

SOMMAIRE

Pathologie	Alimentation - Nutrition
Virologie	Zootechne
Bactériologie	Économie de l'élevage
Parasitologie	Productions et industries animales
Protozoologie	Agropastoralisme
Helminthologie	Cartographie
Entomologie	Téledétection
Biologie	

PATHOLOGIE

- 149 DOMENECH (J.). Étude de l'épidémiologie des maladies animales en Afrique : stratégies d'approche et rôle des laboratoires vétérinaires

BACTÉRIOLOGIE

- 155 ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ZURBRIGGEN (M.A.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Protection conférée contre l'infection à *Anaplasma marginale* chez les bovins inoculés avec des vaccins réfrigérés congelés contenant *Anaplasma centrale* (en anglais)
- 159 MARTINEZ (D.), SWINKELS (J.), CAMUS (E.), JONGEJAN (F.). Comparaison de trois antigènes pour le sérodiagnostic de la cowdriose par immunofluorescence indirecte

Communication

- 167 YAGOUB (I.A.), MOHAMED (A.A.), SALIM (M.O.). Enquête sérologique sur la prévalence des anticorps contre *Brucella abortus* chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) à l'est du Soudan (en anglais)

PARASITOLOGIE

- 173 JULVEZ (J.), ALI HALIDI (M.A.), BROWN (D.S.). Inventaire des mollusques d'eau douce à Mayotte, archipel des Comores

Communication

- 177 KELA (S.L.), ISTIFANUS (W.A.), OKWUOSA (V.N.). Note sur l'écologie et la distribution des mollusques d'eau douce dans les États du Plateau et de Bauchi (Nigeria) (en anglais)

PROTOZOLOGIE

- 179 BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (C.). Amélioration de la reproductibilité du test ELISA adapté à la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* chez les bovins

HELMINTHOLOGIE

- 187 THYS (E.), VERCRUYSSÉ (J.). Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d'Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux ?
- 193 SALIFU (D.A.), MANGA (T.B.), ONYALI (I.O.). Enquête sur les parasites gastro-intestinaux chez des porcs du Nigeria (Plateau State et Rivers State) (en anglais)

Communication

- 197 SALIFU (D.A.), HARUNA (E.S.), MAKINDE (A.A.), AJAYI (S.T.). Étude d'un cas d'infection à *Thelazia* chez une génisse âgée de 15 mois à Vom, Plateau State, Nigeria (en anglais)

ENTOMOLOGIE

- 199 BOURZAT (D.), GOUTEUX (J.P.). Données préliminaires sur le contact glossines-petits ruminants dans le massif forestier du Mayombe, Congo
- 207 CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MÉROT (P.). Coût de l'emploi de barrières de pièges et d'écrans insecticides pour la protection de la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou, Burkina faso
- 219 NITCHEMAN (S.), JACQUIET (P.). Utilisation de souriceaux pour la mise en évidence de l'infectivité des glossines

ALIMENTATION - NUTRITION

- 225 RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale
- 233 THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence de la castration tardive à 12 mois d'âge sur les performances d'emboûche des béliers Poulfouli de l'extrême nord du Cameroun

Communication

- 239 SINTONDI (B.). Influence des drêches de brasserie séchées dans l'alimentation des poulets de chair au Bénin

ZOOTECHE

- 243 YENIKOYE (A.), MARIANA (J.C.). Population de follicules ovariens chez la brebis Peul

ÉCONOMIE DE L'ÉLEVAGE

- 249 FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. I. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda
- 261 FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga
- 275 WOSU (L.O.), IBEKWE (H.N.). Profil des propriétaires d'animaux dans le district de Nsukka, État d'Anambra, Nigeria (en anglais)

AGROPASTORALISME

- 281 MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). L'intérêt du *Panicum maximum* pour l'intensification fourragère au Sénégal. I. Association maraîchage-élevage
- 287 Informations

CONTENTS

Pathology	Feeding
Virology	Zootechny
Bacteriology	Livestock economy
Parasitology	Animal products
Protozoology	Range management
Helminthology	Mapping
Entomology	Remote sensing
Biology	

PATHOLOGY

- 149 DOMENECH (J.). Study of the epidemiology of animal diseases in Africa : strategy and importance of the veterinary laboratories

BACTERIOLOGY

- 155 ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ZURBRIGGEN (M.A.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Frozen and fresh *Anaplasma centrale* vaccines in the protection of cattle against *Anaplasma marginale* infection
- 159 MARTINEZ (D.), SWINKELS (J.), CAMUS (E.), JONGEJAN (F.). Comparison of three antigens for the serodiagnosis of heartwater by indirect fluorescent test

Short note

- 167 YAGOUB (I.A.), MOHAMED (A.A.), SALIM (M.O.). Serological survey of *Brucella abortus* antibody prevalence in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) from Eastern Sudan

PARASITOLOGY

- 173 JULVEZ (J.), ALI HALIDI (M.A.), BROWN (D.S.). Inventory of freshwater snails in Mayotte, Comoro Islands

Short note

- 177 KELA (S.L.), ISTIFANUS (W.A.), OKWUOSA (V.N.). Note on the ecology and distribution of freshwater snails in the Bauchi and Plateau States, Nigeria

PROTOZOLOGY

- 179 BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (C.). Improvement of the reproducibility of the ELISA test for anti-*Trypanosoma congolense* antibody detection

HELMINTHOLOGY

- 187 THYS (E.), VERCRUYSSSE (J.). Is preventive treatments against gastro-intestinal nematodes of small ruminants in Sahelo-Sudanian Africa still advisable ?
- 193 SALIFU (D.A.), MANGA (T.B.), ONYALI (I.O.). A survey of gastrointestinal parasites in pigs of the Plateau and Rivers State, Nigeria

