâles et 16 femelles)		
		\bar{X}	\bar{S}	t	\bar{X}	\bar{S}	t
SECTION A	mâles	8	1,92	0	0	0	16,07 ***
	femelles	7,26	1,48	1,17	0	0	18,94 ***
SECTION B	mâles	13,6	2,89	1,81	1,81	0,98	15,14 ***
	femelles	14,4	2,02	1,81	1,81	1,04	20,82 ***
t			0,88			0,01	
SECTION C	mâles	33,46	3,13	25,09	4,67	6,42 ***	6,42 ***
	femelles	33,06	3,05	26,81	4,49	4,56 ***	4,56 ***
t			0,35			1,13	
SECTION D	mâles	67,6	9,19	51,09	6,07	6,07 ***	6,07 ***
	femelles	64,8	5,78	53,93	7,01	7,01	4,71 ***
t			1,0			1,92	
SECTION E	mâles	7,8	1,26	11,85	3,54	5,47 ***	5,47 ***
	femelles	8,13	1,4	13,93	4,15	5,27 ***	5,27 ***
t			0,68			2,25 *	
SECTION F	mâles	7,27	1,1	0	0	25,59 ***	25,59 ***
	femelles	7,6	0,73	0	0	39,34 ***	39,34 ***
t			0,97			0	

plus riche chez le stomoxe (t = 5,47 ; S ; ddl = 34). Le résultat est identique chez les femelles (t = 5,27 ; S ; ddl = 29.) (figure 5).

Dans les deux cas et pour toutes les sections, la différence est hautement significative au risque de 0,01.

Globalement et par section respective, *G. pallidipes* possède plus de chimiorécepteurs que *S. nigra*, à l'exception de la section E pour laquelle *S. nigra* est mieux fournie, tant chez le mâle que chez la femelle. Dans les deux sexes, les sections A et F de *S. nigra* en sont dépourvues.

DISCUSSION

Comparaison entre *G. pallidipes* et *S. nigra*

L'allure générale de la distribution des chimiorécepteurs sur la nervure costale est très voisine dans les deux sexes pour les deux espèces étudiées (figure 5).

Chez *Glossina pallidipes*, le maximum de chimiorécepteurs se trouve sur les sections C (24 p. 100) et D (48 p. 100). Environ

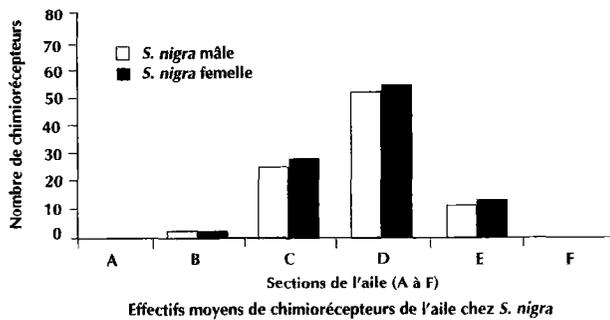
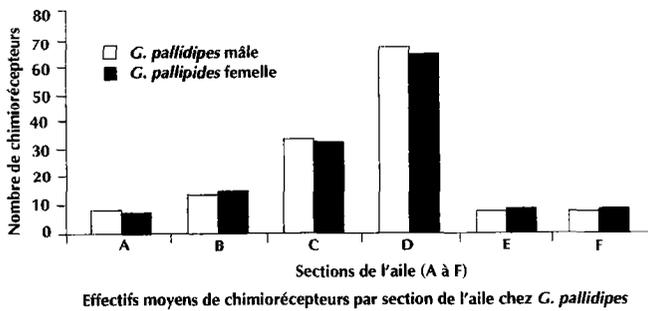


Figure 5 : effectifs moyens de chimiorécepteurs de l'aile chez *G. pallidipes* et *S. nigra*.

6 p. 100 des chimiorécepteurs sont présents sur les sections A, E et F. Cette proportion est légèrement inférieure à celle que l'on observe sur la section B (10 p. 100).

Chez *Stomoxys nigra*, 56 p. 100 des chimiorécepteurs sont localisés sur la section D, 28 p. 100 sur la C, 14 p. 100 sur la E et 2 p. 100 sur la B. Les sections A et F sont dépourvues de soies.

Comparaison avec les ailes d'autres espèces

La distribution est similaire à celle décrite par Baldet (1, 2) chez cinq espèces ou sous-espèces de glossines. Les chimiorécepteurs sont répartis sur toute la longueur de la costa, préférentiellement sur les sections C et D.

Le plan d'organisation des chimiorécepteurs chez *G. pallidipes* est similaire à celui des trois autres espèces ou sous-espèces de glossines du sous-genre *Glossina* déjà étudiées (*G. austeni*, *G. m. morsitans* et *G. m. submorsitans*) (1, 2). La topographie est la même dans les deux sexes et aucune différence significative du nombre de chimiorécepteurs entre les ailes des mâles et des femelles pour ces quatre espèces n'a été observée ($t = 0,75 ; 1,53 ; 1,52 ; 0,05$).

La section C de *G. m. morsitans* et de *G. m. submorsitans* possède significativement plus de soies chez le mâle que chez la femelle. Chez *G. austeni* et *G. m. morsitans*, les femelles portent plus de chimiorécepteurs que les mâles sur la section B. Par contre, *G. pallidipes* ne présente pas de dimorphisme sexuel pour le nombre de soies sur toutes les sections.

Il existe une différence du nombre total de chimiorécepteurs présents sur la paire d'ailes entre *G. pallidipes* (mâle : 138,26 et femelle : 135,33) et les trois autres espèces ou sous-espèces, *G. austeni* (mâle : 160,58 ; $t = 5,90$; S. ; femelle : 156,47 ;

$t = 7,36$; S.), *G. m. morsitans* (mâle : 173,17 ; $t = 8,37$; S. ; femelle : 168,00 ; $t = 10,60$; H.S.) et *G. m. submorsitans* (mâle : 169,29 ; $t = 6,16$; H.S. ; femelle : 169,52 ; $t = 14,15$; H.S.). Ces dernières sont donc plus richement pourvues en chimiorécepteurs.

La comparaison de *S. nigra* avec les glossines étudiées montre également que la répartition des soies sur les différentes sections de la costa n'est pas identique (les sections extrêmes A et F ne portent pas de soies chez le stomoxe) mais l'effectif global moyen des soies sur la paire d'ailes des glossines est supérieur à celui trouvé chez le stomoxe, dans les deux sexes.

G. pallidipes et *S. nigra* sont comparés avec un autre Diptère, *Musca domestica*, dont la répartition des chimiorécepteurs a été étudiée par Baldet (1). Sur la nervure costale de cette mouche, on retrouve les mêmes éléments sensoriels (soies, épines tactiles, chimiorécepteurs) que ceux répertoriés chez la glossine ou le stomoxe. On remarque cependant que la topographie des chimiorécepteurs de *Musca domestica* est différente de celle observée chez les glossines mais semble presque identique à celle du stomoxe. Les sections A et F ne possèdent pas de chimiorécepteurs. En outre, la section C en est également dépourvue ; enfin, le nombre total de ces structures, pour la paire d'ailes, est inférieur à celui observé chez *S. nigra*. Les chimiorécepteurs ont la même morphologie générale chez les différentes espèces étudiées mais sont plus longs chez *Musca domestica* (Baldet), (1, 2). Chez *S. nigra*, ils sont plus longs que chez les glossines, mais sont presque de même taille que chez *Musca domestica*.

L'organisation de l'aile et la topographie des chimiorécepteurs montrent que leur nombre global moyen sur la paire d'ailes de *Glossina pallidipes* est inférieur à celui des autres espèces du groupe *morsitans*. Le dimorphisme sexuel constaté pour la section C de ces espèces ou sous espèces ne se retrouve pas chez *G. pallidipes*.

Chez *S. nigra*, la répartition des soies le long de la costa ne se fait pas sur toute la longueur de l'aile comme chez les glossines. Les soies se limitent aux sections B, C, D et E et leur nombre total par paire d'ailes est inférieur à celui trouvé chez les glossines.

Rôle des chimiorécepteurs

Le rôle que jouent les chimiorécepteurs de l'aile dans le comportement des glossines et des stomoxes (8) est encore très mal connu. D'après les travaux effectués sur d'autres groupes de mouches (*Phormia*, *Drosophiles*...) (21, 33), on peut penser que ces soies interviennent dans la détection des hôtes nourriciers, la perception de l'environnement et la reconnaissance des sexes en vue de l'accouplement.

Leur structure générale répond à la description de Dethier (14) et Lewis (27), confirmée par Geoffroy et coll. (16) et Deportes et coll. (13). Chez *S. nigra*, ces soies sont légèrement plus longues et le pore terminal n'a pas été mis en évidence. Sur la base d'études électrophysiologiques fines, ces soies correspondraient à la catégorie "A" de Shiraishi et Tanabe 1974 (in : Dethier) (14). Elles auraient pour fonction, avec certaines sensilles des pièces buccales, des antennes et des pattes, la détection olfactive et gustative chez les glossines. On peut supposer qu'elles ont des fonctions similaires chez les stomoxes.

L'existence d'une phéromone aphrodisiaque de contact a été mise en évidence chez plusieurs espèces de glossines (6, 15, 24). Elle est contenue dans les composés lipidiques épicuticulaires non volatils. La fraction lourde de ces hydrocarbures, nommée diméthylheptatriacontane (6), participe à l'induction du comportement précopulatoire chez le mâle. Des stimuli physiques et/ou chi-

miques entretiendraient par ailleurs le contact entre les mâles et les femelles pendant l'accouplement (6).

L'identité des structures impliquées dans la perception de cette phéromone de contact reste inconnue. Mais l'étude des chimiorécepteurs des tarsi conduit à l'hypothèse selon laquelle ces soies percevraient cette phéromone lors d'un contact entre mâle et femelle. En effet, l'existence d'un dimorphisme sexuel concernant le nombre de ces soies sur l'ensemble des pattes (7), incite à penser que les chimiorécepteurs des mâles et des femelles perçoivent sélectivement cette substance aphrodisiaque (24).

Lors de la copulation, il existe de nombreux contacts entre le mâle et la femelle. En particulier, les pattes du mâle touchent l'abdomen et les ailes de la femelle, laissant supposer que les ailes jouent un rôle dans l'initiation de la copulation et que l'accouplement peut avoir lieu en vol (42). Toutefois, l'absence de différence significative entre sexes pour l'effectif global des chimiorécepteurs de l'aile laisse supposer qu'elles ne jouent pas de rôle direct dans la reconnaissance du partenaire. Mais l'existence d'une différence quantitative significative (2) entre le groupe *palpalis* (mouches de galeries forestières) et le groupe *morsitans* (mouches de savanes), favorise l'hypothèse selon laquelle ces chimiorécepteurs pourraient intervenir dans la perception chimique de l'environnement proche des glossines.

La détection des hôtes nourriciers est conditionnée par des facteurs attractifs faisant intervenir à distance moyenne l'odorat (11, 19, 39) et à distance plus proche la vision (40).

En effet, l'homme, le bétail et la faune sauvage émettent de nombreuses sécrétions et excréments (haleine, produits cutanés, urine, fèces...) que la mouche peut percevoir et qui déclenchent plusieurs types de comportements (envol, hyperactivité en vol, pose sur l'hôte...) (43) devant aboutir à localiser l'hôte nourricier.

Des dérivés phénoliques de l'urine de bovins comme le 4-méthylphénol, le 3-n-propylphénol, le 1-octen-3 ol et l'acétone sont utilisés pour améliorer le rendement de certains pièges pour les glossines (18).

Il est intéressant de noter que les stomoxes sont également attirés par des pièges à glossines (23) et une étude montre qu'ils sont capturés en plus grand nombre (32) par des pièges imprégnés de 1-octen-3 ol (30).

Comme il n'existe pas de dimorphisme sexuel lié au nombre global des chimiorécepteurs alaires chez *Stomoxys nigra* ou chez *Glossina pallidipes*, on peut penser que le rôle de ces chimiorécepteurs serait plus important dans l'olfaction et/ou la gustation que dans le comportement sexuel.

De plus, les études électrophysiologiques déjà entreprises (13) sont en faveur d'un rôle plutôt gustatif qu'olfactif chez la glossine, hypothèse renforcée par le fait que *G. pallidipes*, espèce la moins pourvue, est celle qui répond le mieux sur le terrain aux attractifs olfactifs (40) utilisés dans les campagnes de lutte.

■ CONCLUSION

La description morphologique est un élément fondamental dans l'étude du monde vivant. Connaître l'anatomie fine de ces mouches est l'étape préalable essentielle aux recherches plus spécialisées comme la génétique, la biochimie ou l'électrophysiologie, etc.

Ce travail s'inscrit dans la suite logique d'un programme d'évaluation de l'équipement sensoriel des insectes d'intérêt médical ou vétérinaire. Il vise à mieux appréhender l'éthologie de ces espèces

pour développer ou améliorer les techniques de lutte par piégeage contre ces vecteurs.

L'aile de *Glossina pallidipes* se distingue de celle de *Stomoxys nigra* par un nombre global moyen de chimiorécepteurs beaucoup plus élevé et une topographie différente des chimiorécepteurs entre les deux espèces étudiées, mais sans dimorphisme sexuel.

Cette étude des chimiorécepteurs de l'aile chez les stomoxes servira à la connaissance de l'éthologie de ces espèces. Celles-ci en effet assurent une transmission mécanique des trypanosomoses (essentiellement *Trypanosoma vivax* et *T. evansi*) chez les animaux domestiques dans les zones géographiques dépourvues de glossines, mais probablement aussi dans celles infestées par ces vecteurs (8). Stomoxes et tabanides peuvent alors jouer un rôle complémentaire, plus ou moins amplificateur, dans la transmission de cette maladie ou d'autres maladies (anaplasmoses, charbon, etc.).

Les glossines et les stomoxes présentent des similitudes anatomiques, physiologiques et biologiques. Cette étude montre la présence de chimiorécepteurs sur les ailes de Diptères appartenant aux familles des Glossinidae et des Muscidae ayant des appareils piqueurs très voisins. Ils ont en commun l'hématophagie partagée par les deux sexes, celle-ci s'exerçant surtout aux dépens de mammifères et en particulier du bétail. Cette convergence éthologique est peut-être à rapprocher de la convergence morphologique étudiée ici au niveau des chimiorécepteurs des ailes.

Cette contribution à l'inventaire des structures sensorielles doit permettre de mieux appréhender le comportement de ces espèces en vue d'améliorer les méthodes de lutte, en particulier par piégeage. Les stomoxes présentent en effet un grand intérêt par leur présence localement très abondante, à proximité du bétail, et par leur forte agressivité à son égard, ces deux paramètres constituant les facteurs-clés d'une bonne capacité vectorielle.

Remerciements

Nous tenons à remercier pour leur aide constante, les Drs J.L. Frézil et C. Bellec (ORSTOM), le Dr G. Devauchelle (INRA, St Christol-lez-Alès), ainsi que le Pr. Phelps (Department of veterinary service, Harare, Zimbabwe).

BIBLIOGRAPHIE

- BALDET T., 1991. Les chimiorécepteurs de l'aile chez la glossine (Diptera : Glossinidae). Mémoire DEA Parasitologie, Université Montpellier II. Montpellier, France, ORSTOM, 33 p. (n°9)
- BALDET T., GEOFFROY B., D'AMICO F., CUISANCE D., BOSSY J.P., 1992. Structures sensorielles de l'aile de la glossine (Diptera : Glossinidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45** : 295-302.
- BARRE N., 1981. Les stomoxes ou "mouches bœufs" à la Réunion. Pouvoir pathogène - Ecologie - Moyens de lutte. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 90 p.
- BLANC F., 1991. Lutte anti-glossinaire en République centrafricaine. Montpellier, France, CNEARC, 118 p. + annexes (Rapport de stage ESAT 1)
- BOUET G., ROUBAUD E., 1912. Expériences de transmission des trypanosomiasés animales de l'Afrique occidentale française, par les stomoxes. *Bull. Soc. Path. exot.*, **5** : 544-550.
- CARLSON D.A., LANGLEY P.A., HUYTON P., 1978. Sex pheromone of the tsetse fly: isolation, identification, and synthesis of contact aphrodisiacs. *Science*, **201**: 750-752.
- D'AMICO F., GEOFFROY B., CUISANCE D., BOSSY J.P., 1992. Sites and abundance of chemoreceptors on the legs of tsetse, *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae). *Insect Sci. Appl.*, **13** (6): 781-786.

8. D'AMICO F., 1993. Rôle de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 dans la transmission des trypanosomoses bovines en Afrique centrale. Le cas de la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun (République centrafricaine). Thèse doc., Université Montpellier II. Montpellier, France, CIRAD, 160 p. +annexes
9. D'AMICO F., GEOFFROY B., CUISANCE D., BOSSY J.P., 1991. Acquisition de nouvelles données sur l'équipement sensoriel des glossines (Diptera : Glossinidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 75-79.
10. DEN OTTER C.J., SAINI R.K., 1985. Pheromone perception in the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans*. *Entomol. Exp. Appl.*, **39** : 155-161.
11. DEN OTTER C.J., TCHICAYA T., VAN DER BERG M.J., 1988. Olfactory sensitivity of five species of tsetse (*Glossina* spp.) to 1-Octen 3-ol, 4-Heptanone, 3-Nonanone and acétone. *Insect Sci. Appl.*, **9** : 213-218.
12. DEN OTTER C.J., VAN DER GOES VAN NATERS W.M., 1992. Single cell recordings from tsetse (*Glossina m. morsitans*) antennae reveal olfactory, mechano- and cold receptors. *Physiol. Entomol.*, **17** : 33-42.
13. DEPORTES I., GEOFFROY B., CUISANCE D., DEN OTTER C.J., CARLSON D.A., RAVALLEC M., 1994. Les chimiorécepteurs des ailes chez la glossine (Diptera : Glossinidae). Approche structurale et électrophysiologique chez *Glossina fuscipes fuscipes*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 81-88.
14. DETHIER V.G., 1976. The Hungry Fly. A physiological study of the behaviour associated with feeding. Cambridge, USA, Harvard University Press, 489 p.
15. EL MESSOUSSI S., 1988. Mise en évidence et caractérisation d'une phéromone aphrodisiaque de l'espèce *Glossina tachinoïdes* (Diptera : Glossinidae). Thèse doct., Université Paris VII, France, 109 p.
16. GEOFFROY B., BALDET T., CUISANCE D., D'AMICO F., BOSSY J.P., 1992. Présence de chimiorécepteurs sur l'aile des tsé-tsé (Diptera : Glossinidae). *C. r. Acad. Sci. Paris*, **314**, (III) : 351-354.
17. GEOFFROY B., CUISANCE D., D'AMICO F., BALDET T., DEPORTES I., BIALOTA T., BOSSY J.P., RAVALLEC M., DEN OTTER C.J., 1993. Contributions récentes à la connaissance des structures sensorielles des glossines. In : 22nd Meeting of the International scientific council for trypanosomiasis research and control (ISCTRC), Kampala, Uganda, 25-29 Octobre, 1992. (communication à un congrès)
18. GIBSON G., BRADY J., 1988. Flight behaviour of tsetse flies in host odour plumes : the initial response to leaving or entering odour. *Physiol. Entomol.*, **13** : 29-42.
19. HALL D.R., BEEVOR P.S., CORK A., NESBITT B.F., VALE G.A., 1984. 1-octen-3-ol : a potent olfactory stimulant and attractant for tsetse isolated from cattle odours. *Insect Sci. Appl.*, **5** : 335-339.
20. HALL D.R., GOUGH A.J.E., ADAMS P.H., BEEVOR P.S., CORK A., GREEN C.H., SMITH J.L., TAYLOR J.H.L., WARNES M.L., 1991. Identification of host odour attractants for tsetse flies. In: Fifth European Development Fund, Regional Tsetse and Trypanosomiasis Control Programme. Chatham, United Kingdom, NRI, 130 p. (final report)
21. HANSEN K., HEUMANN H.G., 1971. Die Feinstruktur der tarsalen Schmeckhaare der Fliege *Phormia terraenovae* Rob.-Desv. *Ztg. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, **117** : 419-442.
22. HARDIE R., VOGT K., RUDOLPH A., 1989. The compound eye of the tsetse fly (*Glossina morsitans morsitans* and *Glossina palpalis palpalis*). *J. Insect Physiol.*, **35** : 423-431.
23. HOLLOWAY M.T.P., PHELPS R.J., 1991. The response of *Stomoxys* spp. (Diptera : Muscidae) to traps and artificial host odours in the field. *Bull. ent. Res.*, **81** : 50-55.
24. LANGLEY P.A., HUYTON P.M., CARLSON D.A., 1987. Sex pheromone perception by males of the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans*. *Physiol. Entomol.*, **12** : 425-433.
25. LAVEISSIERE C., EOUZAN J.P., GREBAUT P., LEMASSON J.J., 1990. The control of riverine tsetse. *Insect Sci. Appl.*, **19** : 427-441.
26. LEWIS C.T., 1954. Studies concerning the uptake of contact insecticides. I.-The anatomy of the tarsi of certain Diptera of medical importance. *Bull. ent. Res.*, **45** : 711-722.
27. LEWIS C.T., 1970. Structure and function in some external receptors. *Symp. R. entomol. Soc. London*, **5** : 59-76.
28. McIVER S.B., 1975. Structure of cuticular mechanoreceptors of arthropods. *Ann. Rev. Entomol.*, **20** : 381-397.
29. MEROT P., FILLEDIER J., MULATO C., 1988. Pouvoir attractif, pour *Glossina tachinoïdes*, de produits chimiques isolés des odeurs animales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41** : 79-85.
30. MIHOK S., 1993. Trapping techniques for *Stomoxys* spp. In: 22nd Meeting of the International scientific council for trypanosomiasis research and control (ISCTRC), Kampala, Uganda, 25-29 Octobre, 1992. (communication à un congrès)
31. MORAN D.T., CARTER ROWLEY J.C., 1975. High voltage and scanning electron microscopy of the site of stimulus reception of an insect mechanoreceptor. *J. Ultrastr. Res.*, **50** : 38-46.
32. OWAGA M.L.A., HASSANALI A., Mc DOWELL P.G., 1988. The role of 4-cresol and 3-n-propylphenol in the attraction of tsetse flies to buffalo urine. *Insect Sci. Appl.*, **9** : 95-100.
33. PIETRA P.A., ANGIOY A.M., LISCIA A., SIRIGU P., 1980. The wing chemosensilla in *Phormia regina* (Meigen). A scanning electron microscope study. *J. submicrosc. Cytol.*, **12** (4) : 617-621.
34. REINOUTS VAN HAGA H.A., MITCHELL B.K., 1975. Temperature receptors on tarsi of the tsetse fly *Glossina morsitans*. *Nature*, **255** : 225-226.
35. RICE M.J., GALUN R., MARGALIT J., 1973. Mouthpart sensilla of the tsetse fly and their function: II. Labial sensilla. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **67** : 101-108.
36. SCHLEIN Y., GALUN R., BEN-ELIAHU M.N., 1981. Receptors of sex pheromones and abstinons in *Musca domestica* and *Glossina morsitans*. *J. Chem. Ecol.*, **7** : 291-303.
37. TACHER G., 1985. Pathologie animale tropicale et économie. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 62 p. (Etudes et Synthèses, n°13)
38. TCHICAYA T., 1990. Morphogénèse antennaire et sensibilité olphactive chez la glossine (Diptera, Glossinidae). Thèse doct. es Sci., USTL, Montpellier, France, 119 p.
39. VALE G.A., 1988. Odour-baited targets to control tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera : Glossinidae), in Zimbabwe. *Bull. ent. Res.*, **78** : 31-49.
40. VALE G.A., 1993. Development of baits for tsetse Flies (Diptera : Glossinidae) in Zimbabwe. *J. med. Entomol.*, **30** : 831-842.
41. VAN GOES VAN NATERS W.M., RINKES T.H.N., 1993. Taste stimuli for tsetse flies on the human skin. *Chem. senses*, **18** (4) : 437-444.
42. WALL R., LANGLEY P.A., 1993. The mating behaviour of tsetse flies (*Glossina*): a review. *Physiol. Entomol.*, **18** : 211-218.
43. WARNES M.L., FINLAYSON L.H., 1985. Responses of the stable fly, *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera : Muscidae), to carbon dioxide and host odours. I. Activation. *Bull. ent. Res.*, **75** : 519-527.
44. WARNES M.L., 1990. Responses of *Glossina morsitans morsitans* Westwood and *G. pallidipes* Austen (Diptera : Glossinidae) to the skin secretions of oxen. *Bull. ent. Res.*, **80** (1) : 91-97.
45. ELLS E.A., 1972. The importance of mechanical transmission in the epidemiology of nagana : a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, **4** : 74-88.

Reçu le 15.11.94, accepté le 23.9.96

Summary

Geoffroy B., Bialota F., Bossy J.P., Ravallec M., D'Amico F., Cuisance D. Wing chemoreceptors of *Glossina pallidipes* (Diptera: Glossinidae) and *Stomoxys nigra* (Diptera: Muscidae)

A comparative study has been made of the wing sense organs, specifically the chemoreceptors, of two trypanosomosis vectors: *Glossina pallidipes* Austen, 1903 (cyclical transmission) and *Stomoxys nigra* Macquart, 1850 (mechanical transmission). Chemoreceptor morphology, distribution and role are analyzed in relation to sexual differences and intra-, interspecific variations. *G. pallidipes* has a greater number of chemoreceptors than *S. nigra*. Comparisons are made with other *Glossina* spp. and with *Musca domestica*. Globally and by sections, *G. pallidipes* have more chemoreceptors (males: 138.26; females: 135.33) than *S. nigra* (males: 89.85; females: 95.68) but less than *G. m. morsitans* (males: 173.17; females: 168), *G. m. submorsitans* (males: 169.29; females: 169.52) or *G. austeni* (males: 160.58; females: 156.47). The difference in chemoreceptor numbers between males and females within the same species is not significant. Section E of *S. nigra* is better provided with chemoreceptors in both sexes, sections A and F are devoid of them. The distribution of chemoreceptors along the costal vein is limited to sections B, C, D and E, while it is on the whole costal vein in tsetse flies. The possible roles of the chemoreceptors in reproduction, environmental perception and host-finding are discussed.

Key words: *Glossina pallidipes* - *Stomoxys nigra* - *Musca* - Wing - Chemoreceptor - Sense organ.

Resumen

Geoffroy B., Bialota F., Bossy J.P., Ravallec M., D'Amico F., Cuisance D. Quimiorreceptores del ala en *Glossina pallidipes* (Diptera : Glossinidae) y *Stomoxys nigra* (Diptera : Muscidae)

Se llevó a cabo un estudio comparativo de los órganos sensoriales del ala, particularmente los quimiorreceptores, de dos vectores de tripanosomas, *Glossina pallidipes* Austen, 1903 (transmisión cíclica) y *Stomoxys nigra* Macquart, 1850 (transmisión mecánica). La morfología, la localización y el papel se analizan en función del sexo y de las variaciones inter específicas. Se lleva a cabo una comparación con otras especies de glosinas y con *Musca domestica*. Globalmente y por sección respectiva, *G. pallidipes* posee más quimiorreceptores (macho : 138,26 ; hembra : 135,33) que *S. nigra* (macho : 89,85 ; hembra : 95,68), pero menos que *G. m. morsitans* (macho : 173,17 ; hembra : 168), *G. m. submorsitans* (macho : 169,29 ; hembra : 169,52) o *G. austeni* (macho : 160,58 ; hembra : 156,47). Las diferencias en el cantidad de los quimiorreceptores entre machos y hembras en una misma especie no son significativas. En *S. nigra*, la sección E está mejor dotada en quimiorreceptores en los dos sexos y las secciones A y F no están desprovistas. Además de esto, la repartición de las sedas a lo largo de la nervadura costal se limita a las secciones B, C, D y E, mientras que esta repartición se observa sobre toda la longitud del ala en las glosinas. Se aborda el posible papel de los quimiorreceptores.

Palabras clave : *Glossina pallidipes* - *Stomoxys nigra* - *Musca* - Ala - Quimiorreceptor - Organo sensorial.

Intérêt d'un traitement antiparasitaire contre les strongles et les coccidies à l'agnelage de la brebis Djallonké

M.S. Hounzangbe-Adote¹ C. Meyer²

Mots-clés

Ovin - Brebis Djallonké - Anthelminthique - Thérapeutique - Intervalle entre parturitions - *post-partum* - Trouble de la reproduction - Bénin.

Résumé

Trois lots de 14 brebis Djallonké ont été comparés : l'un (lot E) avec un traitement antiparasitaire à la mise bas avec de l'Ivomec® ou du Valbazen® et de l'Amprol®, l'autre (lot T₂) avec trois traitements antiparasitaires classiques avec les mêmes médicaments en fonction des saisons (au début et à la fin de la grande saison des pluies et à la fin de la petite saison des pluies) et le dernier (lot T₁) n'a pas bénéficié de traitement antiparasitaire. La reprise de l'activité sexuelle a eu lieu 71,5 ± 5,4 jours (lot E), 74,5 ± 6,3 j (lot T₂) et 104,3 ± 10,3 j (lot T₁) après la mise bas. Ainsi, les intervalles entre mises bas ont été de 255,7 ± 11,8 j (lot E), 245,9 ± 13,5 j (lot T₂) et 298,2 ± 24 j (lot T₁). Les autres paramètres de l'agnelage sont sensiblement les mêmes dans les trois lots, légèrement meilleurs dans le lot E : prolificité 127-137 p. 100, poids à la naissance 1,2-1,4 kg, gain moyen quotidien (0-90 j) 99-114 g et mortalité 39-48 p. 100. Il pourrait être donc plus rentable économiquement de traiter les brebis contre les parasites internes une seule fois au moment de la mise bas plutôt que trois fois selon les saisons.

INTRODUCTION

Le mouton, animal d'élevage, peut contribuer à résoudre les problèmes de la malnutrition au Bénin. Son cycle de reproduction est relativement court et son régime alimentaire est sans grande exigence. Cependant, on note une faible production ovine dans cette région. Cette faiblesse de la production est due, entre autres, à la mauvaise conduite des élevages. Après une étude du comportement du mouton Djallonké en élevage rationnel, Rombaut (23) a montré que les résultats zootechniques sont satisfaisants dans un élevage encadré.

Chez les moutons, l'intensité des parasitoses gastro-intestinales varie suivant l'âge (22, 30) et le sexe (1, 29). Holmes (13) rapporte qu'il est probable que les performances de reproduction puissent être gravement affectées par une infestation de nématodes gastro-intestinaux. Pandey et coll. (20) ont trouvé que l'élimination des oeufs de strongles ou de larves de protostrongles a suivi une évolution semblable à celles des performances de reproduction ou du taux de mortalité des animaux.

En ce qui concerne la lutte contre les parasites digestifs, il a été montré que lorsque l'on pratique des traitements systématiques en fonction de la saison, un ou même deux traitements ne sont pas suffisants (11). En Côte d'Ivoire, par exemple, trois à quatre inter-

ventions par an sont justifiées pour les élevages intensifs (18). Devant le coût de ces interventions systématiques répétées, des campagnes de prophylaxie médicale à grande échelle ne semblent pas faisables (26). Est-il possible de réduire le nombre de traitements en prenant d'autres critères d'intervention que la saison ?

Par ailleurs, les travaux entrepris de mars 1989 à février 1990 à la Faculté des sciences agronomiques de l'Université nationale du Bénin ont mis en évidence une forte influence de la coccidiose sur la durée de l'ancestrus *post-partum*. Le coefficient de corrélation est significatif, surtout en saison des pluies ($r = 0,93$; $p < 0,001$) où des durées supérieures à 100 jours ont été enregistrées pour des brebis fortement infectées, au lieu de 45 à 65 jours dans les conditions normales (14).

L'objet de cette étude est de préciser l'influence du parasitisme gastro-intestinal sur la durée de l'ancestrus *post-partum* et de déterminer un rythme adéquat de traitement antiparasitaire interne chez la brebis Djallonké.

MATERIEL ET METHODES

Dispositif expérimental

Les brebis Djallonké ont été réparties au hasard en trois lots de 14 brebis (dans chaque lot, 10 âgées de 1 à 3 ans, achetées à la ferme d'Etat de Foun-Foun à Savè et 4 âgées de 2 à 5 ans, provenant de la Faculté des sciences agronomiques) :

- un lot témoin négatif (T₁) sans traitement antiparasitaire interne ;

1. Faculté des sciences agronomiques, Université nationale du Bénin, BP 526, Cotonou, Bénin

2. CIRAD-EMVT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

- un lot témoin (T_2) avec trois traitements antiparasitaires internes par an, en fonction des saisons ;
- un lot expérimental (E) avec un traitement antiparasitaire à la mise bas.

Conduite du troupeau

Alimentation

Les animaux ont été conduits ensemble de 9 h à 15 h sur le même pâturage naturel assez pauvre en fourrage et utilisé alternativement pour d'autres troupeaux, dont des boeufs. C'est pour cela que chaque animal a reçu, selon les saisons, 300 à 500 g par jour d'un complément alimentaire composé de son de blé (30 p. 100), de graine de coton (30 p. 100), de drêche de brasserie (30 p. 100), d'épluchure de manioc, de riz ou de maïs avariés (10 p. 100). Des pierres à lécher, comme apport minéral, ont été mises à la disposition des animaux.

Santé

Tous les animaux ont été vaccinés contre la peste des petits ruminants et le tétanos. Ils ont été soumis à un bain déteigneur avec du Taktic® ou du Butox® tous les 15 jours en saison sèche et une fois par semaine en saison des pluies.

Les brebis du lot T_1 n'ont reçu aucun traitement antiparasitaire interne. Celles du lot T_2 ont été déparasitées avec de l'Ivomec® ou du Valbazen® alternativement comme anthelminthique et avec de l'Amprol® comme anticoccidien suivant le rythme classique de traitement antiparasitaire en fonction des saisons (un traitement au début et à la fin de la grande saison des pluies et un traitement à la fin de la petite saison des pluies). Les brebis du lot E n'ont été déparasitées que lorsqu'elles ont mis bas. Comme les animaux du lot T_2 , ceux du lot E ont été déparasités avec de l'Ivomec® ou du Valbazen® alternativement et avec de l'Amprol®.

Tous les autres traitements ont été administrés aux animaux quel que soit leur lot en fonction des symptômes qui ont été présentés. Quelques problèmes respiratoires ont été traités avec de la Terramycine Longue Action® (TLA). Des cas de fatigue ou d'anémie ont été enrayés par de l'Adécon® ou du Vétocalcium®. Ces problèmes pathologiques se répartissaient de manière assez homogène ($T_1 = 7/14$; $T_2 = 3/14$; $E = 3/14$).

Techniques d'étude

Détection des chaleurs

La détection des chaleurs a été faite par des béliers munis d'un tablier et introduits dans les troupeaux de femelles deux fois par jour : de 7 à 8 h et de 15 à 16 h. Le signe visible des chaleurs est l'acceptation de la monte par la brebis (25).

Coprologie

Pendant la durée de l'anœstrus *post-partum*, des prélèvements coprologiques ont été effectués une fois par semaine chez les brebis qui ont mis bas. Les fèces ont été analysées par la méthode de McMaster modifiée par Mishra (non publié) avec une solution de NaCl à 25 p. 100 comme liquide de flottaison. Ces analyses coprologiques n'ont pris en compte que les coccidies et les strongles (au sens commun, c'est-à-dire les nématodes appartenant aux Strongyloidea). Les travaux antérieurs des auteurs ont révélé dans cette zone la dominance de *Haemonchus contortus* et *Trichostrongylus colubriformis* comme strongles digestifs. Les coccidies rencontrées appartenaient aux espèces *Eimeria intricata*, *E. arloingi*, *E. ovinodalis*, *E. parva* et *E. pallida*. Les Cestodes ont

été très rarement décelés et la solution de flottaison utilisée n'était pas assez dense pour déceler des Trématodes. Aussi, le troupeau étant loin des mares, a-t-il été supposé que les Trématodes ne devaient pas poser de problèmes majeurs.

Pesées

Les animaux adultes ont été pesés une fois par mois, alors que les agneaux l'ont été à la naissance et tous les 15 jours jusqu'à l'âge de 90 jours qui est celui du sevrage.

Analyses des données

Les analyses statistiques des données ont été faites grâce au logiciel SigmaStat (version 1.0) de Jandel Scientific. L'analyse de variance a été faite par "Anova one way". Le degré d'association entre l'excrétion des oeufs de parasites et la durée d'anœstrus *post-partum* a été apprécié par corrélation. La comparaison des pourcentages d'excrétion des oeufs a été faite par la méthode du χ^2 .

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Variation des poids des brebis

Le tableau I indique les poids des brebis en fonction des mises bas. Les poids à la 3^e mise bas n'ont pas été relevés.

TABLEAU I

Poids moyen des brebis en fonction des mises bas (MB) \pm écart-type de la moyenne (kg)

Séries de mise bas	Lot T_1	Lot T_2	Lot E
1 ^{ère} MB	20,3 \pm 1,3 (n=14)	21,8 \pm 1,6 (n=14)	22,2 \pm 2,3 (n=14)
2 ^e MB	20,1 \pm 1,2 (n=11)	20,8 \pm 1,3 (n=13)	21,3 \pm 1,1 (n=13)
3 ^e MB	20,9 \pm 0,87 (n=10)	21,7 \pm 0,95 (n=12)	21,6 \pm 0,7 (n=14)

Les poids dans les trois lots au début de l'essai n'étaient pas parfaitement homogènes, mais les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$). Le lot E était le plus hétérogène à la première mise bas, avec un écart type de la moyenne (ETM) de 2,3. Par contre, au cours de l'étude, le troupeau révéla une homogénéité pondérale plus nette, ce qui diminue encore l'influence possible du poids sur le retour des chaleurs des brebis (16).

Durée de l'anœstrus *post-partum*

Pendant la durée de l'étude, chaque brebis, quel que soit le lot, a mis bas deux ou trois fois (figure 1) :

- la première série de mises bas a eu lieu d'août à septembre 1992, au cours de la petite saison sèche ;
- la deuxième série s'est étalée de mai à août 1993, pendant la grande saison des pluies ;
- la troisième série a débuté en décembre 1993, au début de la grande saison sèche.

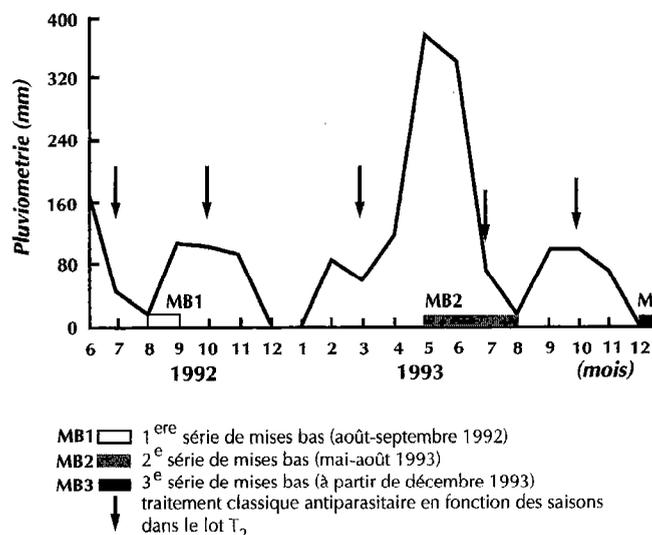


Figure 1 : répartition des agnelages.

En mai 1994, au moment où cette étude a été arrêtée, certaines brebis étaient encore gestantes. Sur les 104 mises bas, 79 retours de chaleur, soit un pourcentage de 76 p. 100, ont été détectés.

Les pourcentages de retour de chaleur après les trois séries de mises bas étaient comparables dans les lots T₂ et E (78 et 84 p. 100), et supérieurs à celui du lot T₁ (64 p. 100). De plus, ces pourcentages diminuaient en fonction du rang de mise bas (92 p. 100 à la première mise bas, 75 p. 100 à la seconde et 58 p. 100 à la troisième). Cette diminution pourrait s'expliquer par le fait que "l'effet bélier", pour stimuler ou regrouper la reprise de l'activité sexuelle (8), n'a plus été observé, la présence des béliers étant devenue régulière pendant les expériences. Cependant, l'absence de retour des chaleurs chez certaines brebis (21 p. 100) traduit une stérilité secondaire plus marquée, surtout dans le lot T₁ (36 p. 100). Cette stérilité secondaire a été de plus en plus sensible vers la fin de l'étude et le nombre de brebis mettant bas décrût. Mais il faut signaler qu'à la troisième mise bas certaines brebis, revenues en chaleurs après l'arrêt des travaux, n'ont pas pu être prises en compte.

Chez les brebis qui ont repris leur activité sexuelle, la durée de l'œstrus *post-partum* calculée était de $80,0 \pm 4,2$ jours. Cette durée variait en fonction des lots et de la série de mise bas (tableau II). Comme le montre la figure 2, la proportion des brebis qui ont manifesté des signes de chaleur atteignait les 100 p. 100 dans les lots T₂ et E vers 150 jours, alors que ce maximum n'était atteint que 30 jours plus tard dans le lot T₁.

Pour l'ensemble des mises bas, il n'existe pas de différence significative entre la durée de l'œstrus *post-partum* dans les lots T₂ et E ($p > 0,05$). Mais la différence est significative ($p < 0,01$) entre ces deux lots et le lot T₁. Les différences individuelles sont aussi plus importantes dans le lot T₁.

On note un coefficient de variation de l'ordre de 30 à 50 p. 100 dans tous les lots et quelle que soit la série de mises bas. La variabilité est donc la même dans les trois lots, ce qui montre que les résultats dans les lots sont bien comparables.

La plupart des valeurs sont comprises entre 30 et 90 jours quel que soit le lot. Malgré la distribution symétrique, on note tout de même un léger étalement dû aux durées d'œstrus *post-partum* plus longues dans le lot T₁ que dans les autres lots.

En Côte d'Ivoire, la reprise de l'activité sexuelle *post-partum* de 31 brebis Djallonké, détectée par les premières valeurs élevées de

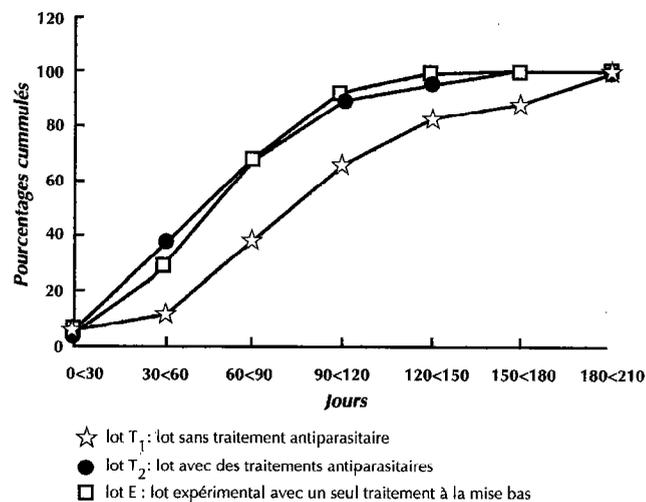


Figure 2 : reprise de l'activité ovarienne (selon la détection des chaleurs).

progesterone plasmatique, a été notée dès $53,4 \pm 18,4$ j après des agnelages de saison des pluies en juillet-août (15), c'est-à-dire encore plus tôt que dans cet essai. Cette différence serait due aux chaleurs silencieuses. Selon Shirar et coll. (24), les ovulations se produisent tôt après la mise bas, mais les signes d'œstrus ne sont observables qu'aux autres ovulations. Cette longue durée s'expli-

TABLEAU II

Durées moyennes de l'œstrus *post-partum*, de l'intervalle entre mises bas \pm écart-type de la moyenne, taux de fertilité et productivité selon les lots

	Lot T ₁	Lot T ₂	Lot E
Anœstrus <i>post-partum</i> (j)			
1ère MB	$109,2 \pm 12,4$ (n=9)	$84,1 \pm 10,9$ (n=13)	$70,4 \pm 8,3$ (n=13)
2e MB	$108,5 \pm 24,2$ (n=6)	$83,2 \pm 9,5$ (n=9)	$71,6 \pm 11$ (n=12)
3e MB	$81,0 \pm 18,7$ (n=3)	$50,2 \pm 8,2$ (n=8)	$73,4 \pm 8,1$ (n=7)
Intervalles entre mises bas (j)			
1ère et 2e MB	$281,4 \pm 17,3$ (n=9)	$248,8 \pm 15,2$ (n=12)	$277,4 \pm 16,9$ (n=13)
2e et 3e MB	$316,8 \pm 49,9$ (n=8)	$243,1 \pm 24,4$ (n=12)	$230,2 \pm 13$ (n=11)
Taux de fertilité (%)			
1ère MB	78	93	100
2e MB	92	92	100
3e MB	76	92	100
Productivité			
agneaux sevrés par brebis (%)	47,5 (n=40)	72,5 (n=40)	73 (n=41)

MB = mise bas

querait aussi par la durée de la lactation, 90 jours, au lieu de 28 à 45 jours observé par Boly et coll. (5) qui ont montré que l'ancestrus *post-partum* est lié à la durée de l'allaitement.

La durée moyenne de l'ancestrus *post-partum* est plus longue dans le lot E que dans le lot T₂ à la 3^e série de mises bas, car la plupart des brebis du lot E n'ont plus été déparasitées après cette mise bas. Cela laisse supposer que l'effet du traitement antiparasitaire sur la reprise de l'activité sexuelle après la mise bas est bien réel.

Intervalle entre les mises bas

L'intervalle moyen entre les mises bas enregistré est évalué à 268,6 ± 9,1 j, ce qui est sensiblement égal aux 270 j entre deux mises bas conseillés par Rombaut (23) dans un élevage encadré.

Dans le troupeau étudié, cet intervalle, compris entre 150 et 510 j, varie suivant les lots (tableau II). Les intervalles les plus longs sont enregistrés dans le lot T₁. Toutefois, aucune différence significative n'a été enregistrée ($p > 0,05$) en comparant les valeurs moyennes des intervalles entre les mises bas dans les différents lots. Les différences entre les valeurs sont comparables à celles qui existent entre les durées d'ancestrus *post-partum* dans les différents lots. Les différences individuelles sont importantes dans les trois lots. La plupart des valeurs se situent entre 200 et 300 jours.

L'intervalle entre deux mises bas est la somme de la durée de l'ancestrus *post-partum* et de celles de la gestation et du retard de fécondation. Ce dernier dans notre troupeau est estimé à 39,6 j, soit deux saillies non fécondantes après le retour de chaleur si l'on considère que le cycle œstral de la brebis dure 17 j. Ce retard varie aussi selon les lots (lot T₁ : 43,9 j ; lot T₂ : 21,4 j et lot E : 34,2 j).

Le retard de fécondation enregistré dans le lot E est dû au fait que des brebis ayant une durée d'ancestrus courte n'ont pas été saillies. C'est pourquoi il y a dans ce lot une saillie non fécondante en moyenne comme dans le lot T₂, alors que trois saillies non fécondantes ont été enregistrées dans le lot T₁.