Short note

- 197 SALIFU (D.A.), HARUNA (E.S.), MAKINDE (A.A.), AJAYI (S.T.). A case report of *Thelazia* infection in a 15-month old heifer in Vom, Plateau State, Nigeria

ENTOMOLOGY

- 199 BOURZAT (D.), GOUTEUX (J.P.). Preliminary data on glossina-small ruminant contact in the Mayombe forestry massif in Congo
- 207 CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MÉROT (P.). Cost-in-use of insecticide impregnated barriers of traps and screens in the pastoral area of Sideradougou, Burkina Faso
- 219 NITCHEMAN (S.), JACQUIET (P.). Use of suckling mice for the detection of tsetse flies with mature trypanosome infections

FEEDING

- 225 RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). The gross and digestible energy content of forages available in tropical Africa
- 233 THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence of late castration at the age of 12 months on the fattening performance of Fulfuli rams in North Cameroon

Short note

- 239 SINTONDI (B.). Influence of dried brewers' grains on broiler feeding in Benin

ZOOTECHNY

- 243 YENIKOYE (A.), MARIANA (J.C.). Ovarian follicle population in the Peul ewe

LIVESTOCK ECONOMY

- 249 FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). Traditional small ruminant rearing system in Senegal. I. Animal management and husbandry practices by livestock owners in the Kolda area
- 261 FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). Traditional small ruminant rearing system in Senegal. II. Animal management and husbandry practices by livestock owners in the Louga area
- 275 WOSU (L.O.), IBEKWE (H.N.). Pattern of animal ownership in the Nsukka local government area of the Anambra State in Nigeria

RANGE MANAGEMENT

- 281 MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Interest of forage intensification with *Panicum maximum* in Senegal. I. Association of vegetable cropping and livestock husbandry
- 287 News

SUMARIO

Patología	Alimentación
Virología	Zootecnia
Bacteriología	Economía de la ganadería
Parasitología	Productos animales
Protozoología	Agropecuaria
Helmintología	Cartografía
Entomología	Teledetección
Biología	

PATOLOGIA

- 149 DOMENECH (J.). Estudio sobre la epidemiología de las enfermedades animales en Africa : estrategias de enfoque y rol de los laboratorios veterinarios

BACTERIOLOGIA

- 155 ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ZURBRIGGEN (M.A.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Protección inducida contra la infección de *Anaplasma marginale* en bovinos inoculados con vacunas refrigeradas o congeladas de *Anaplasma centrale*
- 159 MARTINEZ (D.), SWINKELS (J.), CAMUS (E.), JONGEJAN (F.). Comparación de tres antígenos para el serodiagnóstico de la cowdriosis por inmunofluorescencia indirecta

Breve nota

- 167 YAGOUB (I.A.), MOHAMED (A.A.), SALIM (M.O.). Encuesta serológica de la prevalencia de anticuerpos de *Brucella abortus* en dromedarios (*Camelus dromedarius*) en Sudán del este

PARASITOLOGIA

- 173 JULVEZ (J.), ALI HALIDI (M.A.), BROWN (D.S.). Inventario de los moluscos de agua dulce en Mayotte, archipiélago de las Comodoro

Breve nota

- 177 KELA (S.L.), ISTIFANUS (W.A.), OKWUOSA (V.N.). Nota sobre la ecología y la repartición de los moluscos de agua dulce en los estados de Plateau y Bauchi (Nigeria)

PROTOZOOLOGIA

- 179 BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (C.). Mejoramiento de la reproducción del test ELISA adaptado a la detección de anticuerpos anti-*Trypanosoma congolense* en bovinos

HELMINTOLOGIA

- 187 THYS (E.), VERCRUYSSSE (J.). ¿Es aún aconsejable el tratamiento preventivo contra los nemátodos gastrointestinales de los pequeños rumiantes en la zona sudano-sahelina de Africa ?
- 193 SALIFU (D.A.), MANGA (T.B.), ONYALI (I.O.). Estudio sobre los parásitos gastrointestinales en cerdos de la meseta y la rivera, Nigeria

Breve nota

- 197 SALIFU (D.A.), HARUNA (E.S.), MAKINDE (A.A.), AJAYI (S.T.). Estudio de un caso de infección por *Thelazia* en una becerro de 15 meses de edad en Vom, Plateau State, Nigeria

ENTOMOLOGIA

- 199 BOURZAT (D.), GOUTEUX (J.P.). Datos preliminares sobre el contacto glosinas-pequeños rumiantes en la cordillera forestal de Mayombe, Congo
- 207 CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MÉROT (P.). Costo del uso de barreras de trampas y pantallas insecticidas para la protección de la zona pastoral de recepción de Sideradougou, Burkina faso
- 219 NITCHEMAN (S.), JACQUIET (P.). El uso de ratones jóvenes para demostrar la infección tripanosómica de glosinas

ALIMENTACION

- 225 RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Contenidos de energía bruta y digestible de forrajes disponibles en zonas tropicales
- 233 THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influencia de la castración tardía a 12 meses de edad sobre el rendimiento de engorde de moruecos Pfululi en la zona norte de Camerún

Breve nota

- 239 SINTONDJI (B.). Influencia de los residuos de cerveceria secados en la alimentación de los pollos tomateros en Bénin

ZOOTECNIA

- 243 YENIKOYE (A.), MARIANA (J.C.). Población de folículos ováricos de la oveja Peul