Dans le lot T₁, les 10 brebis venues de la ferme d'Etat ont eu plus de problèmes de reproduction que les 4 autres malgré leur bon état général. Ceci laisse à penser à une auto guérison (3, 4) ou à une résistance au parasitisme acquise par les brebis issues de la faculté qui n'étaient pas déparasitées régulièrement, et semble correspondre à la théorie selon laquelle certains animaux développent une protection contre les parasites gastro-intestinaux (6, 12, 17, 28).

Autres paramètres de reproduction

Fertilité

Le taux de fertilité (tableau II) est le rapport entre le nombre de femelles gestantes et le nombre de femelles mises à la reproduction. On constate que la fertilité est assez bonne dans les trois lots. Mais la même tendance que pour les autres paramètres, à savoir une meilleure performance dans le lot expérimental et les plus mauvaises valeurs dans le lot témoin négatif (T₁) se retrouve également ici. Le pourcentage de fertilité de 100 p. 100 dans le lot E s'expliquerait par le fait que certaines chaleurs (1 ou 2 brebis) ont échappé au contrôle.

Le taux d'avortement est de l'ordre de 7 p. 100 pour tout le troupeau, avec 10 p. 100 dans le lot T₁, 5 p. 100 dans le lot T₂ et 7 p. 100 dans le lot E.

Résultats d'agnelage

Les caractéristiques de l'agnelage, la prolificité 127-137 p. 100, le poids à la naissance 1,2-1,4 kg, le gain moyen quotidien 99-114 g

et la mortalité 39-48 p. 100, sont sensiblement les mêmes dans les trois lots, avec toutefois une meilleure performance dans le lot E, où le plus de naissances gémeillaires a aussi été enregistré (34 p. 100).

Les résultats zootechniques enregistrés au cours de ces travaux sont comparables à ceux enregistrés par Peyre de Fabrègues (21) de 1990 à 1992 (prolificité 113-130 p. 100, poids à la naissance 1,8-2,1 kg, intervalle entre mise bas 254 jours) dans la ferme d'Etat de Savè (même origine qu'un grand nombre des animaux de cette étude).

Productivité

Que ce soit la productivité numérique à la naissance ou au sevrage, la tendance est la même. Les pourcentages d'agneaux nés par brebis mises à la reproduction sont supérieurs à 100 pour les lots E et T₂ et inférieurs à 100 pour le lot T₁. On constate que la productivité est nettement plus faible dans le lot T₁ ($p > 0,05$) et qu'elle est sensiblement la même dans les lots T₂ et E (tableau II). Il est alors permis de constater que le lot expérimental est plus rentable économiquement dans la mesure où pour moins de dépense, on obtient le même rendement que dans le lot T₂. Dans les élevages rationnels avec un rythme de reproduction de trois mises bas en deux ans on économise le prix de deux ou trois traitements antiparasitaires. La différence est d'autant plus significative que le troupeau est grand.

Parasitisme gastro-intestinal

Le nombre de coproscopies effectué par brebis varie selon la durée de son ancestrus *post-partum* car les prélèvements ont été faits à un rythme hebdomadaire de la mise bas à la manifestation des premiers signes de chaleur pour chaque brebis. Pour les analyses statistiques, seules les coproscopies qui ont révélé la présence d'œufs de coccidies ou de strongles ont été considérées (tableau III).

Strongylose

Il apparaît que le taux de strongles est assez important (entre 500 et 1 000 OPG) dans les trois lots. Le lot T₁ est nettement plus parasité ($p = 0,02$) que les deux autres. Cette différence est encore plus significative ($p = 0,002$) à la deuxième mise bas. La charge parasitaire reste sensiblement la même dans les lots T₂ et E ($p > 0,05$).

Coccidiose

En ce qui concerne l'excrétion d'ookystes, la différence est très significative ($p < 0,001$) entre le lot T₁ et les autres lots. Les lots déparasités ont une infestation moyenne. Ils ne présentent pas de différence significative ($p > 0,05$). Cette importante infestation par les strongles et par les coccidies serait liée à l'état physiologique des brebis. En effet, des excréments élevés d'œufs de nématodes ont été constatés par Van Geldorp et Van Veen (27) au Nord du Nigeria et dans la plaine d'Accra au Ghana par Okon (19) chez des brebis après la parturition, bien qu'aucune de ces régions ne soit située en zone humide. D'autres auteurs ont mis en évidence une augmentation de l'excrétion d'œufs de parasites à la mise bas (9, 10).

Le tableau IV indique le taux d'infestation 4 à 8 semaines après la mise bas, taux élevé qui pourrait être dû à une réduction de l'immunocompétence liée à la libération d'hormones lactogènes chez les brebis allaitantes.

On peut constater que les variations sont plus nettes à la deuxième série de mises bas. L'infestation dans le lot T₁ est plus élevée ($p < 0,05$). Ce taux élevé de parasitisme semble influencer la durée

TABLEAU III

Taux d'excrétion des oeufs ou ookystes de parasites et pourcentage de positifs selon les lots

	Lot T ₁	Lot T ₂	Lot E
Strongles digestifs			
Taux d'excrétion moyens *			
1 ^{ère} MB	112 (n=147)	115 (n=148)	102 (n=138)
2 ^e MB	73 (n=96)	85 (n=113)	45 (n=127)
Strongles digestifs			
% positifs			
1 ^{ère} MB	76 (n=147)	74 (n=148)	74 (n=138)
2 ^e MB	76 (n=96)	75 (n=113)	35 (n=127)
Coccidies			
Taux d'excrétion moyens *			
1 ^{ère} MB	100 (n=147)	110 (n=148)	105 (n=138)
2 ^e MB	70 (n=96)	85 (n=113)	64 (n=127)
Coccidies			
% positifs			
1 ^{ère} MB	68 (n=147)	74 (n=148)	76 (n=138)
2 ^e MB	73 (n=96)	75 (n=113)	50 (n=127)
Infestation strongylienne			
moyenne ± ETM *			
1 ^{ère} MB	674 ± 256 (n=9)	736 ± 103 (n=12)	518 ± 90 (n=13)
2 ^e MB	1 274 ± 346 (n=6)	602 ± 153 (n=9)	380 ± 68 (n=12)
Infestation coccidienne			
moyenne ± ETM *			
1 ^{ère} MB	1 491 ± 594 (n=9)	483 ± 105 (n=12)	228 ± 34 (n=13)
2 ^e MB	1 038 ± 210 (n=6)	277 ± 39 (n=9)	373 ± 80 (n=12)

ETM = écart-type de la moyenne

MB = mise bas

* en OPG = oeufs ou ookystes par gramme

de l'anœstrus *post-partum*. L'étude de la régression révèle une liaison entre la durée de l'anœstrus *post-partum* et le parasitisme ($r = 0,74$; $p < 0,0001$). Cependant, c'est l'influence des strongles qui semble dominer ($p < 0,0001$).

TABLEAU IV

Infestation parasitaire moyenne 4 à 8 semaines après la mise bas en fonction des lots ± écart-type de la moyenne

	Lot T ₁	Lot T ₂	Lot E
Effectifs			
1 ^{ère} MB	11	13	13
2 ^e MB	10	12	14
Coccidies *			
1 ^{ère} MB	1 083 ± 370	983 ± 448	1 045 ± 366
2 ^e MB	1 258 ± 496	265 ± 120	364 ± 204
Strongles *			
1 ^{ère} MB	1 327 ± 674	872 ± 226	663 ± 287
2 ^e MB	1 187 ± 594	456 ± 237	445 ± 182

MB = mise bas

* en OPG = oeufs ou ookystes par gramme

Malgré l'effectif réduit de ce troupeau et la difficulté de l'interprétation des résultats de coproscopie, les auteurs suggèrent d'effectuer un traitement antiparasitaire au moment de la mise bas chez la brebis Djallonké. Charray et coll. (7) ont noté aussi une augmentation *post-partum* de l'expulsion des oeufs de parasites et une influence sensible de l'infestation sur la durée de l'anœstrus *post-partum*. De même Adeoye (2) affirme qu'un traitement vermifuge améliore les performances des petits ruminants. Selon la synthèse bibliographique de Watson (28), l'immunité à médiation cellulaire est inhibée chez les brebis infestées par *Haemonchus contortus*, ce qui coïncide avec l'augmentation de l'OPG et de la charge en parasites.

CONCLUSION

Il ressort de cet essai, que le lot témoin négatif (T₁) sans traitement antiparasitaire interne est en général moins performant que les autres lots : la durée d'anœstrus est plus longue ce qui entraîne un intervalle plus long entre deux mises bas ; le parasitisme est plus élevé. Les lots T₂ (déparasité en fonction des saisons) et E (expérimental, avec des déparasitages à la mise bas) ont des performances presque identiques, légèrement meilleures dans le lot E. Celui-ci a une productivité plus grande avec une durée d'anœstrus plus courte, donc des intervalles plus courts entre deux mises bas. Il a une meilleure fertilité suivie d'une prolificité intéressante. Le taux d'infestation est assez important dans les trois lots car la réinfestation est assez rapide.

Le parasitisme a des répercussions sur la reproduction. Cette étude a montré que le rythme de traitement antiparasitaire en fonction des mises bas et non pas en fonction des saisons chez les brebis pouvait maintenir ou améliorer les performances zootechniques dans un troupeau d'ovins Djallonké. Cette conclusion est économiquement intéressante car elle autorise à effectuer un seul traitement antiparasitaire par mise bas au lieu de trois par an, avec des productions comparables.

Même si les données de parasitologie ne sont pas suffisantes pour interpréter correctement l'effet du traitement antiparasitaire, il

n'en demeure pas moins vrai que les résultats globaux (productivité numérique) sont suffisamment nets pour envisager un essai plus large en milieu naturel à plus grande échelle, avec des effectifs plus importants en vue de confirmer ces résultats avant de vulgariser un seul traitement antiparasitaire à la mise bas. Il peut être aussi intéressant de regrouper les mises bas, par exemple en utilisant l'effet bélier, afin de limiter le nombre des interventions à réaliser.

Remerciements

Ces travaux ont été financés par le programme d'appui aux chercheurs africains associés au CIRAD, 3^e phase. Nous désirons remercier Monsieur P. Girard pour ses conseils et sa participation à l'analyse des résultats.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS D.B., ANDERSON B.H., WINDON R.G., 1989. Cross-immunity between *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. *Int. J. Parasit.*, **19**: 717-722.
- ADEOYE S.A., 1984. Diseases profiles of sheep and goats in groups of villages in Southwest Nigeria. In: Proc. of the workshop on small ruminant production systems in the humid zone of West Africa, Ibadan, Nigeria, 23-26 January 1984, p. 13-16.
- ARMOUR J., 1980. The epidemiology of helminth disease in farm animals. *Vet. Parasit.*, **6**: 7-46.
- ASANJI M.F., WILLIAMS M.O., 1987. Variables affecting the population dynamics of gastrointestinal helminth parasites of small farm ruminants in Sierra Leone. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **35** (4): 308-313.
- BOLY H., KOU BAYE A., VIGUIER-MARTINEZ M.C., YENIKOYE A., 1993. Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** (4): 631-636.
- BRUNDSON R.V., 1980. Principles of helminth control. *Vet. Parasit.*, **6**: 185-215.
- CHARRAY J., AMAN N., TANO H., 1984. Trois années d'observations du parasitisme gastro-intestinal de la brebis naine d'Afrique de l'Ouest en région centre de la Côte d'Ivoire. Bouaké, Côte d'Ivoire, CRZ. (Note technique n° 11/84)
- CHEMINEAU P., MAHIEU M., VARO H., SHITALOU E., JEGO Y., GRUDE A., THIMONIER J., 1991. Reproduction des ovins et caprins Créoles de Guadeloupe et de Martinique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* (n° spécial): 45-50.
- COURTNEY C.H., GESSNER R., SHOLZ S.R., LOGGINS P.E., 1986. The periparturient rise in fecal egg counts in three strains of Florida native ewes and its value in predicting resistance of lambs to *Haemonchus contortus*. *Int. J. Parasit.*, **16** (3): 185-189.
- COURTNEY C.H., PARKER C.F., MCCLURE K.E., HERD R.P., 1984. A comparison of the periparturient rise in fecal egg counts of exotic and domestic ewes. *Int. J. Parasit.*, **14**: 377-381.
- FABIYI J.P., 1973. Seasonal fluctuations of nematode infestations in goats in the savannah belt of Nigeria. *Bull. Epizoot. Afr.*, **21** (3): 139-143.
- GIBSON T.E., 1980. Factors influencing the application of anthelmintics in practice. *Vet. Parasitol.*, **6**: 241-254.
- HOLMES P.H., 1985. Pathogenesis of trychostrongylosis. *Vet. Parasitol.*, **18**: 89-101.
- HOUNZANGBE A.M.S., 1991. Influences du parasitisme gastro-intestinal sur la durée de l'œstrus *post-partum* chez la brebis Djallonké infestée. In: 2^e conférence bisannuelle du réseau africain de recherche sur les petits ruminants, Nairobi, Kenya, 10-15 décembre 1990. Addis-Abeba, Ethiopie, ILCA- RARPR, 659 p.
- MEYER C., TOURE G., 1992. Reprise de l'activité sexuelle *post-partum* chez la brebis Djallonké. In: 7^e Conférence internationale des instituts de médecine vétérinaire tropicale, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, septembre 1992, vol. 2. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, p. 739.
- MEYER C., YESSO P., TOURE G., 1991. Reprise de l'activité sexuelle *post-partum* chez la brebis Djallonké. Bouaké, Côte d'Ivoire, IDESSA, Département Elevage, p. 13-14. (Rapport annuel du programme Reproduction, Ovins).
- N'DEPO E.A., 1980. Parasitisme du mouton en Côte d'Ivoire. In: Séminaire de la production animale, Abidjan, Côte d'Ivoire, 22-24 avril 1980, 8 p.
- N'DEPO E.A., 1988. Helminthoses digestives du mouton en Côte d'Ivoire. In: Premières journées vétérinaires africaines, 31 mai-2 juin 1987, Hammamet, Tunisie. Paris, France, OIE, p. 3-16.
- OKON E.D., 1975. Trichuris infection in Nigeria goats. *J. Niger. vet. med. Assoc.*, **3**: 17-20.
- PANDEY V.S., CABARET J., FIKRI A., 1984. The effect of strategic anthelmintic treatment on the breeding performance and survival of ewes naturally infected with gastro-intestinal strongyles and protostrongylids. *Ann. Rech. vet.*, **15** (4): 491-496.
- PEYRE DE FABREGUES F., 1993. Ferme de sélection ovine Djallonké de Foun-Foun (Savè): Fonctionnement et résultats zootechniques. Foun-Foun, Savè, Bénin, p. 22-25. (Projet promotion de l'élevage ovin dans le Zou (Bénin) - Rapport du programme)
- RIFFKIN G.G., DOBSON C., 1979. Predicting resistance of sheep to *Haemonchus contortus* infections. *Vet. Parasitol.*, **5**: 365-378.
- ROMBAUT D., 1980. Comportement du mouton Djallonké en élevage rationnel. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33**: 427-439.
- SCHIRAR A., COGNIE Y., LOUAULT F., POULIN N., MEUSNIER C., LEVASSEUR M.C., MARTINET J., 1990. Resumption of gonadotrophin release during the *post-partum* period in suckling and non-suckling ewes. *Reprod. Fertil.*, **88**: 593-604.
- THIMONIER J., MAULEON P., 1969. Variations saisonnières du comportement d'œstrus et des activités ovariennes et hypophysaires chez les ovins. *Ann. Biol. anim., Biochim., Biophys.*, **9**: 233-250.
- THYS E., VERCRUYSSSE J., 1990. Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d'Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** (2): 187-191.
- VAN GELDORP P.J.A., VAN VEEN T.W.S., 1976. Periparturient rise in fecal helminth egg counts on Udah sheep in the Zaria area of Nigeria. *Vet. Parasitol.*, **1**: 265-269.
- WATSON T.G., 1986. Immunity to gastrointestinal nematode parasites in domestic stock with particular reference to sheep: A review. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **46**: 15-22.
- WINDSON R.G., DINEEN J.K., GREGG P., GRIFFITHS D.A., 1984. The role of thresholds in the response of lambs to vaccination with irradiated *Trichostrongylus colubriformis* larvae. *Int. J. Parasitol.*, **14**: 423-428.
- WOOLASTON R.R., 1992. Selection of Merino for increased and decreased resistance to *Haemonchus contortus*: periparturient effects on fecal egg counts. *Int. J. Parasit.*, **22** (7): 947-953.

Reçu le 4.4.95, accepté le 19.9.96

Summary

Hounzangbe-Adote M.S., Meyer C. Advantages of antiparasitic treatments of Djallonke ewes at lambing

Three groups of 14 Djallonke ewes each have been compared: group E received one antiparasitic treatment with Ivermectin®, or Valbazen® and Amprol® at lambing, group T₂ received three classical antiparasitic treatments with the same drugs according to the seasons (at the beginning and at the end of the long rainy season, and at the end of the short rainy season) group T₁ remained untreated. The onset of sexual activity occurred 71.5 ± 5.4 days (lot E), 74.5 ± 6.3 (lot T₂) and 104.3 ± 10.3 (lot T₁) after lambing. So, intervals between lambings were 255.7 ± 11.8 (lot E), 245.9 ± 13.5 (lot T₂) and 298.2 ± 24 (lot T₁). Lambing other characteristics were almost the same in the three groups: prolificacy 127-137 %, weight at birth 1.2-1.4 kg, daily weight gains (0-90 days) 99-114 g and mortality 39-48 %. It seems economically more profitable to treat against internal parasites once at lambing rather than three times a year according to the seasons.

Key words: Sheep - Djallonke ewe - Anthelmintic - Therapy - Parturition interval - *Post-partum* - Reproductive disorder - Benin.

Resumen

Hounzangbe-Adote M.S., Meyer C. Interés del tratamiento antiparasitario contra los estróngilos y las coccidias en los corderos de la oveja Djallonke

Se compararon tres lotes de 14 ovejas Djallonke : un lote (lote E) con un tratamiento antiparasitario en el momento del parto con Ivomec® o Valbazen® y con Amprol®; el otro (lote T₂) con tres tratamientos antiparasitarios clásicos con los mismos medicamentos, en función de las estaciones (inicio y final de la gran estación lluviosa y al final de la pequeña estación lluviosa y el último lote (lote T₁) no benefició de ningún tratamiento antiparasitario. El inicio de la actividad sexual se llevó a cabo $71,5 \pm 5,4$ días (lote E), $74,5 \pm 6,3$ días (lote T₂) y $104,3 \pm 10,3$ días (lote T₁) después del parto. Los intervalos entre parto fueron de $255,7 \pm 11,8$ días (lote E), $245,9 \pm 13,5$ (lote T₂) y de $298,2 \pm 24$ días (lote T₁). Los otros parámetros del parto son sensiblemente los mismos en los tres grupos, ligeramente mejores en el lote E : prolificidad de 127-137 p. 100, peso al nacimiento de 1,2-1,4 kg, ganancia diaria promedio (0 a 90 días) de 99-114 g y mortalidad de 39 a 48 p. 100. De manera que podría ser más rentable tratar las ovejas contra los parásitos internos una sola vez al momento del parto, en vez de tres veces según las estaciones.

Palabras clave : Ovino - Oveja Djallonke - Antihelmintico - Terapia - Intervalo entre partos - *Post-partum* - Trastorno de la reproducción - Benin.

Composition chimique et dégradabilité enzymatique et *in vitro* d'espèces ligneuses arbustives utilisables par les ruminants dans les parcours extensifs de la Nouvelle-Calédonie. II. Equations de prédiction de la dégradabilité enzymatique et *in vitro* de la matière organique et des matières azotées

C. Corniaux¹ H. Guerin² H. Steingass³

■ RESSOURCES ALIMENTAIRES

Mots-clés

Plante ligneuse - Valeur nutritive - Analyse statistique - Composition chimique - Digestibilité - Matière organique - Matière azotée digestible - Ruminant - Parcours - Nouvelle-Calédonie.

Résumé

En Nouvelle-Calédonie, comme dans de nombreux autres pays, il n'est pas envisageable à court terme de mettre en œuvre toutes les méthodes d'évaluation des fourrages. Par ailleurs, la valeur alimentaire des arbustes fourragers est relativement méconnue comparativement à celle des herbacées. Aussi cette étude établit-elle des équations de prédiction de quelques facteurs liés à la valeur nutritive des ligneux tropicaux récoltés sur les zones de parcours néo-calédoniens. Il s'agit, d'une part de critères déterminés par les méthodes enzymatiques : dégradabilité enzymatique de la matière organique (SMO) et des matières azotées dégradées par la pronase (MApro) ; et, d'autre part, par la méthode *in vitro* : dégradabilité *in vitro* de la matière organique (dMOgt) et des matières azotées (MAgt) par la méthode de production des gaz. Cette étude montre notamment la difficulté de déterminer ces équations à partir de critères chimiques simples (MAT, NDF, ADF) couramment utilisés pour les espèces herbacées. Leur teneur généralement élevée en lignines, la distribution de leurs matières azotées partiellement bloquées au niveau des parois indigestibles et la présence de tanins rendent nécessaire l'emploi de critères chimiques tels qu'ADL, MAadf et MAnadf (matières azotées liées ou non à l'ADF) dans le cas des arbres et arbustes fourragers. La précision des équations est néanmoins acceptable notamment pour la dMOgt et pour la famille des Fabacées. En revanche, les équations ne sont pas applicables pour MApro (sauf pour les Fabacées).

■ INTRODUCTION

Les ligneux fourragers des zones tropicales jouent un rôle important dans l'élevage des ruminants, notamment pendant la saison sèche. C'est pourquoi le choix des espèces à exploiter, qui repose souvent sur des critères agronomiques (productivité, fixation

d'azote, limitation de l'érosion, résistance à la sécheresse), se fait également sur leur valeur alimentaire. Mais cette dernière est méconnue aujourd'hui comparativement à celles des espèces herbacées. En conséquence, il existe très peu d'équations de prédiction de critères synthétiques de la valeur énergétique et azotée des arbustes fourragers (2, 12).

En Nouvelle-Calédonie, comme dans la plupart des pays de la région Pacifique (Australie, Indonésie), la régression du *Leucaena leucocephala*, largement utilisé dans les systèmes d'alimentation des ruminants en saison sèche (20), a conduit les auteurs à compléter la gamme des espèces ligneuses à tester par des espèces lo-

1. CIRAD-Elevage, Port Laguerre, BP 186 Nouméa, Nouvelle Calédonie

2. CIRAD-EMVT, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier, France

3. Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim, Allemagne

cales, identifiées soit comme étant appréciées couramment ou accidentellement par le bétail domestique ou sauvage, soit appartenant aux familles de Légumineuses fixatrices d'azote. Les premiers travaux (8, 9, 10) ont permis d'établir une typologie de 45 arbres ou arbustes répondant à ces critères et basée sur leur composition chimique et sur leurs digestibilités enzymatiques ou *in vitro*.

A partir des nombreuses analyses réalisées lors de ces travaux, l'étude présentée ici vise à proposer des équations de prédiction de différents critères liés à la valeur nutritive des arbustes fourragers. Elles faciliteront leur évaluation à partir de critères simples mesurés en laboratoire.