ECONOMIA DE LA GANADERIA

- 249 FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). La crianza tradicional de los pequeños rumiantes en Senegal. I. Prácticas de conducta y de explotación de los animales por parte de los criadores de la región de Kolda
- 261 FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). La crianza tradicional de los pequeños rumiantes en Senegal. I. Prácticas de conducta y de explotación de los animales por parte de los criadores de la región de Louga
- 275 WOSU (L.O.), IBEKWE (H.N.). Perfil de los propietarios de animales en el distrito de Nsukka, estado de Anambra, Nigeria

AGROPECUARIA

- 281 MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). El interés de *Panicum maximum* para la intensificación forrajera en Senegal. I. Asociación leguminosas-crianza
- 287 Informaciones

Étude de l'épidémiologie des maladies animales en Afrique : stratégies d'approche et rôle des laboratoires vétérinaires

J. Domenech ¹

DOMENECH (J.). Étude de l'épidémiologie des maladies animales en Afrique : stratégies d'approche et rôle des laboratoires vétérinaires. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 149-154.

L'étude de l'épidémiologie des maladies animales en Afrique ne doit être envisagée que si les laboratoires vétérinaires de diagnostic et les structures de développement de l'élevage sur le terrain sont pleinement opérationnels. Chacune des activités habituelles des laboratoires peut représenter une voie d'approche utilisable pour cette étude. Le diagnostic courant, les interventions dans les foyers, les enquêtes rétrospectives et prospectives apportent leur part de résultats, avec leurs avantages et leurs limites, et sont devenus indissociables pour une meilleure connaissance épidémiologique des maladies animales. Compte tenu des difficultés rencontrées en Afrique, il est conseillé de choisir des voies d'approche mixtes qui, tout en cumulant les aspects positifs de chacune d'entre elles, permettent de mieux rentabiliser les tournées effectuées sur le terrain. En attendant que de nouvelles techniques rendent le diagnostic décentralisé possible, le laboratoire vétérinaire doit jouer en Afrique un rôle déterminant. *Mots clés* : Maladie des animaux - Épidémiologie - Diagnostic - Laboratoire - Afrique.

INTRODUCTION

L'étude de l'épidémiologie vétérinaire en Afrique se heurte à de multiples difficultés liées pour la plupart aux conditions économiques défavorables que connaissent de nombreux pays. La réduction des actions des services techniques a entraîné une moins bonne connaissance de la situation sanitaire et, parallèlement ou par voie de conséquence, la réimplantation ou le développement de maladies pourtant disparues ou devenues rares dans les années 1970-1980 (les cas de la peste bovine et de la péripneumonie contagieuse bovine sont à cet égard très significatifs). Cette baisse d'activité des services vétérinaires a eu également des effets négatifs sur les laboratoires nationaux. Hormis quelques-uns, bien implantés et bénéficiant d'aides financières extérieures, ceux effectuant la surveillance sanitaire et les diagnostics ont vu leur rôle se marginaliser.

Or, pour aborder l'étude de l'épidémiologie des maladies animales, il faut avant tout disposer :

— de structures de terrain opérationnelles sur l'ensemble du territoire, capables d'assurer une sur-

veillance sanitaire effective et d'alerter les équipes des laboratoires dès que survient un foyer de maladie ;

— de structures de diagnostic capables d'identifier rapidement la maladie.

Cet environnement technique est indispensable à toute équipe de recherche sur l'épidémiologie vétérinaire. S'il est vrai que le développement des techniques modernes (sondes nucléiques entre autres) permettra un jour de décentraliser le diagnostic, le rôle d'un laboratoire vétérinaire est encore aujourd'hui déterminant en Afrique.

Pour étudier l'épidémiologie vétérinaire, plusieurs approches sont possibles. Elles visent, après une phase descriptive éventuelle, à mettre en évidence le ou les agents pathogènes en cause, lorsqu'ils existent, et les effets cliniques et économiques de l'action de ces agents. L'identification des facteurs de risque et des corrélations qui les lient aux pertes entraînées par les maladies sont souvent le but ultime de la recherche épidémiologique vétérinaire, avec pour corollaire fréquent l'évaluation de l'efficacité des programmes de lutte. Pour aborder tous ces aspects, il faut notamment :

— identifier les foyers de maladie, c'est-à-dire avoir une activité de diagnostic courant et de surveillance sanitaire ;

— étudier ces foyers sur le terrain en effectuant une enquête à la fois instantanée et rétrospective ;

— réaliser des enquêtes rétrospectives ciblées sur les maladies faisant l'objet d'un programme d'étude ;

— mettre en place des procédures de suivi de certains troupeaux ou groupes de troupeaux, sur des bases collectives ou individuelles.

La présente étude n'aborde pas la description des principes et techniques de l'épidémiologie mais tente de montrer que, dans les conditions actuelles des services et laboratoires en Afrique, chacun des quatre types d'activité cités représente une voie d'approche utile et complémentaire à l'étude épidémiologique.

Ces considérations permettent de conclure qu'aujourd'hui, en Afrique, dans la plupart des laboratoires vétérinaires, les activités de diagnostic, de surveillance sanitaire et de recherche épidémiologique se recoupent au point qu'il est presque impossible de les dissocier.

1. Ministère de la Coopération française, Laboratoire de Pathologie Animale, BP 206, Bingerville, Côte-d'Ivoire.

Reçu le 13.3.90, accepté le 27.3.90.

INTÉRÊT ET LIMITES DES DIVERSES STRATÉGIES

Deux groupes sont distingués ici :

- les activités réalisées à la demande des structures de terrain ;
- les activités réalisées par le laboratoire dans le cadre des programmes d'enquêtes et de recherches épidémiologiques, avec, pour ce second groupe, les enquêtes rétrospectives et les enquêtes prospectives.