■ MATERIEL ET METHODES

Les ligneux fourragers

Quarante cinq échantillons d'organes d'espèces ligneuses arbustives ont été récoltés en juillet et en août 1993 (9). Ils étaient principalement constitués de feuilles et de tiges non chlorophylliennes et parfois de fleurs ou de fruits (10). La collecte a été effectuée dans le sud de la Nouvelle-Calédonie (Païta), sur la côte Ouest et la côte Est ainsi que sur les îles Loyauté. Les échantillons ont été placés à l'étuve en sachet papier pendant 72 h à 70°C.

Les mesures

Les laboratoires d'analyse

Trois laboratoires ont analysé les échantillons ; le premier en Nouvelle-Calédonie (Laboratoire d'analyse des aliments du bétail, noté LAAB), le second en France (Laboratoire d'alimentation CIRAD-EMVT de Maisons-Alfort), le troisième en Allemagne (Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim).

Les analyses

Les principales méthodes d'analyses chimiques sont celles classiquement appliquées aux aliments du bétail et décrites par l'AFNOR (1) ou le BIPEA (5). Les références des autres méthodes sont indiquées ci-dessous.

Les critères chimiques mesurés sont :

- matière sèche, notée MS (p. 100 de la matière fraîche)
- matières minérales, notées MM (p. 100 MS)
- matières azotées totales, notées MAT (p. 100 MS)
- matières grasses, notées MG (p. 100 MS)
- cellulose brute, notée CB (p. 100 MS)
- neutral detergent fiber, noté NDF (p. 100 MS) (23)
- acid detergent fiber, noté ADF (p. 100 MS) (23)
- acid detergent lignin, noté ADL (p. 100 MS) (23)
- MAadf : matières azotées liées à l'ADF (p. 100 MS) (16). Par différence aux MAT, on obtient les matières azotées non liées à l'ADF, notées MANadf
- les teneurs en tanins précipitants (p. 100 MS), notés tanpt (11)
- les teneurs en tanins condensés (p. 100 MS), notés tanc (19).

Les critères enzymatiques mesurés sont :

- la dégradabilité enzymatique de la matière organique par la pepsine cellulase, notée SMO (p. 100 MS) (4)
- la dégradabilité des matières azotées par la pronase après une heure d'incubation, notée DE1 (p. 100 MAT) (6). On obtient ainsi

les teneurs en matières azotées dégradées par la pronase, notées MApro (p. 100 MS).

Les critères de dégradabilité *in vitro* mesurés sont :

- la production de gaz mesurée lors du *gastest* de Hohenheim à partir de laquelle est estimée la digestibilité de la matière organique, notée dMOgt (p. 100 MS) (17) ainsi que les matières azotées dégradées *in vitro*, notées MAGt.

L'ensemble de ces critères mesurés ou estimés seront testés pour déterminer les équations de prédiction dans l'analyse statistique.

L'analyse statistique

Il n'est pas toujours possible de mettre en œuvre toutes les méthodes d'évaluation de la valeur nutritive des fourrages. C'est le cas en Nouvelle-Calédonie, au moins à court terme, pour les méthodes *in vitro* de détermination de la dégradabilité de la matière organique et des matières azotées.

Aussi, à partir des critères chimiques seuls, des équations de régression ont d'abord été établies pour prédire des critères enzymatiques :

- SMO : facteur de la valeur énergétique des fourrages
- MApro : facteur de la valeur azotée des fourrages.

Puis, à partir des critères chimiques et enzymatiques, des équations de régression ont été établies pour prédire des critères *in vitro* :

- dMOgt : facteur de la valeur énergétique des fourrages
- MAGt : facteur de la valeur azotée des fourrages.

Actuellement, ce sont ces critères qui expriment le mieux la valeur nutritive des arbustes fourragers (2, 12).

Les équations de régression, établies en *stepwise* sur SPSS (21), ont été calculées pour chacune de ces quatre variables sur :

- l'ensemble des ligneux fourragers (soit 45 espèces)
- les Légumineuses (soit 30 espèces)
- les Mimosacées (soit 18 espèces)
- les Fabacées (soit 9 espèces)
- les non-Légumineuses (soit 15 espèces).

■ RESULTATS

Prédiction de la SMO (tableau I)

Les équations de prédiction de la dégradabilité enzymatique à la pepsine cellulase de la matière organique sont relativement fiables ($R^2 \geq 0,78$; CVr de l'ordre de 10 p. 100), notamment pour les Légumineuses. Il faut noter que, à l'instar des fourrages herbacés, le critère NDF n'est pas suffisant pour prédire correctement la SMO des arbustes fourragers (figure 1).

Prédiction de la dMOgt

Afin de faciliter la comparaison entre les résultats obtenus dans cette étude et ceux d'Arbelot (2), ses équations de prédiction de la dMOgt sont également présentées dans le tableau II. Cette comparaison sera analysée dans la partie Discussion de cet article.

TABLEAU I

**Prédiction de la dégradabilité enzymatique de la matière organique (SMO - p. 100 MS)
en fonction de critères chimiques pour quelques familles de fourrages ligneux**

Echantillons (nb. individus)	SMO p. 100 MS moyenne (ET)	Equations de régression (p. 100 MS)
Total (45)	50,3 (13,2)	$104,79 - 0,83 \text{ NDF} - 0,55 \text{ ADL} - 7,86 \text{ tanc}$ $R^2 = 0,78 ; \text{ETR} = 6,4$
Mimosacées (18)	47,6 (10,2)	$70,90 - 1,21 \text{ ADL}$ $R^2 = 0,79 ; \text{ETR} = 4,8$
Fabacées (9)	51,5 (17,4)	$94,00 - 1,16 \text{ ADF}$ $R^2 = 0,90 ; \text{ETR} = 5,9$
Légumineuses (30)	48,9 (12,8)	$66,11 + 0,78 \text{ MAnadF} - 0,80 \text{ ADF}$ $R^2 = 0,92 ; \text{ETR} = 3,0$
non-Lég. (15)	53,6 (14,0)	$131,18 - 1,53 \text{ NDF} - 29,64 \text{ tanc}$ $R^2 = 0,79 ; \text{ETR} = 5,7$

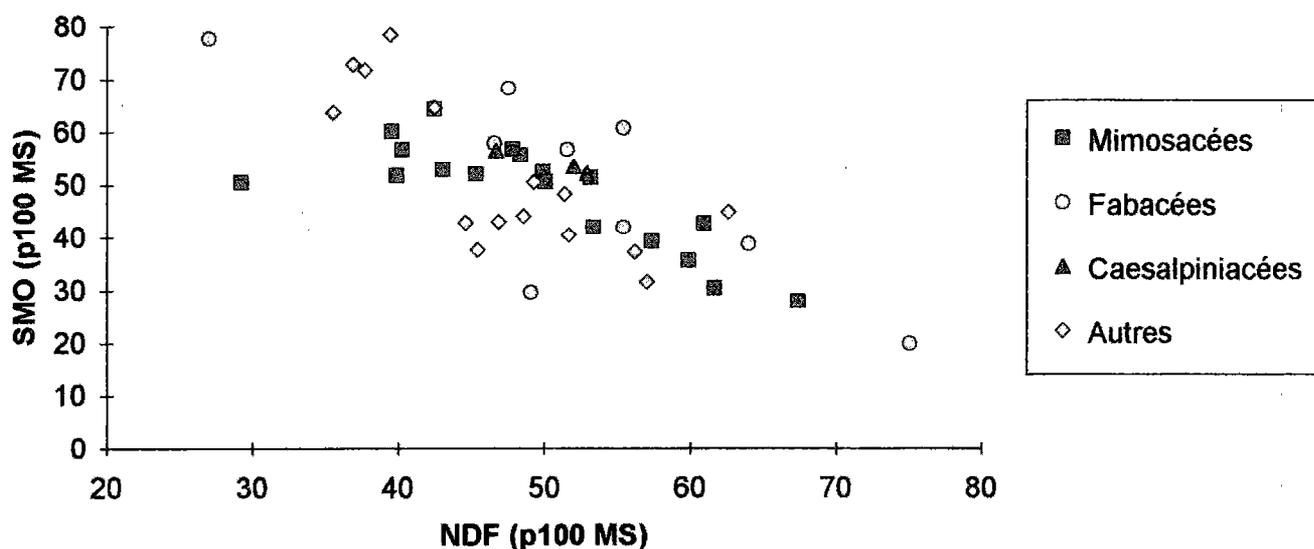


Figure 1 : solubilité de la matière organique (SMO) des ligneux fourragers en fonction de leur teneur en NDF.

Lorsque les critères chimiques sont seuls pris en compte, la qualité de la régression est médiocre ($R^2 < 0,7$). Exemple : équation de prédiction de la dMOgt en fonction des critères chimiques pour l'ensemble des ligneux fourragers (45) :

$dMOgt \text{ (p. 100 MO)} = 88,70 - 0,60 \text{ NDF} - 0,17 \text{ ADL/ADF} - 2,38 \text{ tantp}$ ($R^2 = 0,61 ; \text{ETR} = 4,8$).

Aussi, afin d'améliorer sensiblement cette prédiction, la variable explicative SMO (critère enzymatique) est prise systématiquement en compte dans les équations présentées dans le tableau II.

Les équations de prédiction de la dégradabilité *in vitro* de la matière organique mesurée par le *gastest* de Hohenheim est relativement fiable pour les Fabacées ($CVr = 5,1 \text{ p. 100}$) mais est médiocre pour les Mimosacées ($CVr = 9,6 \text{ p. 100}$ et $R^2 = 0,68$).

Cela s'explique notamment par une plus grande dispersion des espèces de la famille des Fabacées par rapport aux autres familles (figure 2). Ceci se vérifiera d'ailleurs pour les autres critères.

Prédiction des M_{Apr} (tableau III)

Les équations de prédiction des matières azotées dégradées par la pronase (après une heure d'incubation) sont médiocres sauf pour les non-Légumineuses et les Fabacées bien que leurs coefficients de variations résiduels respectifs soient élevés (22 p. 100 et 28 p. 100) (figure 3). La prédiction est particulièrement mauvaise pour les Mimosacées ($R^2 = 0,28 ; CVr = 30 \text{ p. 100}$) et n'est donc pas applicable en pratique. MAnadF est néanmoins le meilleur critère de prédiction de M_{Apr}.

TABLEAU II

Prédiction de la dégradabilité *in vitro* de la matière organique par le *gastest* (dMOgt - p. 100 MO) en fonction de critères chimiques et enzymatiques pour quelques familles de fourrages ligneux

Echantillons (nb. individus)	dMOgt p. 100 MO moyenne (ET)	Equations de régression (p. 100 MO)
Corniaux et coll. (1996) : échantillons de feuilles, fleurs et fruits de ligneux fourragers		
Total (45)	49,6 (9,1)	19,15 + 0,60 SMO R ² = 0,77 ; ETR = 4,41
Mimosacées (18)	47,7 (7,8)	18,01 + 0,62 SMO R ² = 0,68 ; ETR = 4,57
Fabacées (9)	52,7 (10,9)	21,22 + 0,61 SMO R ² = 0,95 ; ETR = 2,75
Légumineuses (30)	49,4 (9,1)	17,39 + 0,65 SMO R ² = 0,82 ; ETR = 4,00
non-Lég. (15)	50,6 (10,1)	9,69 + 0,65 SMO + 0,92 MAadf R ² = 0,85 ; ETR = 3,89
Arbelot (1993) : échantillons de feuilles de ligneux fourragers		
Total (335)	48,3 (12,4)	0,63 SMO + 0,28 NDF + 0,32 MAT R ² = 0,74 ; ETR = 6,39
Mimosacées (44)	47,1 (9,9)	24,59 + 0,40 SMO R ² = 0,66 ; ETR = 6,68
Fabacées (25)	48,1 (13,0)	1,11 SMO + 0,38 Cel - 1,39 MApro R ² = 0,91 ; ETR = 3,09
Légumineuses (77)	40,9 (8,5)	0,71 SMO + 0,15 NDF R ² = 0,81 ; ETR = 3,79
non-Lég. (117)	51,2 (13,7)	0,85 SMO + 0,47 Cel R ² = 0,89 ; ETR = 4,58

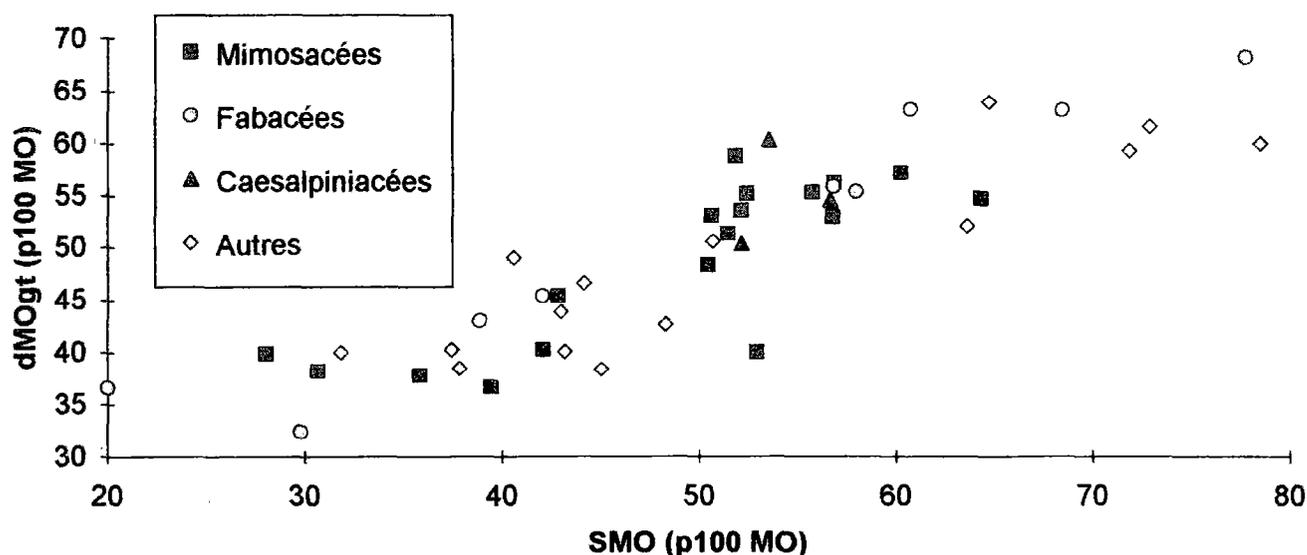


Figure 2 : dégradabilité par le *gastest* de la matière organique (dMOgt) des ligneux fourragers en fonction de la solubilité de leur matière organique (SMO).

TABLEAU III

Prédiction des teneurs en matières azotées dégradées par la pronase en fonction de critères chimiques pour quelques familles de fourrages ligneux

Echantillons (nb. individus)	MApro p. 100 MS moyenne (ET)	Equations de régression (p. 100 MS)
Total (45)	4,3 (2,6)	$-0,55 + 0,38 \text{ MAnadf}$ $R^2 = 0,67$; ETR = 1,5
Mimosacées (18)	4,4 (1,5)	$1,11 + 0,24 \text{ MAnadf}$ $R^2 = 0,28$; ETR = 1,3
Fabacées (9)	6,5 (3,6)	$-2,31 + 0,52 \text{ MAnadf}$ $R^2 = 0,79$; ETR = 1,8
Légumineuses (30)	5,1 (2,6)	$-1,61 + 0,44 \text{ MAnadf}$ $R^2 = 0,56$; ETR = 1,8
non-Lég. (15)	2,7 (1,5)	$0,11 + 0,32 \text{ MAnadf}$ $R^2 = 0,87$; ETR = 0,6

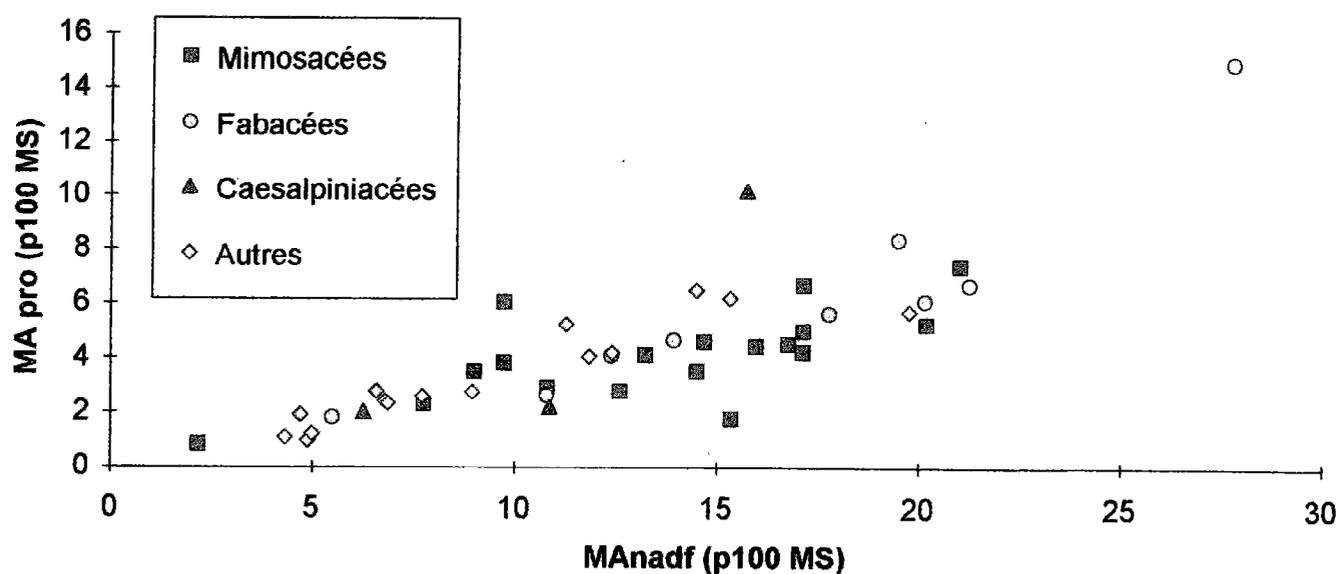


Figure 3 : matières azotées des ligneux fourragers dégradées par la pronase (MApro) en fonction de leur teneur en matières azotées non liées à l'ADF (MAnadf).

Prédiction des MAgt

Afin de faciliter la comparaison entre les résultats obtenus dans cette étude et ceux d'Arbelot (2), ses équations de prédiction de la MAgt sont également présentées dans le tableau IV. Cette comparaison sera analysée dans la partie Discussion de cet article.

Les équations de prédiction des matières azotées dégradées *in vitro* sont relativement médiocres avec notamment un coefficient de variation résiduel très élevé pour les Mimosacées (CVr = 59 p. 100). L'équation la plus précise est obtenue pour les non-Légumineuses ($R^2 = 0,88$; CVr = 20 p. 100).

DISCUSSION

Prédicteurs de la valeur nutritive des arbustes fourragers

Dans cette étude, trois types de critères ont été pris en considération : des critères chimiques, des critères enzymatiques et des critères *in vitro*. Plus proches des conditions physiologiques que les mesures de dégradabilité enzymatiques, les estimations de la digestibilité de la matière organique (dMOgt) et de la dégradabilité des matières azotées (MAgt) par la *gastest* sont probablement les

TABLEAU IV

Prédiction des teneurs en matières azotées dégradées *in vitro* par le *gastest* en fonction de critères chimiques pour quelques familles de fourrages ligneux

Echantillons (nb. individus)	MAgt p. 100 MS moyenne (ET)	Equations de régression (p. 100 MS)
Corniaux et coll. (1996) : échantillons de feuilles, fleurs et fruits de ligneux fourragers		
Total (45)	3,79 (3,2)	$9,35 + 0,62 \text{ MA}_{\text{pro}} - 1,35 \text{ tanc} - 0,09 \text{ ADF} - 0,10 \text{ ENA}$ $R^2 = 0,76$; ETR = 1,7
Mimosacées (18)	3,54 (2,7)	$- 3,88 + 0,51 \text{ MA}_{\text{adnf}}$ $R^2 = 0,44$; ETR = 2,09
Fabacées (9)	6,61 (4,2)	$- 3,81 + 0,61 \text{ MA}_{\text{adnf}}$ $R^2 = 0,81$; ETR = 1,99
Légumineuses (30)	4,58 (3,6)	$- 3,83 + 0,37 \text{ MA}_{\text{adnf}} + 0,55 \text{ MA}_{\text{pro}}$ $R^2 = 0,68$; ETR = 2,13
non-Lég. (15)	2,21 (1,1)	$4,74 - 0,07 \text{ ADF} - 0,74 \text{ tanpt} + 0,08 \text{ MA}_{\text{adnf}}$ $R^2 = 0,88$; ETR = 0,44
Arbelot (1993) : échantillons de feuilles de ligneux fourragers		
Total (84)	2,4 (3,3)	$-1,99 + 0,04 \text{ SMS} + 0,02 \text{ MA}_{\text{adnf}} - 0,24 \text{ tanpt}$ $R^2 = 0,51$; ETR = 1,8
Mimosacées (18)	2,7 (3,0)	$0,74 \text{ MA}_{\text{pro}} + 0,45 \text{ MGE}$ $R^2 = 0,58$; ETR = 2,1
Fabacées (11)	3,1 (4,1)	$- 17,34 + 0,30 \text{ SMS} + 1,50 \text{ MA}_{\text{pro}}$ $R^2 = 0,92$; ETR = 0,8
Légumineuses (41)	2,4 (3,1)	$- 7,14 + 0,35 \text{ MA}_{\text{adnf}} + 0,43 \text{ MGE} + 0,16 \text{ Cel}$ $R^2 = 0,53$; ETR = 1,9
non-Lég. (43)	2,5 (3,4)	$0,38 \text{ MA}_{\text{adnf}} - 0,08 \text{ ENA} - 0,16 \text{ Hémicel}$ $R^2 = 0,70$; ETR = 1,4

plus fiables (2), bien que certaines études soient plus pessimistes à ce sujet (3). Par ailleurs, les critères chimiques sont les plus communément mesurés en laboratoire alors qu'il est actuellement difficile de mettre en œuvre de façon systématique les mesures *in vitro*. Aussi les critères enzymatiques (SMO, MA_{pro}) ont-ils été prédits à partir des critères chimiques et les critères *in vitro* (dMOgt, MAgt) à partir des critères chimiques seuls puis à partir des critères chimiques et enzymatiques.

Il apparaît tout d'abord que les critères enzymatiques sont prédits de façon relativement médiocre à partir des critères chimiques avec toutefois de meilleurs résultats dans le cas des équations de régression concernant la SMO ($0,78 < R^2 < 0,90$ et $6,1 \text{ p. } 100 < \text{CVr} < 12,7 \text{ p. } 100$). Il en est de même pour la prédiction des critères *in vitro* à partir des critères chimiques seuls. En revanche, hormis pour les Mimosacées ($R^2 = 0,68$; $\text{CVr} = 9,6 \text{ p. } 100$), la prédiction de la dMOgt est sensiblement améliorée lorsque la SMO, critère enzymatique, est prise en compte ($5,1 \text{ p. } 100 < \text{CVr} < 8,9 \text{ p. } 100$).

Par ailleurs et en règle générale, les critères énergétiques (SMO et dMOgt) et azotés (MA_{pro} et MAgt) de la valeur nutritive des arbustes fourragers sont prédits préférentiellement à partir des te-

neurs en ADF ou ADL (parois végétales) et à partir des teneurs en MA_{adnf} ou MA_{adnf} (fractions azotées liées, ou non, aux parois). En cela, les ligneux fourragers se distinguent des espèces herbacées pour lesquelles les critères analytiques les plus simples (MAT, NDF) sont le plus souvent suffisants (8, 13). Ce résultat est par ailleurs conforme aux études précédentes (2, 10) qui confirment le rôle essentiel de la lignification des parois végétales, ainsi que la répartition de l'azote dans les tissus et les cellules, sur la valeur nutritive des arbustes.

Par contre, le rôle des tanins est plus difficile à cerner. La mesure des tanins condensés (tanc) semble plus intéressante que celle des tanins précipitants (tanpt) qui ne figurent que dans une seule équation. Cependant, la concentration relative des tanins solubles et insolubles (condensés) est variable au sein même d'une espèce en fonction de la saison, du site ou de l'organe, ce qui accentue la difficulté de prédire la valeur nutritive des fourrages ligneux sur la base de leur analyse chimique (11).

Prédiction par famille ou par groupe végétal

Les équations de régression établies par groupe végétal sont plus précises pour les non-Légumineuses comparativement aux

Légumineuses. Il est d'ailleurs notable que les variables indépendantes utilisées sont différentes entre les deux groupes. En particulier, les tanins apparaissent dans les équations de prédiction de $MAgt$ et de SMO pour les non-Légumineuses. Ceci tend à confirmer le rôle plus important de ces facteurs antinutritionnels dans la valeur nutritive des espèces non-Légumineuses comparées aux Légumineuses. Une différence de structure chimique de ces composés entre les deux groupes pourrait expliquer ce résultat (2, 15).

Les équations de régression établies par famille montrent une meilleure prédiction de tous les critères pour les Fabacées par rapport aux Mimosacées. Ceci est conforme aux études précédentes (2). Pour les Fabacées, la plus grande dispersion de ces critères (ET Fabacées > ET Mimosacées) permet d'améliorer sensiblement la validité des équations (figure 1). Pour les Mimosacées, l'hétérogénéité chimique interspécifique élevée pour les matières azotées non liées à l'ADF et surtout pour les tanins précipitants (coefficient de variation respectif de 25 p. 100 et de 181 p. 100), peut expliquer les difficultés à préciser ce modèle de prédiction (8, 12).

Cas particuliers de $dMOgt$ et de $MAgt$

Comparées aux équations de prédiction de $dMOgt$ établies par Arbelot (1993), les équations présentées dans cette étude sont globalement plus précises. La moyenne des R^2 est en effet respectivement pour les deux études de 0,80 et 0,82, celle des ETR étant de 4,9 et 3,9 (tableau II). Cependant, comme cela a été précisé auparavant, la hiérarchie entre les groupes botaniques n'est pas modifiée. Le principal critère de prédiction est également le même (SMO).

En ce qui concerne la prédiction de $MAgt$, les équations sont relativement médiocres dans les deux études ($R^2 < 0,7$), sauf pour les Fabacées et les non-Légumineuses (tableau IV). La hiérarchie entre les groupes botaniques reste globalement inchangée. En revanche, les facteurs de prédiction diffèrent, même si $MANadf$ apparaît régulièrement dans les équations.

La différence de précision des équations entre les deux études, bien que faible, peut s'expliquer par le nombre d'échantillons sensiblement plus élevé dans l'étude d'Arbelot. Pour les ligneux fourragers, l'hétérogénéité de composition chimique des groupes botaniques, et notamment de la famille des Mimosacées, rend en effet difficile l'application d'une équation générale de prédiction. Il est donc préférable de s'intéresser à l'espèce ou, dans certains cas, à la famille (Fabacées) (2).

Il faut également noter que, dans cette étude, des échantillons (8 sur 45) ont été récoltés avec fleurs ou fruits alors que le travail d'Arbelot ne considérait que les feuilles. Il s'agit d'un biais certain qui mérite d'être quantifié.

Limites et prolongements de l'étude

Même si le nombre de ligneux fourragers concernés est faible (8 sur 45), le mélange feuilles, tiges, fleurs et fruits est défavorable à la précision de ces équations de prédiction. Un travail complémentaire par organe prélevé pourrait affiner cette analyse.

Par ailleurs, plusieurs études (14, 18) ont montré que des facteurs géographiques, climatiques, édaphiques et phénologiques pouvaient être responsables de variations intraspécifiques. Or ces échantillons, prélevés à la même période mais à des stades phénologiques différents, proviennent de localisations très diverses sur le plan pédo-climatique (côte Ouest, côte Est, Sud de la Nouvelle-Calédonie, îles Loyauté). Comme pour le point précédent, une étude complémentaire qui incrémenterait notre base de données, permettrait de fiabiliser ce modèle de prédiction.

Enfin, et il s'agit probablement de la limite essentielle de cette étude, il faut rester prudent quant à la qualité de prédiction de $dMOgt$. En effet, faute de mesure de la dMO *in vivo*, il n'a pas été possible aux auteurs d'établir une hiérarchie entre les différentes méthodes de prédiction (dégradabilité de la matière organique par la pepsine-cellulase (4), digestibilité *in vitro* de Tilley et Terry (22), $dMOgt$ (17)). L'hypothèse de travail retenue ici, qui considère la $dMOgt$ plus fiable que la SMO , devra donc être vérifiée à l'avenir. Sous cette condition, les équations de prédiction de la $dMOgt$ permettront d'évaluer convenablement la digestibilité de la matière organique dans de nombreux laboratoires qui ne disposent pas des moyens de mesure les plus performants.

■ CONCLUSION

Cette étude a permis d'établir des équations de prédiction de quelques facteurs liés à la valeur nutritive des ligneux fourragers tropicaux. Elle montre notamment la difficulté de déterminer ces équations à partir de critères chimiques simples (MAT , NDF) couramment utilisés pour les espèces herbacées. Leur teneur généralement élevée en lignines, la distribution de leurs matières azotées partiellement bloquées au niveau des parois indigestibles et la présence de tanins rendent nécessaire l'emploi de critères chimiques tels qu' ADL , $MAadf$ et $MANadf$ dans le cas des arbres et arbustes fourragers. Des études complémentaires sur la nature des lignines et des tanins permettront sûrement d'affiner ces modèles de prédiction.

La précision des équations est néanmoins acceptable notamment pour la $dMOgt$ et pour la famille des Fabacées. En revanche, les équations ne sont pas applicables pour $MApro$ (sauf pour les Fabacées).

Mais cette étude n'est qu'une étape dans le programme de recherches des auteurs, l'objectif final étant l'implantation chez les éleveurs d'espèces arbustives adaptées à leurs conditions pédo-climatiques, valorisées par les ruminants et permettant le maintien de la fertilité des sols. Aussi des travaux complémentaires sont-ils actuellement menés en Nouvelle-Calédonie pour déterminer la productivité, le pouvoir de fixation de l'azote et l'appétabilité de ligneux arbustifs. Des essais de gestion de cette ressource fourragère sont également à l'étude.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme de la CEE-DGXII. Aussi, nous tenons à adresser nos sincères remerciements aux trois laboratoires (Laboratoire d'analyse des aliments du bétail, Nouméa; Laboratoire d'alimentation CIRAD-EMVT de Maisons-Alfort; Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim) qui nous ont aidés dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. AFNOR, 1980. Recueil de normes françaises des méthodes générales d'analyse des produits agro-alimentaires. Chimie - microbiologie - analyse sensorielle. Paris, France, AFNOR, 278 p.
2. ARBELOT B., 1993. Prédiction de la valeur nutritive des fourrages ligneux tropicaux. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT. (Rapport de stage).
3. AUFRERE J., GUERIN H., 1996. Critical review of chemical and enzymatic methods for the estimation of nutritive value in roughages. *Ann. Zootechn*, 45 suppl. : 11-23.

4. AUFRERE J., MICHALET-DOREAU B., 1990. Nouvelles méthodes d'estimation de la valeur alimentaire des fourrages. II. Méthodes enzymatiques. *Fourrages*, **122** : 203-217.
5. BIPEA, 1976-81. Recueil des méthodes d'analyse des Communautés européennes. Paris, France, ITCF.
6. CARTAILLER D., 1988. Mise au point d'une méthode de prévision de la dégradabilité des protéines alimentaires des aliments concentrés dans le rumen. *Ann. Zootech.*, **37** : 255-270.
7. CIRAD-EMVT, 1993. Caractéristiques et valeurs alimentaires des fourrages en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, CIRAD-EMVT, 150 p.
8. CORNIAUX C., 1991. Recherche sur Maré des espèces ayant un intérêt fourrager. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 11 p. (Etudes et synthèses)
9. CORNIAUX C., DURAND N., SARRAIHL J.M., GUERIN H., 1996. Teneurs en éléments bruts et dégradabilité enzymatique d'espèces ligneuses arbustives utilisables par les ruminants dans les parcours extensifs de Nouvelle-Calédonie. I. Typologie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49** : 60-67.
10. DURAND N., 1993. Identification d'espèces ligneuses arbustives utilisables par les ruminants dans les parcours extensifs en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, CIRAD-Elevage, 54 p. (Etudes et synthèses)
11. GRILLET C., VILLENEUVE F., 1994. Les tanins dans les fourrages ligneux. Chapitre VI. In : Guerin H. éd. Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest. Commission des Communautés européennes, DGXII, programme ST2.A/89/215.F, Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 393 p.
12. GUERIN H., 1994. Echantillonnage des fourrages ligneux, analysés au laboratoire, Composition chimique et dégradabilité enzymatique. Chapitre V. In : Guerin H. éd., Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest. Commission des Communautés européennes, DGXII, programme ST2.A/89/215.F, Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 393 p.
13. GUERIN H., RICHARD D., LEFEVRE P., FRIOT D., MBAYE N., 1989. Prévion de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens. In : XVI Congrès international des herbages, Nice, France, 4-11 octobre 1989. Versailles, France, AFPP, INRA, p. 879-880.
14. ICKOWICZ A., DASSERING O., 1994. Extrait de: Echantillonnage des fourrages ligneux - Analyses au laboratoire - Composition chimique et dégradabilité enzymatique. In : Guerin H. éd. Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest. Commission des Communautés européennes, DGXII, programme ST2.A/89/215.F, Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 393 p.
15. LEINMULLER E., STEINGASS H., MENKE K.H., 1991. Tanins in ruminants feedstuffs. *Anim. Res. Dev.*, **33**: 62 p.
16. MASON V.L., 1969. Some observations on the distribution and origin of nitrogen in sheep faeces. *J. Agric. Sci., Camb.*, **73**: 99-111.
17. MENKE K.H., STEINGASS H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, **28**: 7-55.
18. NORTON B.W., 1994. The nutritive value of tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. Wallingford, United Kingdom, CAB International, 389 p.
19. SCALBERT A., MONTIES B., JANIN G., 1987. Comparaison de méthodes de dosage des tanins : application à des bois de différentes espèces. 2^e colloque Sciences et industries du bois, tome II, thèmes 3, 4 et 5, Nancy, France, 22-24 avril 1987. Nancy, France, A.R.Bo.Lor.
20. SHELTON H.M., BREWBAKER J.L., 1994. *Leucaena leucocephala* - the most widely used forage tree legume. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. Wallingford, United Kingdom, CAB International, 389 p.
21. SPSS, 1992. Base system user's guide. Version 5.0., 910 p.
22. TILLEY J.M., TERRY R.A., 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage. *J. Br. Gram. Soc.*, **18**: 104-111.
23. VAN SOEST P.J., WINE R.H., 1967. Use of the detergents in the analysis of fibrous feeds. *J. Ass. Off. Anal.*, **50**: 50-55.

Reçu le 2.5.95, accepté le 11.9.96

Summary

Corniaux C., Guerin H., Steingass H. Chemical components and enzyme and *in vitro* digestibility of woody shrubs used by ruminants in New Caledonian rangelands. II. Prediction equations of enzyme and *in vitro* digestibility of crude protein and organic matter

In New Caledonia, as in many other countries, it is not realistic to consider in the short-term using all fodder assessment methods. Compare to herbaceous fodder, tropical shrubs nutritive value is not well known. Thus, prediction equations of some factors associated with the nutritive value of tropical shrubs and trees collected in New Caledonian extensive lands were computed in this study. On one hand, criteria were determined by enzyme methods: organic matter enzyme digestibility (SMO) and crude protein digestibility by pronase (MApro); on the other hand, by the *in vitro* method: *in vitro* digestibility of organic matter (dMOgt) and crude protein (MAgt) via the gas production method. This study shows the difficulty to provide prediction equations using chemical compound contents, which are commonly used for herbaceous species (MAT, NDF, ADF). Because of their usually high lignin content, their crude proteins partly bound to undigestible fibers and their tannin content, the use of chemical criteria such as ADL, MAadf and MAnadf (MAT bound or not to ADF) is necessary for fodder shrubs and trees. The accuracy of the equations is nevertheless reasonable for dMOgt and for the Fabaceae family. On the other hand, equations based on MApro are not satisfactory except for Fabaceae.

Key words: Woody plant - Nutritive value - Statistical analysis - Chemical composition - Digestibility - Organic matter - Digestible nitrogen - Ruminant - Rangeland - New Caledonia.

Resumen

Corniaux C., Guerin H., Steingass H. Composición química y degradación enzimática e *in vitro* de las especies de arbustos leñosos utilizables por los rumiantes en los recorridos extensivos en Nueva Caledonia. II. Ecuaciones de predicción de la degradación enzimática e *in vitro* de la materia orgánica y de las materias nitrogenadas

En Nueva Caledonia, como en muchos otros países, es imposible utilizar a corto plazo todos los métodos de evaluación de los forrajes. Por otro lado, el valor alimenticio de los arbustos forrageros es relativamente desconocido, en comparación con el de las herbáceas. El presente estudio establece las ecuaciones de predicción de algunos factores ligados al valor nutritivo de los leñosos tropicales recolectados en las zonas de los recorridos neo caledónicos. Se trata por un lado de criterios determinados por los métodos enzimáticos : degradación enzimática de la materia orgánica (SMO) y de las materias nitrogenadas degradadas por la pronasa (MApro) ; y por otro lado, por el método *in vitro* : degradación *in vitro* de la materia orgánica (dMOgt) y de las materias nitrogenadas (MAgt) mediante el método de producción de gaz. Este estudio muestra principalmente la dificultad para determinar estas ecuaciones a partir de criterios químicos simples (MAT, NDF, ADF), utilizados frecuentemente para las especies herbáceas. La tenencia en lignina, generalmente elevada, la distribución de las materias nitrogenadas parcialmente bloqueadas a nivel de las paredes indigeribles y la presencia de taninos, obligan al uso de criterios químicos como el ADL, MAadf y MAnadf (materias nitrogenadas ligadas o no al ADF) en el caso de los árboles y arbustos forrageros. Sin embargo, la precisión de las ecuaciones es aceptable, sobre todo para la dMOgt y para la familia de las Fabáceas. Por el contrario, las ecuaciones no son aplicables para la MApro (excepto para las Fabáceas).

Palabras clave : Planta leñosa - Valor proteínico - Análisis estadístico - Composición química - digestibilidad - Materia orgánica - Nitrogeno asimilable - Rumiante - Tierra de pastos - Nueva Caledonia.

Productivité des caprins dans les systèmes de production agricole du Delta du fleuve Sénégal

J.-F. Tourrand¹ E. Landais²

Mots-clés

Caprin - Chevreau - Productivité - Alimentation - Complémentation - Elevage - Zootechnie - Sénégal.

Résumé

A travers l'analyse de la productivité, les auteurs présentent les principaux paramètres zootechniques de cheptel caprin du Delta du fleuve Sénégal, et les comparent aux références disponibles pour la même et quelques autres grandes zones agro-écologiques tropicales. Avec une production annuelle moyenne par chèvre inférieure à un chevreau (0,85) qui pèse à trois mois un peu moins de 8 kg, les performances sont relativement faibles, quoique conformes aux normes régionales. Les auteurs présentent également les pratiques alimentaires qui permettent aux éleveurs peuls du Delta d'améliorer de manière sensible la productivité de leurs troupeaux, d'environ 35 à 40 p. 100, et de valoriser ainsi le potentiel productif de leur cheptel caprin.

■ INTRODUCTION

Contexte de l'étude : présentation de l'élevage caprin dans le Delta

Le Delta du fleuve Sénégal ou Waalo est situé dans la zone nord-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, en amont de l'embouchure du fleuve du même nom, comme l'indique la figure 1. En raison de la présence de vastes bas-fonds exploitables par les bovins en saison sèche, cette région avait jadis une vocation pastorale très marquée. L'élevage des caprins y occupait une place privilégiée, notamment dans la vie agricole des pasteurs peuls et maures (1). Les profondes modifications de l'espace agro-pastoral que cette région a connues aux cours des trente dernières années ont partiellement affecté cet élevage (10). Ces modifications sont essentiellement liées au développement de l'irrigation qui s'est traduit par l'aménagement hydro-agricole des terres de bas-fonds traditionnellement exploitées par le cheptel en saison sèche (6, 10).

En 1990, le cheptel caprin du Delta comptait environ 25 000 têtes (10), soit un nombre proche de celui estimé en 1965 par Audru (1). La quasi-totalité de ce cheptel est entre les mains des Peuls, les pasteurs maures ayant fui la région lors du conflit armé sénégal-mauritanien de 1989. Associé à l'élevage des bovins et des ovins, il constitue toujours l'une des principales composantes des systèmes de production agricole propres à cette ethnie (12).

Le mode de conduite des caprins varie peu d'un élevage à l'autre, en dehors du régime alimentaire qui est examiné plus loin. Dans le Delta, chaque exploitation peule ou gallé assure la gestion de son cheptel caprin et dispose d'un enclos pour le parcage de nuit. La taille du cheptel varie selon les exploitations. La majorité des troupeaux compte entre 20 et 80 têtes. Le matin, le troupeau caprin,

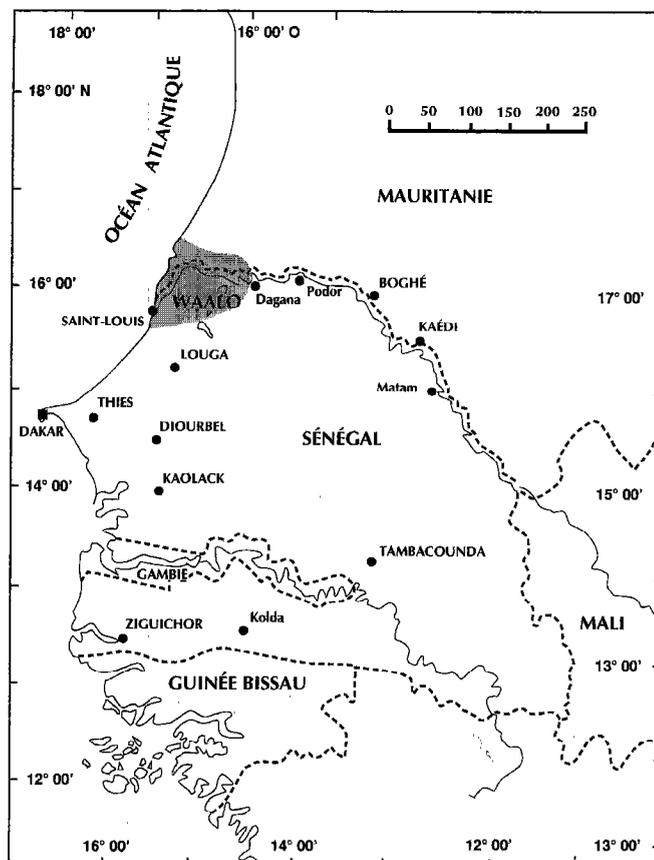


Figure 1 : Delta du fleuve Sénégal ou Waalo

associé au troupeau ovin de l'exploitation, part au pâturage sous la responsabilité d'un berger. Chaque famille organise son calendrier pastoral en fonction des disponibilités fourragères existantes. Les caprins pâturent principalement sur les terres hautes, sableuses, où

1. CIRAD-EMVT, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier, Cedex 1, France

2. INRA-SAD, Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles, Cedex, France

se développe un tapis de graminées annuelles pendant la saison des pluies. En saison sèche, l'apport fourrager des ligneux, dont les gousses et les feuilles sont particulièrement recherchées par les caprins, vient compenser la faible valeur alimentaire des pailles desséchées des graminées. Il faut également mentionner les parcours post-culturaux, principaux lieux de pâture des troupeaux bovins en saison sèche, où l'on rencontre également les quelques troupeaux caprins qui ne disposent pas d'autres parcours à proximité.

En milieu peul, la traite des chèvres est de rigueur lorsque la production laitière du cheptel bovin n'assure pas la couverture des besoins familiaux. Elle a lieu le matin avant le départ au pâturage. En saison sèche, dans quelques troupeaux, exclusivement les chèvres en lactation reçoivent après la traite un complément d'alimentation, composé le plus souvent de farine basse de riz, à raison de 200 à 300 g par chèvre et par jour durant une période de 30 à 45 jours. Ce complément correspond en moyenne à un apport journalier par animal d'environ 0,22 UFL et 19 g MAD (CIRAD-EMVT, 1988, cité par Tourrand (10)). Cette pratique de complémentation a un effet majeur sur la production laitière et sur la productivité du cheptel caprin.

■ MATERIEL ET METHODES

Le calcul des paramètres zootechniques et de la productivité du cheptel caprin du Delta a été effectué à partir des données recueillies au cours d'un suivi de troupeaux réalisé entre 1986 et 1990 dans 28 exploitations agricoles et sur un nombre d'environ de 1 200 caprins, chaque animal étant identifié à l'aide d'une boucle auriculaire. Le corpus méthodologique utilisé, dénommé "Panurge", a été mis au point conjointement par le CIRAD-EMVT et l'ISRA (3, 5). Il se compose d'une base de données alimentée régulièrement par les informations collectées au cours d'un passage bimensuel dans chacune des exploitations agricoles suivies. Au cours de chaque passage, les différents événements démographiques survenus pendant la quinzaine précédente, tels que les mortalités, les naissances, les sorties et les entrées de caprins dans le troupeau, ont été relevés. Les pratiques d'allotement et de conduite, les performances de croissance des jeunes et la production laitière par chèvre et par troupeau ont également été enregistrées. C'est ainsi que pour chaque troupeau ont été notés les lieux successifs de pâturage, les types et niveaux de complémentation alimentaire, ainsi que les animaux bénéficiaires. Les jeunes ont été pesés au premier passage suivant la naissance, puis à chaque passage bi-hebdomadaire jusqu'à trois mois, puis mensuellement jusqu'à un an. Chacun des paramètres et indices présentés a été calculé indépendamment des autres, directement à partir des données de base à l'aide de programmes spécifiques élaborés par le CIRAD-EMVT.

La productivité des caprins du Delta a été comparée à celles des caprins de la Moyenne-Vallée du fleuve Sénégal (région de Kaedi en Mauritanie) et de la région de Louga située au sud du Delta pour les trois raisons suivantes : tout d'abord, les mêmes méthodes de collecte et d'analyse des informations à partir de "Panurge" ont été appliquées dans les trois régions. La comparaison des résultats obtenus a donc été aisée. Ensuite, les trois régions étaient dans la zone nord-sahélienne, c'est-à-dire dans un même contexte bioclimatique. Enfin, le matériel génétique était le même dans les trois régions et les pratiques d'élevage étaient assez semblables. Les effets des facteurs bioclimatiques pouvaient ainsi être considérés comme étant minimes sur les différences entre les trois régions. Il faut cependant mentionner une épidémie de fièvre de la Vallée du Rift, survenue dans le Delta en 1987, qui avait temporairement

perturbé les cycles reproductifs des petits ruminants (10). Les productivités des troupeaux de la Moyenne-Vallée et de Louga ont respectivement été calculées à partir des données de François (4) et Moulin (7).