Activités réalisées à la demande des structures de terrain

Le diagnostic courant

Il est effectué à partir de prélèvements expédiés au laboratoire par les demandeurs. L'intérêt de cette activité pour l'éleveur et le thérapeute est évident mais, sur le plan de l'épidémiologie, les renseignements obtenus sont en général trop parcellaires pour être utilisables. De plus, l'appréciation de la pathologie qu'on peut en tirer est imparfaite car de nombreux biais sont introduits :

- la proportion des cas périurbains est beaucoup trop grande ;
- le nombre et le type de demandes sont liés à l'intérêt personnel que l'agent de terrain porte à telle ou telle maladie, à tel ou tel village ou éleveur ;
- les analyses demandées ne sont pas toujours adaptées aux types de problèmes rencontrés.

Par ailleurs, cette activité de diagnostic courant reste en général relativement limitée car les agents de terrain, qu'ils soient techniciens et assistants vétérinaires ou même vétérinaires, sont engagés avant tout dans des actions de développement et d'encadrement de l'élevage.

L'identification précise des maladies et l'étude de tous les aspects épidémiologiques passeront souvent au second plan d'autant que, pour envisager des analyses biologiques, il faut y consacrer du temps et des moyens (matériels spécifiques de prélèvement et de conservation des échantillons) dont l'agent ne dispose pas toujours.

L'activité de diagnostic courant laissée à la libre appréciation des structures de terrain reste donc, malgré son intérêt, largement insuffisante. Ces limites étant établies, il ne faut pourtant pas négliger les aspects positifs.

Outre qu'il répond à des demandes directes d'éleveurs confrontés à un problème pathologique (pour ce simple fait il reste un outil indispensable) le diagnostic courant permet d'accumuler des statistiques sur les maladies identifiées et de mieux connaître la pathologie régionale dominante, même de façon incomplète.

L'élevage industriel aviaire est un cas particulier. Le travail de diagnostic courant prend ici une toute autre valeur, tant sur le plan de l'efficacité dans la recherche de la cause de la maladie (et donc des solutions à apporter) que pour la connaissance de l'épidémiologie des maladies aviaires.

En effet, le laboratoire a affaire ici à des éleveurs avertis et à des vétérinaires spécialisés. De plus, ces élevages sont généralement situés autour des grandes villes, proches du laboratoire.

En conséquence, celui-ci dispose à la fois de prélèvements en quantité et qualité suffisantes et de fiches de renseignements très complètes. Il peut par ailleurs se déplacer très facilement sur le foyer si cela s'avère nécessaire.

Dans les pays où l'élevage industriel aviaire est développé, l'étude de l'épidémiologie des maladies peut souvent être faite par la seule activité de diagnostic courant.

L'étude des foyers

Elle apporte un élément de connaissance irremplaçable pour l'étude de l'épidémiologie vétérinaire. Il s'agit toujours d'interventions effectuées à la demande des structures de terrain ; les handicaps, déjà signalés pour le diagnostic, demeurent :

- choix des interventions (maladies considérées, régions...) laissé à la libre appréciation de l'agent de terrain ;
- nécessité d'avoir un système de surveillance sanitaire couvrant bien le terrain (services vétérinaires pleinement opérationnels) ;
- nécessité de disposer au laboratoire de services de diagnostic efficaces.

Ceci étant, les déplacements sur les foyers restent une excellente méthode d'approche. Ils permettent d'effectuer tous les prélèvements d'échantillons nécessaires au diagnostic formel et d'étudier les circonstances d'apparition des foyers.

De plus, ils donneront souvent lieu à une enquête rétrospective qui, même ponctuelle, apportera de précieux éléments d'appréciation pour l'étude des facteurs de fréquence et de distribution de la maladie et pour l'évaluation des pertes économiques.

Activités mises en place par le laboratoire

Enquêtes rétrospectives systématiques

Elles sont programmées et dirigées par des équipes de chercheurs du laboratoire. En Afrique, quelques notions de base ne doivent pas être perdues de vue :

— seuls les problèmes qui paraissent importants pour l'élevage feront l'objet d'une étude : la recherche appliquée au développement ne peut être efficace qu'au prix du respect des priorités dans les actions à mener ;

— les collaborations avec des laboratoires spécialisés pour les problèmes de diagnostic biologique et avec des chercheurs appartenant à des disciplines telles que la statistique, l'économie ou la sociologie s'imposent le plus souvent.

Par rapport aux méthodes prospectives, les enquêtes rétrospectives connaissent quelques limites importantes.

La fiabilité des commémoratifs est liée à la connaissance que les éleveurs ont de leurs animaux. Bonne chez les pasteurs du Sahel en élevage bovin, elle devient plus aléatoire chez les agropasteurs pour les petits ruminants.

Les renseignements obtenus seront également d'autant moins précis que la période sur laquelle les questionnaires portent est plus longue.

Pour certains événements simples à repérer, comme la mort ou l'avortement, la précision des commémoratifs peut être acceptable en élevage bovin transhumant et nomade du Sahel sur une période de 5 ans.

En revanche, pour les petits ruminants appartenant à des agropasteurs des zones humides, les commémoratifs sur la reproduction des femelles, par exemple, ne sauraient remonter à une période supérieure à un cycle de reproduction.

Les enquêtes rétrospectives sont d'autant plus difficiles que le caractère « pasteur » est dominé par le caractère « agriculteur » des éleveurs et que les espèces sont à cycle plus court.

Le nombre de maladies sur lesquelles porte l'enquête doit être limité faute de quoi les questionnaires deviendront trop complexes pour pouvoir être présentés aux éleveurs avec quelque chance de succès.

Ce type d'enquête n'est valable que pour des maladies simples à diagnostiquer, lorsque l'éleveur et l'agent de terrain auront su reconnaître quelques-uns des symptômes caractéristiques.

Quant aux avantages des enquêtes rétrospectives systématiques, ils tiennent au fait que, en focalisant le travail de recherche sur un problème donné, on multiplie les données de terrain nécessaires à la compréhension des caractères épidémiologiques.

En visitant un grand nombre de troupeaux, on multiplie également le nombre d'échantillons biologiques, augmentant ainsi les chances de déceler les agents éventuellement responsables de la maladie.

De plus, lorsque les conditions financières l'exigent, les enquêtes rétrospectives seront plus faciles et moins coûteuses à exécuter sur une courte durée que les enquêtes prospectives.

Enfin, par rapport aux techniques de suivi des animaux, on peut ici enquêter en milieu transhumant et nomade, dans lequel il est très difficile de revoir les mêmes animaux plusieurs fois.

Parmi les multiples enquêtes épidémiologiques réalisées en Afrique avec des méthodes essentiellement rétrospectives et des visites de foyers, citons l'étude menée sur la pathologie de la reproduction des bovins en Afrique centrale. Par l'organisation de tournées régulières et de déplacements ponctuels sur des foyers en cours d'évolution, un point précis a pu être fait sur l'épidémiologie de la brucellose bovine (2).

La détection des avortements, des hygromas-arthrites et l'établissement de quelque 10 000 carrières de femelles n'ont pu être effectués que parce qu'un certain nombre de conditions favorables étaient réunies :

- éleveurs connaissant bien leurs animaux ;
- espèce animale objet de l'enquête : les bovins ;
- symptômes d'avortement et d'hygroma-arthrite faciles à identifier et caractéristiques, au moins pour les derniers, de la brucellose ;
- techniques de laboratoire faciles et fiables ;
- laboratoire de recherches et de diagnostic de haut niveau (Farcha, IEMVT).

En revanche, pour les maladies de la reproduction autres que la brucellose, du fait de l'absence de signes cliniques univoques, de la plus grande rareté des phénomènes pathologiques, et de la plus grande complexité du diagnostic biologique, l'enquête rétrospective n'a pu apporter tous les résultats escomptés. Les conclusions n'ont souvent pas dépassé le cadre de simples sondages, bien que de nombreuses hypothèses, à vérifier ultérieurement, aient été émises. Dans ce cas, une enquête plus lourde, par suivi de troupeaux, sera nécessaire pour approfondir l'étude de l'épidémiologie de ces maladies (1).

J. Domenech

Enquêtes prospectives par suivi des troupeaux

Il s'agit ici de méthodes d'étude très fiables car les événements survenant dans le troupeau sont effectivement constatés par l'enquêteur et ne reposent plus sur le souvenir de l'éleveur.

Le suivi pourra être soit individuel, soit global (troupeau entier).

Le suivi global est possible pour certaines maladies s'accompagnant de symptômes faciles à reconnaître. Dans ce cas, on se limite aux animaux qui sont déclarés malades.

Dans le cas des élevages aviaires industriels, le suivi est toujours global. Il se base sur l'examen des fiches d'élevage qui, lorsqu'elles sont correctement tenues (ce qui est le cas pour les aviculteurs de Côte-d'Ivoire), suffisent pour suivre l'évolution du lot entier : production, mortalité... Un simple échantillon d'animaux et l'examen de quelques malades en vue d'autopsies et d'analyses de laboratoire s'y ajouteront pour confirmer la nature du foyer.

Le suivi individuel représente la méthode la plus évoluée et, de ce fait, la plus performante pour établir des bases de données précises et fiables. On peut relever tous les événements survenant dans le troupeau, qu'ils soient normaux (mises bas, ventes...) ou anormaux (maladies).

La fréquence de passage dans les élevages sera telle qu'aucune information ne pourra être oubliée. Elle dépendra donc du professionnalisme de l'éleveur et de l'espèce animale concernée. Pour les ovins, par exemple, un passage tous les 8 à 15 jours au maximum devra être prévu.

Bien que cette voie d'approche pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales soit très prometteuse, il faut signaler quelques limites inhérentes à la méthode :

- le suivi dans le temps est très difficile, voire impossible dans les élevages transhumants et nomades ;
- si on désire disposer d'une base démographique solide, la collecte des données sur les événements individuels sera relativement longue et délicate, surtout dans le cas des petits ruminants.

Il faudra donc :

- s'assurer de la collaboration entière des éleveurs ;
- disposer d'une équipe d'enquêteurs particulièrement motivée ;
- avoir un troupeau dont l'importance permet à l'éleveur de bien connaître chaque animal : aux alentours de 150 à 200 têtes pour les ovins par exemple.

Au-delà, les commémoratifs recueillis seront souvent approximatifs.

Du fait que l'on effectue un suivi continu très précis et sur une longue période, on ne pourra le faire que sur un nombre restreint de troupeaux. En conséquence, l'échantillon sera géographiquement limité. La méthode est donc relativement peu adaptée à l'étude des maladies épizootiques pour lesquelles la fréquence d'apparition est irrégulière et la répartition régionale des foyers variable selon les années.

Le suivi régulier des troupeaux risque d'influencer les techniques d'élevage et de poser le problème du biais introduit par les enquêteurs eux-mêmes. Il n'existe aucune solution pratique pour éviter cela sans que, par rétention d'information technique amélioratrice, soient mises en péril les relations de confiance qu'il est nécessaire d'établir entre l'éleveur et l'enquêteur.