Dans cette étude, afin d'élargir la comparaison aux autres régions tropicales sèches, les paramètres des troupeaux caprins du Yatenga (Burkina Faso) et de Somalie établis par Bourzat (2) ont été pris comme références ainsi que ceux du Nordeste brésilien relevés par Quirin (9). Les productivités ont été également comparées avec celles calculées à partir des données de l'ISRA/CIRAD-EMVT (7, 8) pour les régions sénégalaises de Kaymor (Sine-Saloum) et de Kolda (Haute-Casamance), situées respectivement en zone soudanienne et en zone guinéenne.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS/PC+. Les paramètres de reproduction ont été analysés par la méthode des moindres carrés, les facteurs étudiés étant les suivants : année et saison de mise bas, rang, mode et année de naissance et existence d'une complémentation. Pour les paramètres de croissance, le facteur "sexe de l'animal" a été également pris en compte.

■ RESULTATS

Le tableau I présente les principaux paramètres zootechniques moyen du cheptel caprin du Delta, ainsi que les facteurs influant de manière significative sur le niveau de chaque paramètre. On peut constater l'effet significatif à fortement significatif des facteurs climatiques et biologiques les plus souvent cités dans les zones arides et semi-arides, tels que l'année, la saison, le rang de mise bas, le sexe et le mode de naissance. Il est intéressant de noter l'effet significatif du facteur technique que représente la complémentation, pratique d'élevage sur laquelle l'éleveur est en mesure d'agir pour modifier la productivité de son cheptel. Les troupeaux caprins complémentés présentaient de meilleurs paramètres de reproduction et de croissance que les autres troupeaux caprins du Delta. En outre, la mortalité y était moins forte, l'effet de la complémentation étant particulièrement sensible sur la mortalité avant le sevrage, c'est-à-dire entre la naissance et trois mois, notamment dans le cas de naissance gémellaire.

Le tableau II présente les paramètres zootechniques moyens qui ont permis de calculer les productivités numériques et pondérales à trois mois des troupeaux caprins du Delta en fonction de la complémentation. Il présente également les paramètres et les productivités obtenues dans la Moyenne-Vallée par François (4) et dans la région de Louga par Moulin (7).

Les figures 2 et 3 comparent les profils moyens d'élaboration de la productivité numérique et pondérale moyenne selon le type de complémentation dans le Delta, ainsi que dans la Moyenne-Vallée et dans la région de Louga.

L'effet de la complémentation était très significatif sur le taux de fertilité (plus 19 points, soit 24 p. 100) et la mortalité avant-sevrage (moins 5 points, soit 41 p. 100), cela se traduisant par une meilleure productivité numérique en hausse de 26 points (plus de 35 p. 100). En revanche, la complémentation n'exerçait aucun effet décelable sur la prolificité, le poids à trois mois et le taux d'avortement. L'effet de la complémentation sur les autres paramètres (taux de mise bas et de fécondité, nombre de nés et productivité pondérale) découlait directement de l'amélioration induite sur le taux de fertilité et la mortalité avant-sevrage (0-3 mois).

Par ailleurs, les pratiques d'exploitations des caprins diffèrent entre les régions, au sein d'une même région entre les types d'éle-

TABLEAU I

Principaux paramètres zootechniques du cheptel caprin du Delta

Paramètres zootechniques	Valeur moyenne	Nombre de cas	Ecart type	Facteurs de variation significatifs
Age 1ère mise bas (j)	475	189	124	année de mise bas**, mode de naissance (1, 2 ou 3 petits)*
Intervalle entre mises bas (j)	335	628	103	saison de la mise bas (i)*, année et rang de la mise bas (i+1)*, complémentation**
Taux de mortalité (p. 100 du cheptel suivi)	20	196	-	complémentation**
Prolificité	1,21	929	-	
Poids à 3 mois (kg)	7,85	1 097	3,5	sexe**, mode et saison de naissance**, complémentation**
Poids à 1 an (kg)	18,2	179	5,2	sexe**, saison de naissance**, complémentation**

Seuil de signification : (*) P = 0,05 et (**) P = 0,01

TABLEAU II

Les paramètres zootechniques et les productivités des caprins de la région Nord-Sénégal/Sud-Mauritanie

complémentation	avec	Delta sans	ensemble	Moyenne-Vallée	Région de Louga
taux de fertilité (%)	97	78	87	92	83
taux d'avortement (%)	8	8	8	11	21
taux de mises bas (%)	89	72	80	82	81
prolificité*	122	119	120	112	124
nombre de nés par an*	109	86	96	92	100
mortalité (%)	3	3	3	2	8
taux de fécondité (%)	106	83	93	90	100
mortalité 0-3 mois (%)	7	12	9	10	13
Prod. numérique à 3 mois*	99	73	85	81	87
Poids âge-type à 3 mois (kg)	7,7	7,6	7,7	9,0	7,9
Prod. pondérale à 3 mois (kg)	7,6	5,5	6,5	7,3	6,9

* pour 100 femelles mises à la reproduction

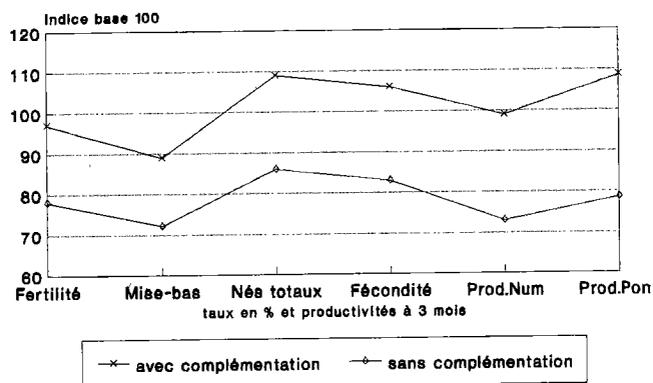
vage, et au sein d'un même type entre les mâles et les femelles. C'est ainsi que dans le Delta, les boucs sont commercialisés jeunes, autour de 4-5 mois. Le quotient d'exploitation des boucs est d'environ 75 p. 100 la première année, alors que, dans la même période, celui des chèvres n'excède pas 35 p. 100. (10). Il est donc délicat de comparer les productivités pondérales à un an qui reposent sur des effectifs mâles et femelles déséquilibrés.

Toutefois, dans les troupeaux complémentés, la productivité pondérale moyenne à un an, calculée sur les seuls caprins non exploités avant l'âge d'un an, était de 15,5 kg, soit près du double de celle des troupeaux non complémentés, égale à 8,6 kg. Cette différence en faveur des troupeaux complémentés reconnaît les mêmes origines que celles présentées pour la productivité à 3 mois, à savoir une meilleure fertilité et une moindre mortalité des jeunes.

■ DISCUSSION

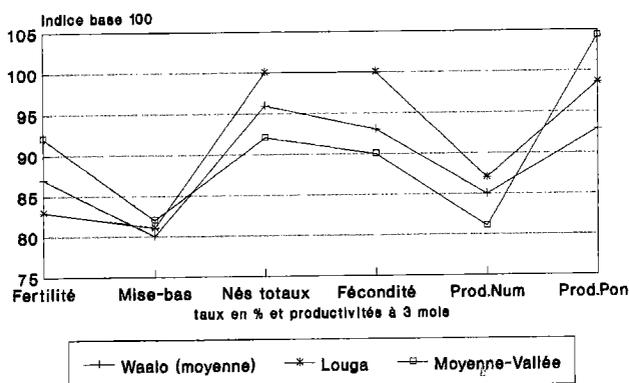
Tout d'abord, il est intéressant de noter les faibles niveaux de production atteints dans ces systèmes. Même dans les cas de troupeaux complémentés, elle est en moyenne d'à peine un chevreau par an. Cette faible productivité, quoique normale pour la zone sahélienne, comme cela est montré plus loin, est liée à différents facteurs propres à la zone climatique. Parmi ceux-ci, il faut citer les facteurs alimentaires, en partie masqués par la technique de la complémentation, et génétiques.

L'effet très sensible de la complémentation des chèvres en lactation sur la mortalité avant-sevrage confirme l'intérêt de cette technique. Plus surprenants, son effet sur le taux de fertilité et



Indice taux - 100 ; indice mortalité - 0 ; indice pondéral - 7 kg

Figure 2 : profil moyen d'élaboration de la productivité à trois mois des caprins du Delta : effet de la complémentation.



Indice taux - 100 ; indice mortalité - 0 ; indice pondéral - 7 kg

Figure 3 : profil moyen d'élaboration de la productivité à trois mois des caprins par région.

l'absence d'effet sur la croissance méritent quelques explications supplémentaires.

La complémentation vise à améliorer l'état des chèvres en lactation et, en conséquence, à augmenter la production de lait. Dans le cas de traite, une partie du lait est prélevée, l'éleveur laissant au chevreau la quantité de lait nécessaire à sa croissance. Les chèvres ayant donné naissance à des jumeaux ne sont quasiment jamais traitées, les produits bénéficiant ainsi de la totalité du lait de leur mère. La complémentation se traduirait donc par une diminution de la mortalité avant-sevrage en réduisant les mortalités d'origine nutritionnelle, en particulier dans le cas de naissance gémellaire. L'absence d'effet de la complémentation sur le poids à trois mois des chevreaux suggère que les éleveurs accroissent leur prélèvement lorsque la production des chèvres augmente sous l'effet de la complémentation. La mise en place d'un contrôle laitier permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

Le pic des mises bas se situe au début de la saison sèche, les trois mois de décembre, janvier et février comptant ensemble plus de 60 p. 100 des naissances (10). Ceci correspond à une période de fécondation en saison des pluies, durant les mois de juillet, août et septembre. En revanche, la lactation se déroule majoritairement au

milieu et en fin de saison sèche, c'est-à-dire à l'époque où la contrainte alimentaire est la plus forte, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. L'effet de la complémentation sur le taux de fertilité trouve probablement son explication dans la capacité des chèvres complémentées en lactation à maintenir un niveau suffisant de réserves corporelles et être ainsi fécondables au début de la période de lutte. L'effet très significatif de la complémentation sur l'intervalle entre mises bas (tableau I) semble confirmer cette hypothèse. Le contrôle de l'évolution de l'état corporel des animaux complémentés et non complémentés permettrait d'apporter une réponse définitive à cette question.

Les effets conjoints de la complémentation sur la fertilité et sur la mortalité avant-sevrage se traduisent respectivement par un gain de productivité numérique et pondérale d'environ 35 p. 100 et 38 p. 100, ce qui est considérable.

En résumé, l'augmentation de la production laitière résultant de la complémentation diminue les mortalités des jeunes à l'allaitement, améliore la fertilité des chèvres en les maintenant en meilleur état durant la saison sèche et dégage probablement un surplus de lait prélevé dans le cas de traite.

Le taux de fertilité moyen des troupeaux caprins du Delta (87 p. 100) se situe (tableau II) entre ceux relevés dans la Moyenne-Vallée (92 p. 100) et à Louga (83 p. 100). Cependant les troupeaux du Delta qui reçoivent un complément alimentaire, présentent le meilleur taux de fertilité (97 p. 100), alors que celui des troupeaux non complémentés s'avère le plus bas (78 p. 100).

La productivité numérique à trois mois des troupeaux complémentés est également supérieure aux productivités moyennes des troupeaux de la Moyenne-Vallée et de la région de Louga. En fait, dans ces deux régions, les écarts de productivité entre les systèmes d'élevage sont également importants, en relation avec le type de conduite retenu notamment dans le domaine de l'alimentation (7). Bourzat arrive à des conclusions semblables avec les troupeaux caprins du Yatenga (Burkina-Faso) et de Somalie.

Le poids moyen à trois mois relevé dans la Moyenne-Vallée (9 kg) est nettement supérieur à ceux constatés dans le Delta et la région de Louga, qui sont proches de 7,5 kg. Contrairement aux résultats relevés dans les deux autres régions, les résultats pondéraux des caprins de la Moyenne-Vallée varient beaucoup en fonction des modes d'élevage (4). Dans les élevages citadins ou villageois comparables à certains élevages de la région de Louga, le poids moyen à trois mois est voisin de 8 kg. Il est donc du même ordre de grandeur que ceux relevés dans le Delta et la région de Louga. En revanche dans les élevages peuls, le poids moyen à trois mois est de 10,5 kg, soit environ 3 kg de plus que celui des élevages peuls des deux autres régions. Or, dans les trois situations, il s'agit de la même race de caprins, et les modes de conduite des troupeaux sont assez semblables. Cette différence de poids doit être mise sur le compte de l'alimentation des chèvres allaitantes et des jeunes au sevrage, seul le type de parcours étant différent. En effet, pendant la période d'allaitement, les caprins peuls de la Moyenne-Vallée pâturent les zones de culture de décrue après la récolte. Ils bénéficient ainsi d'une alimentation encore verte et donc riche, composée de restes de cultures et surtout de repousses de céréales (sorgho, maïs) et de légumineuses (niébé). Or, à la même époque, la majorité du cheptel caprin des régions de Louga et du Delta exploitent des parcours de faible valeur alimentaire.

L'ensemble des auteurs mentionne l'importance de la pathologie dans l'élevage des caprins en zone soudanienne et encore plus en zone guinéenne. Cela se traduit par des taux d'avortement voisins de 30-35 p. 100, et des taux de mortalité avant-sevrage de l'ordre de 12-14 p. 100. Toutefois, les troupeaux de ces zones climatiques

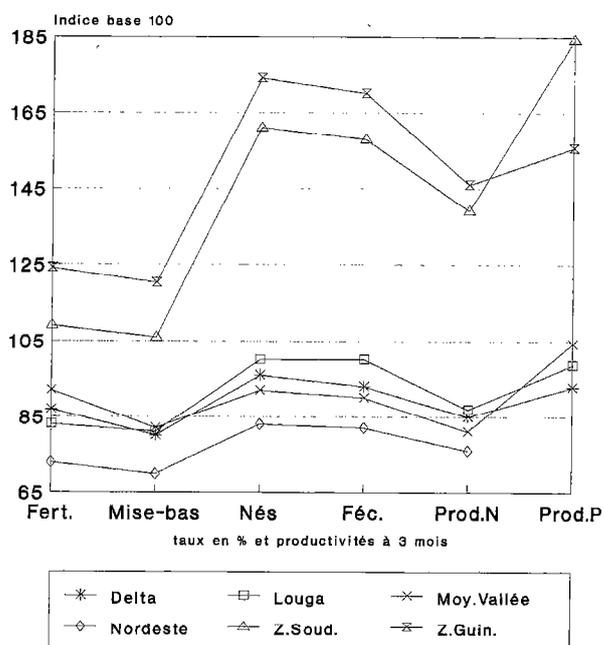
présentent des productivités numérique et pondérale supérieures, de 50-100 p. 100, à celles des troupeaux des zones arides et semi-arides, comme le montrent le tableau III et la figure 4.

En revanche, Quirin (9) dans le Nordeste brésilien trouve des paramètres de reproduction du même ordre de grandeur que ceux présentés par les troupeaux non complémentés du Waalo. Toutefois ces paramètres ont été calculés à partir de données collectées en période de sécheresse. Quirin (9), de même que Tourrand et coll. (11) estiment que les paramètres s'améliorent nettement lorsque les conditions climatiques s'approchent de la normale sans toutefois atteindre les performances des troupeaux des zones soudaniennes.

Ces diverses constatations viennent renforcer l'hypothèse d'un effet majeur de l'alimentation sur la productivité du cheptel caprin en zone tropicale sèche. Cependant, il semble qu'un haut niveau de complémentation permet à peine d'atteindre une productivité considérée comme moyenne en zone climatique soudanienne ou guinéenne, tout en gardant à l'esprit qu'il s'agit de systèmes d'élevage relativement différents.

Il est clair que le fait de complémenter les caprins améliore de manière sensible leur productivité. Rapporté à l'échelle du troupeau, le gain numérique est d'environ 35 p. 100 et le gain pondéral d'environ 38 p. 100. Il s'agit de l'effet recherché par l'éleveur qui optimise ainsi le potentiel reproductif de son cheptel en améliorant les paramètres tels que la fertilité et la mortalité avant-sevrage tout en gardant un système technique traditionnel bien adapté aux conditions climatiques nord-sahéliennes, car basé sur le cycle saisonnier. En revanche, complémenter pour obtenir un désaisonnement des chèvres se traduisant par une époque plus favorable pour les chevreaux, n'est pas encore entré dans les mœurs. Il s'agit d'une piste à explorer une fois résolue la contrainte de l'approvisionnement régulier en intrants nécessaires à la complémentation.

Cependant, la complémentation est un investissement. Ainsi, le prix moyen "rendu exploitation" de la farine basse de riz est-il d'environ 1 FF et le coût moyen de la complémentation d'environ 10 FF par chèvre et par an, à raison de 200-300 g de farine basse de riz par jour et par chèvre, pendant 30 à 45 jours (10). Le prix



Indice taux - 100 ; indice mortalité - 0 ; indice pondéral - 7 kg

Figure 4 : profil moyen d'élaboration de la productivité à trois mois des caprins dans différentes zones climatiques.

moyen au départ de l'exploitation d'un chevreau de 10 kg et de 4-5 mois est de l'ordre de 90 FF. Le gain économique brut de la complémentation peut être évalué à environ 30-40 FF par chèvre et par an, ceci se traduisant à l'échelle du troupeau par un gain économique net d'environ 20 p. 100, la rémunération de la main-d'œuvre étant de l'ordre de 20 à 30 FF par chèvre et par an. Dans les exploitations pratiquant la traite des caprins, ce revenu est augmenté de l'apport en lait auto-consommé ou vendu.

Le bénéfice de la complémentation doit être comparé aux rémunérations des autres activités agricoles et salariées auxquelles peuvent prétendre les éleveurs. C'est ainsi que la pratique de la

TABLEAU III

Les paramètres zootechniques et les productivités des caprins de diverses zones tropicales

complémentation	Delta		Nordeste Brésil	Kaymor Sénégal z. soudanienne	Kolda Sénégal z. guinéenne
	avec	sans			
taux de fertilité (%)	97	78	73	109	124
taux d'avortement (%)	8	8	4	30	36
taux de mises bas (%)	89	72	70	106	120
prolificité*	122	119	119	152	145
nombre de nés par an*	109	86	83	161	174
mortalité (%)	3	3	2	18	23
taux de fécondité (%)	106	83	82	158	170
mortalité 0-3 mois (%)	7	12	7	12	14
Prod. numérique à 3 mois*	99	73	76	139	146
Poids âge-type à 3 mois (kg)	7,7	7,6	-	9,3	7,4
Prod. pondérale à 3 mois (kg)	7,6	5,5	-	12,9	10,9

* pour 100 femelles mises à la reproduction

complémentation sur un troupeau de 100 chèvres, ce qui correspond à un troupeau d'environ 250 caprins, entraîne une plus-value annuelle d'environ 1 400 FF, soit près de 20 p. 100 d'un salaire annuel moyen* ou près de 30 p. 100 du revenu d'un hectare de riz irrigué bien conduit. Cette pratique est largement à la portée d'un adolescent qui peut difficilement exercer d'autres activités aussi rémunératrices. De plus, dans les exploitations agro-pastorales, la complémentation permet de valoriser les sous-produits agricoles issus des cultures irriguées, telles que les résidus d'usage artisanal et les adventices de cultures (10).

Les éleveurs peuls proches des centres urbains pratiquent le plus la complémentation. A cela on peut avancer les deux principales raisons suivantes que sont la proximité d'un marché important et la facilité d'acquérir de la farine basse de riz ou des drêches de tomate, autre sous-produit agro-industriel fréquemment utilisé pour compléter les petits ruminants. En effet, tout au long de l'année, ces éleveurs peuvent commercialiser les jeunes chevreaux sur le marché local, et acquérir ainsi les fonds nécessaires à l'achat d'intrants.

Par ailleurs, dans un contexte agricole en pleine mutation comme celui du Delta (6), cette meilleure valorisation de l'élevage caprin, à travers l'adoption de pratiques plus intensives, répond au souci partagé par de nombreux Peuls de diversifier leurs sources de revenus (10).

■ CONCLUSION

La pratique de la complémentation des chèvres dans le Delta du fleuve Sénégal entraîne un gain de productivité important, qui se traduit par un bénéfice économique conséquent, même dans les conditions particulières de cette région. A l'heure où l'on parle de systèmes agricoles durables, de réduction des coûts de production, de meilleure valorisation des ressources existantes et d'identité culturelle, le potentiel productif sous-exploité de l'élevage caprin, spécificité des pasteurs et agro-pasteurs peuls, peut ainsi constituer une voie de diversification intéressante.

Summary

Tourrand J.-F., Landais E. Goat productivity in farming production systems of the Senegal River Delta

Based on productivity analyses, the main zootechnical parameters of goat herds in the Senegal River Delta are presented here and compared with available data from the area and other tropical, ecological-regional areas. With an average annual production per goat under one kid (0.85), weighing a little less than 8 kg at three months, the results are relatively low, although in line with the area norms. Feeding habits, that enable Peul farmers of the Delta area to improve flock productivity (by about 35-40 %) and thus the production potential value of their goat flock, are also described here.

Key words: Goat - Kid - Productivity - Feeding - Food enrichment - Animal husbandry - Zootechny - Senegal.

* La référence choisie étant le salaire annuel moyen d'un emploi dans une agro-industrie évalué à environ 8 400 FF (10)

BIBLIOGRAPHIE

1. AUDRU J., 1966. Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le Delta du fleuve Sénégal (tome 1 : description du milieu - tome 2 : politique de l'élevage). Maisons-Alfort, France, IEMVT, 359 p.
2. BOURZAT D., 1991. Les petits ruminants dans les systèmes de production des zones aride et semi-aride de Somalie et du Burkina Faso. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 252 p. + annexes.
3. FAUGERE O., FAUGERE B., 1993. "Panurge". Suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel (Manuel). Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, ISRA-LNERV, 340 p. (Coll. Les logiciels en élevage)
4. FRANÇOIS J.L., 1990. Projet d'encadrement des éleveurs du Gorgol (Mauritanie) : résultats du suivi zootechnique des petits ruminants. Paris, France, Ministère français pour la coopération, 93 p.
5. LANDAIS E., FAUGERE O., 1990. Un modèle illustré de système d'investigation pour l'étude pluridisciplinaire des systèmes d'élevage en milieu traditionnel africain. *Cah. Rech. Dév.*, 25 : 75-94.
6. LEGAL P.Y., 1992. Le Delta du fleuve Sénégal : une région en pleine mutation. Montpellier, France, CIRAD-SAR, 16 p. (n°70-92)
7. MOULIN C.H., 1993. Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la communauté rurale de Ndiagne. Thèse doct., INA Paris-Grignon, Paris, France, 259 p.
8. MOULIN C.H., FAUGERE O., FAUGERE B., 1994. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. III. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la communauté rurale de Kaymor (Siné-Saloum, Sénégal). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 47 : 223-234.
9. QUIRIN R., 1993. Epidemiologia e prevenção do aborto em caprinos. Petrolina-Pe, Brésil, EMBRAPA-CPATSA, 13 p.
10. TOURRAND J.F., 1993. L'élevage dans la révolution agricole au Waalo : ruptures et continuité. Thèse doc. Etat, Université Paris XII-Val de Marne, Créteil, France, 416 p.
11. TOURRAND J.F., CARON P., BONNAL, 1993. Recherche sur les systèmes d'élevage du semi-aride : cas du Nordeste brésilien. Montpellier, France, CIRAD-EMVT/SAR, 75 p.
12. TOURRAND J.F., LANDAIS E., 1994. Aménagements hydrauliques et développement : stratégies paysannes d'adaptation dans le Delta du fleuve Sénégal (1984-1991). *Nat. Sci. Soc.*, 3(2) : 211-229.

Reçu le 19.1.96, accepté le 12.9.96

Resumen

Tourrand J.-F., Landais E. Productividad caprina en los sistemas de producción agrícola del Delta del Río Senegal

A través del análisis de la productividad, los autores presentan los principales parámetros zootécnicos del hato caprino del Delta del río Senegal, comparándolos con las referencias disponibles para la misma zona, así como algunas otras grandes zonas agro-ecológicas tropicales. Con una producción anual promedio por cabra inferior a un cabrito (0,85), con un peso a tres meses de poco menos de 8 kg, los rendimientos son relativamente bajos, aunque conformes a las normas regionales. Los autores presentan también las prácticas alimenticias que permiten a los productores peul del Delta, mejorar sensiblemente la productividad de sus hatos, entre 35 y 40 por ciento y de valorar así el potencial productivo del hato caprino.

Palabras clave : Cabra - Cabrito - Productividad - Alimentación - Enriquecimiento de los alimentos - Ganadería - Zootecnia - Senegal.

Caractéristiques du sperme et potentiel d'utilisation par insémination artificielle des taureaux de race Borgou

M. Adamou N'Diaye¹ R. Jondet² A. Adjovi³

Mots-clés

Taurin Borgou - Insémination artificielle - Sperme - Saison humide - Bénin.

Résumé

Le but de ce travail est d'évaluer les caractéristiques principales du sperme de taureau Borgou en milieu tropical humide en vue de pratiquer l'insémination artificielle dans cette race. Les récoltes de sperme (au vagin artificiel) se sont déroulées pendant trois mois au cours de la grande saison des pluies au Bénin, au rythme d'un éjaculat par semaine pour 10 taureaux et de deux éjaculats par semaine pour 6 taureaux. Les résultats pour les éjaculats retenus lors de récoltes hebdomadaires sont en moyenne, volume 3,43 ml ; motilité de masse 3,85 (échelle 0-5) ; motilité individuelle 75,7 p. 100 ; concentration $1,19 \times 10^9$ spermatozoïdes/ml ; nombre total $4,09 \times 10^9$ spermatozoïdes. Ils sont, pour les éjaculats retenus lors de récoltes bihebdomadaires, volume 3,16 ; motilité de masse 4,30 ; motilité individuelle 79,5 p. 100 ; concentration $0,76 \times 10^9$ spermatozoïdes/ml ; nombre total $2,45 \times 10^9$ spermatozoïdes.

INTRODUCTION

Le cheptel bovin de la République du Bénin s'élève à 1 100 000 têtes, dont 400 000 appartiennent à la race Borgou*. Cette race, du nom du département du Borgou, résulte d'un croisement considéré comme stabilisé entre le taurin d'Afrique de l'Ouest à courtes cornes Somba (ou, plus accessoirement, Lagunaire) et le zébu, principalement le White Fulani (Mbororo Akou). Les bovins Borgou, que l'on rencontre aussi au Togo, au Burkina Faso et au Nigeria, sont des animaux trypanotolérants grâce à l'apport de sang Somba. Particulièrement dociles (qualité non négligeable), ils se révèlent compétitifs par rapport aux autres taurins d'Afrique de l'Ouest, eux aussi trypanotolérants (N'Dama, Baoulé), en matière de vitesse de croissance (23), de production laitière (18) et de taux de vêlage (10).

Des caractéristiques de sperme d'autres races voisines sont déjà connues (N'Dama, Baoulé), alors que celles de la race Borgou ne le sont guère (2). Pourtant, afin d'augmenter les productions de viande et de lait qui sont encore très insuffisantes, les autorités béninoises envisagent de promouvoir l'amélioration du bétail Borgou, notamment à l'aide de l'insémination artificielle. La connaissance des principales caractéristiques du sperme permet d'évaluer le potentiel d'utilisation d'un taureau au sein d'une population de vaches donnée au moyen de cette technique. Tel est l'objectif du présent travail.

1. Faculté des sciences agronomiques, UNB, BP 526, Cotonou, République du Bénin

2. Directeur général honoraire, Centre d'insémination artificielle, Rennes, France

3. Faculté des sciences agronomiques, UNB, BP 526, Cotonou, République du Bénin

* Chiffres fournis par la Direction de l'Élevage, Ministère du développement rural, Cotonou, République du Bénin

MATERIEL ET METHODES

Les 16 taureaux utilisés font partie de la station expérimentale d'élevage de la Faculté des sciences agronomiques (Université nationale du Bénin) à Cotonou. Ces taureaux, âgés de 4 à 6 ans, sont alimentés, à longueur d'année, avec les seuls pâturages locaux, c'est-à-dire les graminées qu'ils broutent pendant trois heures le matin et pendant deux heures et demie l'après-midi : *Paspalum conjugatum*, *Brachiaria deflexa*, *Sporobolus horizontalis*, *Eleusine indica*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*. En dehors de ces périodes, ils sont maintenus au piquet, dans un enclos collectif pourvu d'un espace couvert. Ils n'y reçoivent aucune complémentation autre que des "pierres à lécher" (phosphate bicalcique, chlorures de sodium et de potassium, carbonate de zinc, sulfate de cuivre, soufre). Les taureaux de l'étude ont fait l'objet d'un sérieux entraînement préalable au prélèvement de sperme (sans difficulté) pendant plusieurs semaines, plusieurs mois pour certains. Les récoltes ont été effectuées le matin, entre 8 et 10 heures, à l'aide du vagin artificiel, le taureau concerné montant sur un "boute-en-train", un autre mâle en l'occurrence, après mise en conditionnement avec un temps de préparation de 10 min comprenant une ou deux fausses montes. Un seul éjaculat a été récolté par jour de collecte.

Le sperme recueilli a été aussitôt examiné à l'oeil nu, pour enregistrer le volume, la couleur et la consistance. Il a été ensuite observé au microscope, sur platine chauffante à $+37/+38^\circ\text{C}$ pour en apprécier la motilité. Pour la motilité massale, une goutte de sperme pur a été examinée au faible grossissement (40 à 100) : l'intensité et la turbulence des "vagues" ont été notées selon l'échelle 0-5. Pour la motilité individuelle, une goutte de sperme dilué avec une solution tampon de citrate de sodium $2 \text{ H}_2\text{O}$ (2,9 g dans 100 ml d'eau bidistillée) a été observée entre lame et lamelle, au grossissement 300-400, pour évaluer la proportion de spermato-

zoïdes vivants qui présentaient un mouvement de progression rectiligne vers l'avant (spermatozoïdes dits "fléchants"). La concentration a été déterminée avec précision à l'aide d'un hémocytomètre, par comptage des spermatozoïdes dans une goutte de sperme dilué au 1/100 avec une solution de chlorure de sodium à 3 p. 100.

Ce travail, qui comporte deux parties, s'est déroulé sur une période de trois mois, en climat subéquatorial, pendant la grande saison des pluies (avril à juillet), alors que, dans cette zone côtière du Bénin, la température ambiante se maintient entre 28 et 31°C et que le taux d'humidité relative se situe entre 89 et 95 p. 100.

Dans la première partie, dix taureaux ont été utilisés, à raison d'un seul prélèvement de sperme par semaine. N'ont été pris en considération que les éjaculats qui répondaient aux conditions requises pour une éventuelle utilisation en insémination artificielle, c'est-à-dire ceux dont la motilité de masse était au moins égale à 3 (échelle 0-5), dont la motilité individuelle atteignait le minimum de 60 p. 100 de spermatozoïdes "fléchants", et dont la concentration n'était pas inférieure à $0,6 \times 10^9$ spermatozoïdes/ml.

Dans la deuxième partie, six autres taureaux ont été soumis à la fréquence de deux prélèvements de sperme par semaine au lieu d'un seul :

- le mardi et le jeudi (intervalle de 48 h) pour trois d'entre eux,
- le mardi et le vendredi (intervalle de 72 h) pour les trois autres.

■ RESULTATS

Principales caractéristiques du sperme chez le taureau de race Borgou

Avec un seul prélèvement de sperme par semaine

Les caractéristiques moyennes des 104 éjaculats retenus (sur 131 collectés, tous taureaux confondus) figurent au tableau I. On

constate que la production "utile" par taureau présent s'est élevée à $4,09 \times 10^9$ spermatozoïdes par semaine.

Avec deux prélèvements de sperme par semaine

Lorsque les récoltes bihebdomadaires sont effectuées à 48 h d'intervalle (le mardi et le jeudi) ou lorsque l'intervalle qui sépare les deux récoltes est porté à 72 h (le mardi et le vendredi), les caractéristiques du sperme ne sont guère modifiées lors du deuxième prélèvement. Aucune différence ne s'est révélée significative ($p < 0,05$). En totalisant les deux éjaculats, on a obtenu $5,39 \times 10^9$ spermatozoïdes par taureau et par semaine avec un intervalle de 48 h et $4,42 \times 10^9$ spermatozoïdes par taureau et par semaine avec un intervalle de 72 h.

■ DISCUSSION

Principales caractéristiques du sperme chez le taureau de race Borgou

Les seuils d'acceptabilité fixés par les auteurs en matière de motilité et de concentration ont entraîné, dans le cas des taureaux soumis à une récolte hebdomadaire, l'élimination de 27 éjaculats (20,6 p. 100). Cette élimination correspond à un minimum de sévérité dans un centre de production de semence, surtout lorsqu'il s'agit de semence congelée (14). Si ces mêmes seuils avaient été appliqués lors de récoltes bihebdomadaires, 14 éjaculats (17,9 p. 100) sur les 78 collectés auraient été éliminés : 4 pour motilité médiocre et 10 pour concentration insuffisante.

Les chiffres présentés ici concernant les caractéristiques du sperme chez le taureau Borgou sont un peu plus élevés que ceux rapportés pour le taureau Baoulé au Burkina Faso : volume 2,70 ml ; motilité de masse 3,10 ; concentration $0,96 \times 10^9$ spermatozoïdes/ml ; nombre total de spermatozoïdes $2,59 \times 10^9$ (7). Les différences sont imputables à la race mais aussi, en partie tout au moins, à des facteurs saisonniers, du fait que ce travail de recherche n'a pu être

TABLEAU I

Caractéristiques du sperme selon la fréquence des récoltes

Fréquence des récoltes

Caractéristiques des éjaculats	une fois par semaine	deux fois par semaine	
		intervalle 48 h	intervalle 72 h
Nombre	104	38	40
Volume (ml)	3,43 (1,12) a	3,45 (1,48) a	2,9 (1,20) a
Motilité de masse (0 à 5)	3,85 (0,61) a	4,26 (1,36) b	4,35 (1,33) b
Motilité individuelle (%)	75,7 (5,91) a	79,1 (5,68) b	80,1 (5,51) b
Concentration (10^9 spz/ml)	1,19 (0,20) a	0,78 (0,23) b	0,75 (0,21) b
Nombre total de spz (10^9)	4,09 (1,43) a	2,70 (1,05) b	2,20 (0,97) b

spz = spermatozoïdes

() = écart-type de la moyenne ; les lettres indiquent si les différences sont significatives sur la même ligne.

étalé sur toute une année. Les avis sont cependant partagés quant à l'influence du climat et de ses composantes (température ambiante, hygrométrie, insolation). La plupart des auteurs s'accordent plutôt sur le fait que les effets néfastes des fortes chaleurs se traduisent principalement par une augmentation des spermatozoïdes anormaux et ce, quelle que soit la race en cause (11, 12, 16, 20, 22).

Le recours aux récoltes bihebdomadaires présente un intérêt certain en permettant d'obtenir davantage de spermatozoïdes d'un même taureau comparativement à une récolte hebdomadaire, dans le même temps. Ce gain avait été évalué à 60 p. 100 avec la race Holstein (3).

Potentiel d'utilisation d'un taureau Borgou pour l'insémination artificielle

Sachant que la production de sperme (en quantité et en qualité) n'est pas égale toute l'année (7, 11, 13, 16, 24), il a été supposé, pour les calculs, que la production annuelle correspond aux 4/5 de celle obtenue en interpolant sur toute l'année les collectes effectuées en saison des pluies.

- Emploi de la semence diluée réfrigérée, conservée à +5°C (semence dite "fraîche")

Avec 10×10^6 spermatozoïdes par dose, la production hebdomadaire s'élève au moins à 400 doses de semence, soit environ 17 000 par an. Des millions de vaches ont été fécondées avec de la semence "fraîche" au cours du demi-siècle écoulé, un peu partout dans le monde mais surtout en Europe et en Amérique du Nord. Des inséminations ont même été réalisées en Afrique (Kenya) sur des vaches zébu dès 1935 (4). Il faut dire que l'emploi de la semence "fraîche", dont le délai d'utilisation n'excède pas deux, trois jours tout au plus, est une technique simple qui ne requiert pas de matériel coûteux (21). Cette méthode qui, à titre expérimental, a déjà donné satisfaction au Bénin pourrait fort bien être adoptée dans ce pays, dans une première phase tout au moins.

- Emploi de la semence diluée congelée et conservée dans l'azote liquide (-196°C)

Les opérations de dilution (avec un milieu contenant du glycérol), de congélation et de dégel entraînent, par rapport à la semence "fraîche", une perte supplémentaire de spermatozoïdes. Pour obtenir une bonne fécondation, le nombre de spermatozoïdes mobiles après décongélation doit, comme pour la semence "fraîche", être compris entre 7 et 15 millions, ce qui correspond à un nombre total de spermatozoïdes initial pouvant aller de 10 à 60 millions de spermatozoïdes par dose de semence (8). En France, avec le sperme des taureaux de race laitière ou mixte, la race Normande, par exemple, chaque dose de semence conditionnée en minipaillettes contient le plus souvent 20 millions de spermatozoïdes et la proportion de spermatozoïdes trouvés "fléchants" au dégel atteint généralement des chiffres assez élevés : 65 p. 100 (moyenne de 12 694 éjaculats), la perte restant au-dessous de 5 p. 100 (14). Il est vrai que, dans ce cas, les reproducteurs des centres d'insémination font l'objet d'une sélection poussée au point de vue zootechnique et qu'ils subissent en outre, lors de la puberté, un contrôle rigoureux de la fonction sexuelle (19). Ils sont, de plus, entretenus dans des conditions très strictes d'alimentation et d'hygiène. Il n'en est pas encore de même sous les tropiques où le taux de spermatozoïdes "fléchants" au dégel est, en général, de l'ordre de 40 à 45 p. 100 (ou parfois moins) et ce, quelle que soit la race du taureau : zébus (9), races d'origine européenne (5, 6), méteils divers *Bos indicus* x *Bos taurus* (15, 17) et, naturellement, la race béninoise Borgou (1). Aussi, pour être sûr d'avoir dans la paillette, lors

du dégel, le minimum souhaité de 15 millions de spermatozoïdes "fléchants", il importe de revoir à la baisse les chiffres de production de semence à partir d'un éjaculat. Tablant (prudemment) sur un taux de survie de 40 p. 100, il faudrait donc préparer des doses avec un total de $32,5 \times 10^6$ spermatozoïdes. On obtiendrait, en moyenne, 126 doses de semence congelée à partir de l'éjaculat récolté dans la semaine, soit environ 5 200 par an.

- Combien de vaches un taureau Borgou pourrait-il féconder annuellement grâce à l'insémination artificielle ?

Dans les centres européens d'insémination artificielle, en France notamment, on considère qu'il ne faut pas moins de 1,6 à 1,7 inséminations, avec des techniciens parfaitement expérimentés, pour féconder une vache. Ce chiffre est souvent plus élevé en pays tropicaux où il peut même aller jusqu'à 3,6 et même plus.

Il semble donc raisonnable, dans un premier temps, de prévoir trois interventions afin d'éviter toute déconvenue. Un taureau Borgou pourrait alors féconder environ 5 600 vaches par an avec de la semence "fraîche" et 1 750 avec de la semence congelée.

La production des taureaux pourrait être cependant majorée :

1) en pratiquant deux prélèvements de sperme par semaine, au lieu d'un seul, sur un même taureau : le nombre de doses préparées par an passerait alors de 17 000 à 22 500 en semence "fraîche" et de 5 200 à 7 000 en semence congelée ; de ce fait, le nombre de vaches fécondées atteindrait 7 500 avec de la semence "fraîche" et 2 300 avec de la semence congelée.

2) en prélevant, sur un même taureau, deux éjaculats par jour de récolte ;

3) en améliorant l'entretien des reproducteurs, notamment en leur apportant une alimentation équilibrée de nature à favoriser la production du sperme, en quantité et en qualité ;

4) en les protégeant des excès de chaleur.

Des taureaux "de secours" sont, bien évidemment, indispensables surtout lors d'emploi exclusif de semence "fraîche" pour pallier les indisponibilités transitoires ou définitives.

De toutes façons, ces calculs n'ont d'autre prétention que celle de servir d'éléments d'estimation pour la création d'un service d'insémination artificielle.

■ CONCLUSION

Il découle de cette étude qu'il est possible de prélever du sperme, une ou deux fois par semaine, sur les taureaux de race Borgou, en saison des pluies. L'utilisation de l'insémination artificielle permettrait de mettre en œuvre un programme d'amélioration génétique.

Remerciements

Nous remercions bien sincèrement Monsieur le Professeur Labussière, de l'Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes, et son collaborateur Monsieur Combaud, pour l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée dans l'analyse statistique des résultats.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMOU N'DIAYE M., 1994. Technologie du sperme chez le taureau de race Borgou. Thèse Doct. ès-Sciences, Université François Rabelais, Tours, France, 136 p.

2. ADAMOU N'DIAYE M., JONDET R., ADJOVI A., DOSSOU BODJRE-NOU S.J., 1990. Caractéristiques du sperme chez le taureau de race Borgou. *Bull. Acad. vét. France*, **63** : 283-288.
3. ALMQUIST J.O., HALE E.B., 1957. An approach to the measurement of sexual behaviour and semen production of dairy bulls. In: 3rd Cong. int. Reprod. Anim., Cambridge, United Kingdom, 25-30 juin 1956, p. 50-59.
4. ANDERSON J., 1945. The semen of animals and its use for artificial insemination. In: Proc. 7th int. Genet. Cong., 1939, Edimburgh. Edimbourg, United Kingdom, Tech. Commun. imp. Bureau Anim. Breed. Genet., p. 107-109.
5. BARNABE V.H., 1979. Avaliação de semen congelado de bovinos com especial referência à integridade do acrossomo. Thèse Doct., Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de Sao Paulo, Brésil, 70 p.
6. BONIA K.K., ANSARI M.R., BENJAMIN B.R., 1979. The effect of ambient temperature and relative humidity on the sperm recovery rate in frozen semen. *Indian. vet. Med. J.*, **3**: 59-64.
7. CLOE L.C., CHICOTEAU P., COULIBALY M., BASSINGA A., 1989. Caractéristiques spermatiques du taureau Baoulé *Bos taurus taurus* au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 457-462.
8. CRAPLET C., THIBIER M., 1973. La vache laitière. Paris, France, Vigot Frères, 726 p. (p. 172).
9. DA SILVA R.G., CASAGRANDE J.F., 1977. Influence of high environmental temperatures on some characteristics of zebu semen, vol. IV. In: 8th Cong. int. reprod. anim. insemin. artif., 12-16 juillet 1976, Cracovie, Pologne. Varsovie, Pologne, Ministère de l'agriculture, p. 939-942.
10. DEHOUX J.P., HOUNSOU-VE G., 1992. Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au Nord-Est du Bénin. Rome, Italie, FAO. (Projet PNUD/FAO/BEN 886012 - Rapport d'étude n°1)
11. FAYEMI O., ADEGBITE O., 1982. Seasonal variations in sperm abnormalities in bulls in a tropical climate. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* **35** (1) : 69-72.
12. GAUTHIER D., VARO H., 1985. Caractéristiques spermatiques des taureaux en Guadeloupe. Variations avec la race et la saison. *Ann. Zootech.*, **34** (4) : 463-470.
13. IGBOELI G., RAKHA A.M., 1971. Seasonal changes in the ejaculate characteristics of Angoni (short horn zebu) bulls. *J. Anim. Sci.*, **33** (3): 651-654.
14. JONDET R., 1980. Contribution à l'amélioration de la technologie du sperme de taureau. Thèse Doct. ès-Sciences, Université de Rennes, Rennes, France, 166 p.
15. JONDET R., PEREIRA ELER J., 1980. Tecnologia do sêmen. In : Reprodução dos animais e inseminação artificial, 6^e ed. Porto Alegre, Brésil, Livraria Sulina, 545 p.
16. KUMI-DIAKA J., OSORI D., NAGARATNAM U., 1980. Spermograms of Sokoto Gudali bulls in relation to season and ration supplementation in Northern Nigeria. *Br. vet. J.*, **136**: 222-226.
17. MATHEWS A., JOSEPH P.J., JOSE T.K., 1982. Semen characteristics of purebred and cross-bred bulls. *Indian vet. J.*, **59**: 364-367.
18. OGODJA O.J., HOUNSOU-VE G., DEHOUX J.P., 1991. Impact de la supplémentation en graines de coton sur la qualité du lait trait et la croissance des veaux de vaches Borgou, et son intérêt économique. Parakou, République du Bénin, Centre d'action régionale de développement rural (CARDER). (Projet Développement pastoral intégré dans le Borgou)
19. PAREZ M., THIBIER M., 1983. Contrôle de la fonction sexuelle chez le jeune taurillon. *Elev. Insém.* **197** : 3-16, **198** : 3-13.
20. RAJA C.S.K., RAO A.R., 1983. Semen characteristics of Brown Swiss cross-bred bulls. *Indian vet. J.*, **60**: 23-28.
21. SAUVEROCHE B., 1993. La semence fraîche : une alternative à la semence congelée ? Relance de l'insémination artificielle en Afrique. In: L'amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest". Rome, Italie, FAO, p. 107-120. (Production et santé animales 110).
22. SEKONI V.O., GUSTAFFSON B.K., 1987. Seasonal variations in the incidence of sperm morphological abnormalities in dairy bulls regularly used for artificial insemination. *Br. vet. J.*, **143**: 312-317.
23. SINTONDI B., 1986. De l'évolution pondérale du bovin africain sur pâturages naturels en milieu fermier. Cas des types Lagunaire et Borgou au ranch de Samiondji. Cotonou, Bénin, Direction de l'Élevage, Ministère du développement rural.
24. TAMBOURA H., TAHIRI-ZAGRET C., COULIBALY M., 1992. Influence du climat tropical humide sur les caractéristiques spermatiques des races taurines en Côte d'Ivoire. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **40**: 185-196.

Reçu le 25.4.95, accepté le 11.9.96

Summary

Adamou N'Diaye M., Jondet R., Adjovi A. Borgou bull semen characteristics and potential use in artificial insemination

A study was carried out in Benin subequatorial climate during the long rainy season to assess the potential for artificial insemination of Borgou bulls, taking into account semen characteristics. One ejaculate a week was collected from ten bulls and two a week from six bulls for three months. The results obtained for semen collected once a week were on average: volume 3.43 ml; mass motility 3.85 (0-5 scale); individual motility 75.7 %; sperm concentration 1.19×10^9 sperm/ml; total sperm 4.09×10^9 . For semen collected twice a week, the results were: volume 3.16; mass motility 4.30; individual motility 79.5 %; concentration 0.76×10^9 sperm/ml; total sperm 2.45×10^9 .

Key words: Borgou cattle - Artificial insemination - Semen - Wet season - Benin.