Tout l'art du chercheur consistera à bien apprécier et donc bien intégrer au raisonnement épidémiologique la part qui revient aux modifications introduites par le chercheur lui-même.

Le problème de la diffusion de la méthode auprès des structures vétérinaires de terrain se posera souvent car le suivi régulier risque de s'intégrer difficilement aux activités classiques des agents chargés du développement de l'élevage. Pour mener à bien de tels programmes de recherche, il s'avèrera en général indispensable de mettre en place une équipe d'enquêteurs dépendants de l'équipe de recherche. Ils pourront parfois appartenir à la structure chargée du développement de l'élevage, mais à la condition que soit créée une cellule spéciale chargée de ce suivi. Dans ce cas, les enquêteurs devront être rigoureusement encadrés et contrôlés par les responsables du programme d'études épidémiologiques.

Précisons néanmoins que dans quelques rares circonstances, lorsque la structure chargée du développement de l'élevage est très forte et proche des éleveurs, il sera possible d'utiliser directement les agents de terrain pour la collecte des données. C'est ce type de montage qui a été mis en place en Côte-d'Ivoire pour étudier, avec les agents de la SODEPRA*, la pathologie des petits ruminants en zone humide et sub-humide**.

Le nombre de troupeaux suivis ne peut être, pour des raisons pratiques, très important et les chances d'observer des phénomènes pathologiques sont parfois faibles. Le nombre de données sanitaires exploitables ne sera pas toujours suffisant et, dans certains cas, sans commune mesure avec l'effort consenti

* Société de Développement des Productions Animales.

** Soutien aux activités du Laboratoire de pathologie animale de Bingerville. Étude de la pathologie des petits ruminants en Côte-d'Ivoire. Convention FAC-CI n° 2/C/88 du 28.12.1988.

pour suivre les animaux. Or en utilisant le réseau de troupeaux régulièrement visités comme base d'appui pour d'autres interventions, cet effort pourrait être mieux rentabilisé.

En revanche, malgré toutes ces contraintes et limites, on peut affirmer que les méthodes de suivi individuel ou global des troupeaux offrent de multiples avantages.

Par rapport aux voies d'approche précédentes, elles permettent en effet :

- d'établir des bases démographiques fiables et de disposer ensuite de références précises ;
- de maîtriser parfaitement les commémoratifs sur les maladies ;
- d'évaluer la répartition saisonnière des maladies ;
- de calculer les pertes économiques dues aux maladies et de mettre en évidence les facteurs de risque et l'impact qu'ils ont sur l'importance de ces pertes.

Par ailleurs, un tel dispositif de suivi des troupeaux pourra être utilisé pour :

- observer les effets de la modification de tel ou tel facteur dans les techniques d'élevage (habitat, alimentation...);
- observer les effets de certains traitements ou plans de prophylaxie sur les pertes liées aux maladies, ce qui reviendra à calculer le rapport coûts-bénéfices des opérations d'amélioration de l'élevage.

Une méthode particulièrement performante est actuellement développée par l'équipe de FAUGERE au Sénégal (IEMVT-ISRA) : il s'agit d'un programme de suivi individuel en milieu traditionnel, sur les ovins et caprins, dans trois zones d'écologie différente (sahélienne, soudanienne et soudano-guinéenne) (3, 4, 5).

CHOIX DE STRATÉGIES MIXTES ET ROLE DU LABORATOIRE VÉTÉRINAIRE

Aujourd'hui, en Afrique, les conditions de travail sur le terrain comme dans les laboratoires sont devenues plus difficiles qu'auparavant. Dans ce contexte, il est capital de bien définir les urgences et l'étude de l'épidémiologie vétérinaire n'échappe pas à la règle. Or, si chacune des voies d'approche présente des contraintes et des avantages particuliers, il est évident qu'elles pourraient se compléter efficacement.

Les méthodes de suivi apportent une connaissance précise des événements survenant dans les troupeaux

mais marquent le pas dans l'étude des phénomènes pathologiques, tout simplement parce que ces derniers peuvent ne pas survenir pendant la période de suivi.

L'étude des foyers aborde plus facilement la recherche étiologique mais les commémoratifs sur la période précédant la visite du foyer reposent sur les réponses des éleveurs ; les données recueillies sont donc approximatives. Il en est de même pour les enquêtes systématiques rétrospectives bien que, dans certains cas simples, les résultats soient tout à fait satisfaisants.

Le diagnostic courant aboutit, quant à lui, à une connaissance biaisée de la pathologie régionale, sauf dans le cas des élevages aviaires industriels.

Tout milite donc en faveur des méthodes d'étude mixtes, essentiellement basées sur l'organisation de tournées durant lesquelles seront à la fois visités des troupeaux dans le cadre du suivi régulier et effectués des déplacements ponctuels dans les troupeaux où des problèmes pathologiques ont été signalés.

Ainsi se trouvent mieux rentabilisés les déplacements en vue du suivi et sont multipliées les observations de foyers dans lesquels nombre de prélèvements à but de diagnostic ou de recherche seront effectués.

Par ailleurs, l'expérience prouve que si le laboratoire reste dans l'attente des prélèvements envoyés par les agents de terrain, il voit peu à peu ses activités baisser. En revanche, lorsqu'il adopte une attitude dynamique, mobile, avec des équipes se rendant souvent sur le terrain, on observe, dans un second temps, une relance des demandes d'intervention de la part des agents de terrain.

Il y a donc à la fois utilisation optimale des temps de tournée, exercice d'une certaine « pression » sur les structures de terrain et amélioration effective de la surveillance sanitaire. Il faut partout en Afrique réaffirmer à la fois le rôle déterminant que doit jouer le laboratoire vétérinaire et l'intrication étroite de chacune des missions que ce dernier se doit d'assumer.