Resumen

Adamou N'Diaye M., Jondet R., Adjovi A. Características del esperma y su potencial de utilización para la inseminación artificial, de los toros de raza Borgou

La finalidad del presente trabajo fue la de evaluar las características principales del esperma del toro Borgou en un medio tropical húmedo, con el fin de practicar la inseminación artificial en esta raza. Las colectas de esperma (gracias a una vagina artificial) se llevaron a cabo durante tres meses, en el curso de la gran estación lluviosa en Benin, con un ritmo de una eyaculación semanal en 10 toros y de dos eyaculaciones por semana para 6 toros. Los resultados de los eyaculados obtenidos durante las colectas semanales son, en promedio : volumen de 3,43 ml ; motilidad en masa de 3,85 (escala de 0 a 5) ; motilidad individual de 75,7 p. 100 ; concentración de $1,19 \times 10^9$ espermatozoides/ml ; cantidad total de espermatozoides de $4,09 \times 10^9$. Para los eyaculados obtenidos durante las colectas bisemanales son : volumen de 3,16 ; motilidad en masa de 4,30 ; motilidad individual de 79,5 p. 100 ; concentración de $0,76 \times 10^9$ espermatozoides/ml ; cantidad total de espermatozoides de $2,45 \times 10^9$.

Palabras clave : Bovino Borgou- Inseminación artificial - Semen - Estación húmeda - Benin.

Impact of genetic and environmental factors on birth weight of Fulbe sheep in Cameroon

A.L. Ebangi¹ D.A. Mbah² A.C. Ngo Tama¹

Key words

Fulbe Sheep - Birth weight - Heritability - Analytical method - Statistical analysis - Parturition interval - Cameroon.

Summary

From 1984 to 1990, data were collected on birth weights of 607 progeny from 266 dams, originating from a random bred non-selected foundation population of Fulbe sheep kept at the Animal and veterinary Research Station, Garoua (IRZV). The results from the analyses showed that the average age at first lambing was 15 months and the majority of the ewes (57.69 %, n = 225) lambled once. Conceptions peaked at the beginning and at the end of the rainy season. The mean lambing interval decreased with increase in parity and ranged from 10.8 to 13.3 months. Sex of the animals and sex by type of birth interaction did not affect birth weights ($p > 0.01$). On the other hand, the random effect of dam and the fixed effects of year of birth, month by year interaction, type of birth and parity ($p < 0.001$) were higher than the effect of month of birth ($p < 0.01$). Heritability estimates from lambing interval regression of the offspring on that of the dam, the birth weight of the lamb on that of the ewe and from dam variance component were 0.07, 0.35 and 0.45, respectively.

INTRODUCTION

Sheep production plays an important role in the economy and socio-cultural activities of the people of the North and Far North provinces of Cameroon. The sheep population in this part of the country is about 57.8 % of the national sheep population (15). The Fulbe breed found there is dominantly white in coat colour, has long legs, large and long ears that droop on the sides of the head. The females are hornless and the males have long, spiral and horizontal horns. Husbandry practices are mostly in small flocks located in rural areas, in a subsistence manner, with minimal management and capital investment. Consequently, sheep production is in the hands of the rural farmers whose methods of production may not be appropriate in improving flock size and scale of operation. This, as well as the limited information available on the role of existing environmental factors in determining productivity, seriously affect the farmers' earnings in this sector of the economy.

The role of environmental factors in determining sheep productivity in this area is very important because of the

variability, severity and length of the dry season which directly affect forage production. Knowledge of the role of these factors will permit carrying out modifications towards improvement strategies aimed at increasing productivity and/or adjusting the records of reliable genetic parameter estimates.

Therefore, the objectives of this study include identification of environmental factors that influence birth weight of Fulbe sheep reared under relatively rural conditions, determination of the maximum lambing period, oestrous and ovulation activities, determination of productivity parameters under such environment and genetic evaluation of ewe performance through statistical adjustment of productivity for significant management and environmental influences.

MATERIALS AND METHODS

Data on birth weights were collected from 1984 to 1990 from a random bred non-selected foundation population of Fulbe (Peulh) sheep maintained at the Animal and veterinary Research Station, Garoua, Cameroon. All the animals were identified with ear tags. Each progeny was pedigreed only by dam. Individual sire identification of lambs was not possible because the ewes were exposed to several rams simultaneously. Management practices were relatively rural. The animals were allowed to graze on

1. Institute of animal and veterinary research (IRZV), PO Box 1073, Garoua, Cameroon

2. Ministry of scientific and technical research, PO Box 1457, Yaoundé, Cameroon

unimproved pastures during the rainy and dry seasons and were given varying quantities of feed supplementation (cotton seed cake and brewer's dry grain) in the dry season.

This region is located within the Sudano-Guinean zone of Cameroon. The rain pattern divides the year into two distinct seasons: a rainy period that usually begins in April and ends in October, with no consistent pattern of rainfall, and a very severe dry season from November to April. There is such an irregular variation in precipitation that the quality and quantity of forage available for grazing change according to the seasonality and distribution of rain.

Ewes and lambs were identified and the lamb birth weights (kg), sex, parity, type of birth, month and year of birth were recorded within 24 h of lambing.

Statistical model and analytical technique

The linear model (dam model) used to obtain the least squares means (LSM) estimates for lamb birth weights was as follows:

$$Y_{ijklmno} = \mu + D_i + M_j + Y_k + S_l + T_m + U_n + (MY)_{ij} + e_{ijklmno}$$

where,

$Y_{ijklmno}$ = birth weight of the 0th lamb, from the nth parity, of the mth type of birth, of lth sex, born in the jth month of the Kth year by the ith ewe randomly mated,

μ = overall mean,

D_i = random effect of the ith ewe ($i = 1, 2, \dots, D = 266$),

M_j = fixed effect of the jth month of birth ($j = 1, 2, \dots, M = 12$),

Y_k = fixed effect of the kth year of birth ($k = 1, 2, \dots, Y = 7$),

S_l = fixed effect of the lth sex ($l = 1, 2$),

T_m = fixed effect of the mth type of birth ($m = 1, 2$),

U_n = fixed effect of the nth parity ($n = 1, 2, \dots, U = 5$) and

$(MY)_{ij}$ = effect of the interaction of the ith month of birth with the jth year of birth, and

$e_{ijklmno}$ = random error, iid ($0, \sigma^2_e$).

The data were analysed using the Mixed model least-squares and Maximum likelihood computer program (9) which adjusted for fixed effects. This method uses Henderson's method 3 (10) to estimate the dam variance component (σ^2_d) and the error variance component (σ^2_e) from which heritability (h^2_d) and its error were computed. The least squares means estimates (LSM) and their appropriate standard errors were also computed using LSMLMW Computer Program (9).

Estimates of the regression coefficients and standard errors of offspring lambing interval and birth weight on the ewe lambing interval and birth weight (b_{op}) were carried out according to the method reported by Mead and Curnow (14). Heritabilities and their standard errors were estimated as described by Falconer (6). Ewes which lambed more than once were considered as separate entries due to the fact that the age of the ewe has been shown to significantly affect her performance (1, 17).

RESULTS AND DISCUSSION

Although, the ewes lambed all around the year, there was a variation in the number lambed per month. The highest number of births was registered for the month of October followed by that of February (table I). This could be an indication that a high rate of conception took place around the months of May and September, respectively. Consequently, the period of maximum oestrous and ovulation activities could be at the beginning and at the end of the rainy season. Ngo-Tama *et al.* (unpublished results), however, indicated the months of September and November as months of high rate of conception for the same breed. The difference may be due to sample size and seasonal variations. The period of maximum oestrous and ovulation activities may also differ within regions and breeds. The Moroccan Sardi, Beni-Guil and Timahdite breeds show maximum oestrous and ovulation activities during the months of June to January (8). Bearing this in mind, it can be possible to influence the optimum weight for early sexual maturity by giving appropriate feed to the dams during pregnancy and to the lambs up to puberty.

Statistically, there was a significant month effect ($p < 0.01$) on birth weights. A comparative month effect ($p < 0.005$) was reported by Ngo-Tama *et al.* (unpublished results) for the same breed. Fall *et al.* (7) also reported a month effect ($p < 0.001$) for tropical sheep. Bathaei and Leroy (1), however, reported a non-significant month effect ($p > 0.001$) for the Iranian fat-tailed Mehraban sheep.

The year effect on birth weight was highly significant ($p < 0.001$). Similar results have been obtained by various researchers on various breeds (1, 4, 7, 16). The interaction effect of month by year of birth was quite significant ($p < 0.001$). Bathaei and Leroy (1) reported similar results. The significant effects of month, year and month by year of birth interaction could be due to seasonal variations, associated with nutritional problems, climatic stress, incidence of diseases, herdsman skill or probable changes in the genetic make-up of the flock during the long period of breeding. These variations caused changes in the quantity and quality of forage, and in the weight and body condition of gravid ewes. These effects subsequently influenced the lamb birth weights.

The random effect of dam on lamb birth weight was highly significant ($p < 0.001$). Foetuses of gravid dams tend to receive nutrients in priority and, therefore, are to a degree protected from environmental fluctuations (4), but differences in the genes transmitted from the dam to the offspring, variations in pre-natal environment and changes in the dam nutrition and body condition could seriously affect the birth weights.

Birth types are presented in table II. Though single births were predominant, twinning was also significant. Triplets and quadruplets, however, were not common. Ngo-Tama *et al.* (unpublished results) obtained comparable results for the same breed. Shelton and Menzies (17) reported a range of 7.7 to 28.9 % and 19.7 to 44.3 % of multiple births for fine-wool sheep maintained in two different stations. The type of birth effect was quite significant ($p < 0.001$). Single lambs were heavier at birth than twins. Similar results have also been reported by various researchers (13, 16). This could result from the limited capacity of the ewe to provide pre-natal nourishment for the development of the foetus. Therefore, where twins are concerned, feed supplementation may be necessary to compensate for the deficiencies they might have acquired in their pre-natal environment and while competing for maternal milk (4, 16).

TABLE I

Least squares means (LSM) and standard error (s.e.) of birth weight (kg) according to significant environmental fixed effects (n = 607)

Main effect	Nbr. obs.	LSM of birth weight	s.e.
Month of birth**			
January	45	1.77	0.13
February	73	1.84	0.11
March	48	1.89	0.12
April	50	2.11	0.14
May	48	2.14	0.13
June	43	2.29	0.13
July	44	2.42	0.14
August	48	2.11	0.13
September	56	2.19	0.13
October	82	2.19	0.10
November	39	2.15	0.13
December	31	2.54	0.15
Year of birth***			
1984	20	2.45	0.53
1985	78	1.84	0.15
1986	89	1.55	0.13
1987	64	1.72	0.14
1988	89	2.12	0.12
1989	123	2.55	0.11
1990	144	2.71	0.11
Sex (ns)			
Male	322	2.19	0.05
Female	285	2.07	0.09
Type of birth***			
Single	397	2.32	0.05
Double	210	1.95	0.06
Interactions			
Month by year***	607	2.14	0.37
Single x male (ns)	227	2.41	0.06
Double x male (ns)	95	1.98	0.08
Single x female (ns)	170	2.22	0.07
Double x female (ns)	115	1.92	0.08
Parity***			
1	350	2.15	0.06
2	134	2.29	0.08
3	100	2.44	0.13
4	20	2.15	0.12
5	3	3.53	0.39

** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$

nbr. obs. = number of observations

n.s. = non-significant

TABLE II

Type of birth (n = 593)

Traits	Nbr. births	% birth	% progeny
Single	465	78.4	63.8
Twin	125	21.1	34.3
Triplet	2	0.3	0.8
Quadruplet	1	0.2	0.6

TABLE III

Lambing percentage of ewes (n = 390)

Traits	Nbr. ewes	%
Lambled once	225	57.69
Lambled twice	76	19.49
Lambled thrice	42	10.77
Lambled four times	29	7.44
Lambled five times	13	3.34
Lambled six times	5	1.26

The percentage of ewes that lambled decreased with increase in parity (table III). This could be an indication of a negative correlation between age of the ewes and lambing percentage.

The age of the ewe has been shown to significantly affect her performance (1, 17). Consequently, under random mating conditions it may be economical to carry out a selection based on breeding to increase ewe fertility (twinning) under improved management as multiple births could result in maximum meat output per unit of input. Selection in this direction, however, will depend on the economic advantages of feed supplementation (3, 4) and its availability during the stressful period to compensate for slow growth of lambs born and raised as twins (16).

Parity was equally a very significant source of variation for the lamb birth weight ($p < 0.001$). Comparative results have been reported on various breeds by Bologum *et al.* (5), Fall *et al.* (7) and Inyangala *et al.* (11). This is because first parity dams are still growing and therefore must provide for their nourishment and that of the foetus.

The mean, s.e. and range of age at first lambing were 15, 5.8 and 8-28 months, respectively (n = 112). Similar results were obtained by Ngo-Tama *et al.* (unpublished results) for the same breed. The mean lambing interval decreased with increase in parity (table IV). Rajab *et al.* (16) explained this occurrence by the fact that ewes at

TABLE IV

Mean lambing interval (months) (n = 160)

Traits	Interval	SD
1st and 2nd parity (n = 76)	13.29	1.03
2nd and 3rd parity (n = 42)	12.26	1.89
3rd and 4th parity (n = 29)	10.92	5.29
4th and 5th parity (n = 13)	10.79	3.13

SD = Standard deviation

first parity just reached sexual maturity and, as a result, their ovulation rate and their efficiency in providing nourishment and ultra-uterine environment during pre-natal development was at its lowest. In this study involving a random mating system, most of the dams might have entered into reproductive life much earlier than it would have been with planned breeding practices.

The LSM and s.e. of the environmental effects studied are presented in table I. Although the LSM of male birth weights were higher than those of females for all the fixed effects and lambs from single births were generally heavier than those from double births, there was no significant sex effect ($p > 0.01$). The results compare favourably with those obtained by Rajab *et al.* (16) on the performance of three tropical hair sheep. Bathaei and Leroy (1) and Fall *et al.* (7), however, reported significant sex effects ($p < 0.001$) on birth weights for the Iranian fat-tailed Mehraban and tropical sheep breeds, respectively. The differences observed in the weights of male and female lambs could be due to hormonal differences in their endocrinological and physiological functions.

The heritability estimates and s.e. from the dam variance component and from the regression of offspring lambing interval (n = 44) and birth weight (n = 120) on the ewe are presented in table V. The estimate from the dam component is much larger than the estimate from the b_{op} indicating a substantial bias which could be due to common environment, maternal and/or dominance effects. On the other hand, this high estimate (0.45) from the dam component seemed to suggest a high variance of milking and maternal ability in this breed (to be proven). The estimate from the regression of offspring birth weight on the birth weight of the dam appeared to be free from unwanted variations due to environmental differences between sire groups, though the approach did not adjust for environmental factors. Although this estimate compares favourably with that of 0.33 reported by Bathaei and Leroy (2) on the Iranian fat-tailed Mehraban sheep breed, Fall *et al.* (7) on the Djallonke sheep breed, Strickberger (18) on the Shropshire sheep, it was higher than that reported by Inyangala *et al.* (12) on the Dorper sheep. This difference could be due to sample size, method of estimation, genotype-environmental interaction and breed type. This moderately high estimate seems to suggest that an intrapopulation selection carried out on birth weight of the Fulbe sheep breed could be genetically profitable. The heritability estimate of lambing interval from the regression of offspring lambing interval on dam is quite low, indicating the

TABLE V

Estimates of heritability, standard error and confident interval of lambing interval and lamb birth weight from dam component and from regression

Trait	Component	h^2	s.e.	CI (95 %)
Birth weight	Dam variance	0.45	0.23	0.01-0.9
	Regression	0.35	0.12	0.1-0.6
Lambing interval	Regression	0.07	0.05	0.04-0.2

 h^2 = heritability

s.e. = standard error

CI = confident interval

important role of environmental factors in the determination of this trait.

CONCLUSION

Climate related environmental factors such as month, year of birth and month by year of birth interaction severely affect the birth weight of the Fulbe sheep ($p < 0.001$). Maximum oestrous and ovulation activities appear to be important at the beginning and the end of the rainy season. The random effect of dam, and the fixed effects of type of birth and parity are equally very pronounced on the birth weight of the Fulbe lambs. Genetic factors also play a very important role in the determination of the birth weight of Fulbe sheep. This denotes a high estimate of heritability (h^2_d) from the dam variance component and a moderate estimate from regression (b_{op}). The moderately high estimate of 0.35 and the low s.e. of 0.12 could suggest that the birth weight of the lambs could be used for mass selection. On the other hand, environmental factors seem to influence lambing interval more than is expected of genetic factors as shown by the very low estimate of heritability from regression.

Acknowledgements

The authors are deeply indebted to the following for their immense contribution towards the realization of this work: the authorities of the Institute of animal and veterinary research, who authorized the publication of the work, Dr. S.N. Ibe of the Department of Animal Science, University of Nigeria, Nsukka for making the analytical package available to us and for reading the manuscript along with Drs. N.D. Awa and A. Njoya of IRZV, Garoua. Special thanks to Dr. V. Tanya for aging the first flock on which the data were collected, Dr. D. Abba, then Chief of Garoua Sub Station, and to all the technicians of the Small Ruminant Section of IRZV, Garoua, who helped collecting the data.

REFERENCES

1. BATHAEI S.S., LEROY P.L., 1994. Lamb growth performance and factors affecting body weight of Iranian fat-tailed Mehraban breed of sheep. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** (1) : 113-116.
2. BATHAEI S.S., LEROY P.L., 1994. Genetic parameters for pre-weaning growth traits of the Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** (2) : 235-238.
3. BLACKBURN H.D., CARTWRIGHT T.C., 1987. Description and validation of the Texas A&M sheep simulation model. *J. Anim. Sci.*, **65**: 373.
4. BRADFORD G.E., 1985. Selection for litter size. In: D.W. Robinson ed., Genetics of reproduction in sheep. London, United Kingdom, Butterworths, p. 3-18.
5. BOLOGUM R.O., OLAYEMI M.E., OSINOWO O.A., 1993. Environmental factors affecting birth weight and litter size in Yankasa sheep. *Nigeria J. Anim. Prod.*, **20** (1-2): 14.
6. FALCONER D.S., 1989. Introduction to quantitative genetics, 3rd ed. Hong kong, ELBS/Longman Group (FE) Ltd, p. 163.
7. FALL A., DIOP M., SANFORD J., WISSOCQ Y.J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., 1981. Evaluation des productivités des ovins Djallonké et de taureaux N'Dama au Centre de recherches zootechniques Kolda, Sénégal. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, 74 p. (Rapport de recherches n° 3)
8. GLATZEL P., 1987. The fertility of the D'Man sheep and other native Moroccan breeds. *Anim. Res. Dev.*, **26**: 112.
9. HARVEY W.R., 1987. Mixed model least-square and Maximum likelihood computer program. Columbus, USA, Ohio University. (Mimeograph)
10. HENDERSON C.R., 1953. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, **9**: 226.
11. INYANGALA B.A.O., REGE G.A.O., ILTUYA S., 1991. Growth traits of the Dorper sheep 1. Factors influencing growth traits. In: Proceedings of the 1st biennial conference of the African small ruminant research network, Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990. Nairobi, Kenya, ILRAD, p. 505.
12. INYANGALA B.A.O., REGE G.A.O., ILTYA S., 1991. Growth traits of the Dorper sheep II. Genetic and phenotypic parameters. In: Proceedings of the 1st biennial conference of the African small ruminant research network, Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990. Nairobi, Kenya, ILRAD, p. 517.
13. MANYUCHI B., TAWONEZI H.P.R., CHIWARA R.M., 1991. Breed and environmental influences on weaner lamb production in Zimbabwe. *Trop. Anim. Health Prod.*, **23**: 115.
14. MEAD R., CURNOW R.N., 1983. Statistical methods in Agriculture and Experimental Biology. London, United Kingdom, Longman, p. 125.
15. NJOYA A., NGO TAMA A.C., BOUCHEL D., 1993. Suivi zootechnique des élevages en milieu paysan du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun. Communication présentée à l'Atelier d'échange et de formation PGII, Maroua-Garoua, Cameroun, 22-25 octobre 1993.
16. RAJAB M.H., CARTWRIGHT T.C., DAHM P.F., FIGEIREDO E.A.P., 1992. Performance of three tropical hair sheep breeds. *J. Anim. Sci.*, **70**: 3351.
17. SHELTON M., MENZIES J.W., 1970. Repeatability and heritability of components of reproductive efficiency in Fine-wool sheep. *J. Anim. Sci.*, **30**: 1.
18. Strickberger M.W., 1976. Genetics, 2nd ed. New York, USA, Macmillan, p. 306.

Reçu le 2.8.94, accepté le 8.8.96

Résumé

Ebangi A.L., Mbah D.A., Ngo Tama A.C. Effets génétiques et de l'environnement sur le poids à la naissance de moutons Foulbé (Peulh) au Cameroun

De 1984 à 1990, les poids à la naissance de 607 agneaux nés de 266 mères ont été enregistrés. La population initiale était composée de moutons Foulbé non-sélectionnés et les accouplements se faisaient au hasard. Les animaux étaient entretenus sur la Station de recherches zootechniques et vétérinaires de Garoua (IRZV). Les résultats de l'analyse des données ont montré que l'âge moyen au premier agnelage était de 15 mois et que la majorité des brebis (57,7 p. 100, n = 225) avait agnelé une fois seulement. Le maximum de fécondations a eu lieu au début et à la fin de la saison des pluies (mai et septembre). L'intervalle moyen entre mises bas compris entre 10,8 et 13,3 mois diminuait avec l'augmentation du rang de mise bas. Le sexe et l'interaction sexe x type de naissance n'ont pas d'effet sur le poids à la naissance ($p > 0,01$). D'autre part, l'effet aléatoire maternel et les effets fixes de l'année de naissance, de l'interaction d'année x mois de naissance, du type de naissance et de la parité étaient plus prononcés ($p < 0,001$) que l'effet mois de naissance ($p < 0,01$). Les estimations de l'héritabilité à partir de la régression de l'intervalle de mise bas de la descendance sur celui de la mère, du poids à la naissance de l'agneau sur celui de la brebis et à partir de la composante de la variance de la mère étaient 0,07, 0,35 et 0,45, respectivement.

Mots-clés : Ovin - Mouton Foulbé - Poids à la naissance - Héritabilité - Technique analytique - Analyse statistique - Intervalle entre parturitions - Cameroun.

Resumen

Ebangi A.L., Mbah D.A., Ngo Tama A.C. Importancia de los factores genéticos y ambientales sobre el peso al nacimiento de las ovejas Fulbe en Camerún

Entre 1984 y 1990 se recolectaron datos sobre el peso al nacimiento de 607 crías de 266 hembras, originarias de una población al azar de raza no seleccionada de ovejas Fulbe, en la Estación de investigación veterinaria y animal, Garoua (IRZV). Los resultados de los análisis muestran que la edad promedio al primer parto fue de 15 meses y que la mayoría de las ovejas (57,65 p. 100, n = 225) parió de una cría única. Los picos de concepción se observaron al inicio y al final de la estación lluviosa. El intervalo entre partos promedio disminuyó conforme aumentó la paridad, variando entre 10,8 y 13,3 meses. El sexo de los animales y la interacción entre el sexo y el tipo de parto, no afectó los pesos al nacimiento ($p > 0,01$). Por otro lado, el efecto al azar de la hembra y los efectos fijos del año de nacimiento, interacción mes-año, tipo de parto y paridad ($p < 0,001$) fueron más elevados que el efecto del mes de nacimiento ($p < 0,01$). La heredabilidad, estimada mediante la regresión de los intervalos entre partos de las crías sobre el de las madres, el peso al nacimiento del cordero sobre el de la madre y el componente de varianza de la madre fueron de 0,07, 0,35 y 0,45 respectivamente.

Palabras clave : Ovino Foulbe - Peso al nacimiento - Heredabilidad - Técnica analítica - Análisis estadístico - Intervalo entre partos - Camerún.