Le diagnostic courant, la surveillance sanitaire et les enquêtes épidémiologiques représentent des activités devenues aujourd'hui pratiquement indissociables.

CONCLUSION

En attendant que les nouvelles méthodes qui se développent actuellement (sondes nucléiques par exemple) rendent possible une décentralisation du diagnostic, il est impératif de souligner la nécessité de disposer de laboratoires actifs, fiables, dotés de services mobiles aptes à se déplacer sur le terrain. Il est

également nécessaire de pouvoir s'appuyer sur des structures de terrain pleinement opérationnelles.

Lorsque ces conditions sont réunies, on peut envisager les diverses stratégies mais on aura toujours intérêt à rentabiliser au maximum les interventions du laboratoire.

Ces impératifs ainsi que les contraintes inhérentes à chaque méthode d'étude conduisent à préférer les stratégies d'approche mixtes, associant le suivi des troupeaux aux études des foyers, par enquêtes spécifiques et par diagnostic courant.

L'action du laboratoire doit s'articuler autour d'une intervention majeure : la tournée effectuée sur le terrain, pendant laquelle sont visités les troupeaux faisant partie de l'échantillon suivi, et les foyers signalés.

Cette organisation permettra aux différentes méthodes d'étude de se compléter et au laboratoire de maintenir un contact étroit avec les structures de terrain, gage d'une bonne efficacité pour l'ensemble des missions que doit assurer celui-ci, au service du développement de l'élevage en Afrique.

DOMENECH (J.). Study of the epidemiology of animal diseases in Africa : strategy and importance of the veterinary laboratories. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 149-154.

Study of the epidemiology of animal diseases in Africa should only be envisaged when the veterinary diagnosis laboratories and the cattle development structures in the field are fully operational. Veterinary epidemiology may be approached using all usual laboratory techniques. In spite of some limitations described by the author, current diagnosis, intervention in outbreaks, retrospective and prospective surveys all contribute to the knowledge of animal disease epidemiology. In fact, considering the difficulties met in Africa, it seems advisable to combine a mixed approach to maximise the use of field visits. The author concludes that until new techniques allow a decentralised diagnosis, the African veterinary laboratories must play a determinant part in the study of the epidemiology of animal diseases ; furthermore current diagnosis, sanitary surveillance and epidemiological surveys have now become almost inseparable. Key words : Animal disease - Epidemiology - Diagnosis - Laboratory - Africa.

DOMENECH (J.). Estudio sobre la epidemiología de las enfermedades animales en Africa : estrategias de enfoque y rol de los laboratorios veterinarios. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 149-154.

El estudio de la epidemiología de las enfermedades animales en Africa debe ser considerado solamente cuando los laboratorios veterinarios de diagnóstico y las estructuras de desarrollo de crianza, en condiciones de campo, son plenamente operacionales. Cada una de las actividades usuales de estos laboratorios puede representar una vía de enfoque utilizable para este estudio. El diagnóstico común, las intervenciones en los focos, las investigaciones retrospectivas y prospectivas, aportan cada una su parte de resultados, con sus ventajas y sus límites y son actualmente inseparables para obtener un mejor conocimiento de la epidemiología de las enfermedades animales. Tomando en cuenta las dificultades que se encuentran en Africa, es aconsejable la escogencia de un enfoque mixto que, considerando todos los aspectos positivos, permite una mejor rentabilización de las giras de campo. En espera de que nuevas técnicas permitan la realización de un diagnóstico descentralizado, el laboratorio veterinario debe jugar un papel determinante, en Africa. Palabras claves : Enfermedad animal - Epidemiología - Diagnóstico - Laboratorio - Africa.

BIBLIOGRAPHIE

1. DOMENECH (J.). Aspects biogéographiques, épidémiologiques et économiques de la pathologie de la reproduction des bovins en Afrique centrale, notamment de la brucellose. Thèse Doctorat d'État, Sciences naturelles, Univ. Paris-XII, 1988. 538 p.
2. DOMENECH (J.), LUCET (P.), VALLAT (B.), STEWART (C.), BONNET (J.B.), BERTAUDIÈRE (L.). La brucellose bovine en Afrique centrale. II. Étude clinique et épidémiologique : particularités régionales et problèmes de l'élevage semi-intensif. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (3) : 277-284.
3. FAUGÈRE (O.), FAUGÈRE (B.). Suivi de troupeaux et contrôle des performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (1) : 29-40.
4. FAUGÈRE (O.), FAUGÈRE (B.), MERLIN (P.), DOCKES (C.), PERROT (C.). L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Kolda. Dakar, ISRA-IEMVT, 1988 (Rapport n° 18).
5. FAUGÈRE (O.), FAUGÈRE (B.), MERLIN (P.), DOCKES (C.), PERROT (C.). L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Louga. Dakar, ISRA-IEMVT, 1989 (Rapport n° 26).

A.A. Abdala¹E. Pipano²D.H. Aguirre³A.B. Gaido³M.A. Zurbriggen¹A.J. Mangold³A.A. Guglielmone³

Frozen and fresh *Anaplasma centrale* vaccines in the protection of cattle against *Anaplasma marginale* infection*

ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ZURBRIGGEN (M.A.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Protection conférée contre l'infection à *Anaplasma marginale* chez les bovins inoculés avec des vaccins réfrigérés ou congelés contenant *Anaplasma centrale*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 155-158.

Les auteurs ont évalué l'immunité sur des bouvillons frisons âgés de 12 mois contre l'anaplasmose à *Anaplasma marginale* conférée par un vaccin réfrigéré d'une part, et un vaccin congelé d'autre part, contenant l'un et l'autre *A. centrale*. La parasitémie par *A. centrale* a été mesurée chez tous les sujets vaccinés. La plus grande chute de l'hématocrite a été 41,8 p. 100 pour le vaccin congelé et 40,3 p. 100 pour le vaccin réfrigéré. Tous les bouvillons ont guéri sans nécessité d'un traitement spécifique. Six mois après, les bovins des groupes vaccinés et ceux du lot témoin ont été éprouvés avec *A. marginale* à des doses allant de 10⁶ à 10⁷ ou 10⁸. La parasitémie a varié de 1,2 à 4,0 p. 100 chez les vaccinés et de 10,3 à 12,0 p. 100 chez les témoins. La plus grande chute de l'hématocrite a été respectivement de 33,1 p. 100, 30,0 et 57,4 p. 100 dans les lots inoculés avec le vaccin congelé, le vaccin réfrigéré et ceux non vaccinés. Les bouvillons vaccinés ont guéri sans traitement spécifique, ce qui s'est révélé nécessaire chez 7 des 8 témoins. Les deux vaccins ont montré un degré similaire de protection contre *A. marginale* et ont évité une grave destruction érythrocytaire. *Mots clés* : Bovin - Anaplasmose - Vaccin vivant - *Anaplasma marginale* - *Anaplasma centrale* - Hématocrite - Immunité - Argentine.

INTRODUCTION

Shortly after his discovery of *Anaplasma centrale*, THEILER reported that considerable cross-immunity existed between this parasite and the more virulent *A. marginale* (15). As a result live *A. centrale* was adopted for routine vaccination in various anaplasmosis enzootic areas (5) while vaccines containing live or killed *A. marginale* were used in others.

Live vaccines for anaplasmosis consist of defibrinated blood from patent carriers of *A. centrale* or *A. marginale*. As these vaccines are generally chilled, their

storage period is short (about one week), precluding thorough testing before use. This also hampers their application in areas remote from the producing center. To solve these disadvantages, various researchers have developed frozen live vaccines containing either *A. marginale* (17) or *A. centrale* (6, 7, 10, 12).

The immunity conferred by fresh *A. centrale* vaccine against *A. marginale* has been the subject of several investigations (1, 2, 4, 14, 18). The present report compares the protection conferred by fresh and frozen-stored *A. centrale* vaccines against challenge with *A. marginale*.

MATERIAL AND METHODS

Vaccines

Frozen *A. centrale* vaccine was prepared as reported recently (11). Briefly, *A. centrale*-infected blood from a donor calf was mixed with dimethyl sulfoxide (DMSO) and phosphate buffered saline (PBS) to yield a final concentration of 15% DMSO and 10⁹ *A. centrale* organisms per 2 ml of blood. Aliquots of 2 ml each were dispensed into plastic minicups, frozen at -70 °C for 24 hours and then stored in liquid nitrogen. For use, the frozen pellets were thawed and each pellet of vaccine was diluted in 48 ml of 15% DMSO in PBS. Each dose of 5 ml thawed vaccine contained 10⁸ *A. centrale* organisms.

Fresh vaccine was obtained from a splenectomized calf with a 4% *A. centrale* parasitemia on the day of bleeding. Blood was drawn into a flask containing 10 ml of 5% sodium citrate for each 90 ml of blood. The number of parasites per ml was calculated from the red blood cell (rbc) count and from the percentage of infected rbc seen on a Giemsa stained thin blood film. The blood was diluted with PBS to yield a final concentration of 10⁷ *A. centrale* in 5 ml of vaccine.

Challenge

An isolate of *A. marginale* without appendages « tails » obtained from an outbreak of anaplasmosis in the

* Supported by the Food and Agricultural Organization of the United Nations and the Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. Project INTA-FAO TCP/ARG 4505 (T).

1. INTA C.C. 22, 2300 Rafaela, Santa Fe, Argentina.

2. The Kimron Veterinary Institute, POB 12, Beit Dagan 50250, Israel.

3. INTA C.C. 228, 4400 Salta, Argentina.

Reçu le 08.11.89, accepté le 30.01.90.

North of Argentina (Salta Province) was used for challenge. Blood from an infected animal was cryopreserved and, before use in the challenge experiments, it was inoculated into a splenectomized calf.

Experimental design

Twenty seven about 12-month old Friesian steers were obtained from and maintained in an anaplasmosis-free area. The steers were divided into 3 groups of 9 animals each. Groups A et B were vaccinated with frozen and fresh *A. centrale* vaccines, respectively. Group C was left as a non-vaccinated control. Response to vaccination was monitored by examining blood films, determining packed cell volume (PCV) and measuring body temperature. These examinations were performed on the day of vaccination and every other day for a period of 5 weeks starting 15 days after inoculation.

Six months later, each group subdivided into 3 subgroups of 3 steers each* and challenge doses of 10^6 , 10^7 and 10^8 *A. marginale* organisms were administered to each subgroup, respectively. Blood films, PCV and body temperature were obtained again on the day of challenge and every second day for a period of 5 weeks starting 15 days after challenge.

Steers were treated (Oxytetracycline 20 mg/kg) when the PCV reached a lower level than 15 %.

RESULTS

Response of the steers to frozen and fresh *A. centrale* vaccine appears in table I. The mean prepatent period in steers inoculated with frozen vaccine was about 10 days longer than in the group inoculated with fresh vaccine. All animals showed *A. centrale* organisms in blood smears. The maximal parasitemia of each animal varied widely in both groups (from 0.5 to 12.0 %) but a higher mean parasitemia was observed in steers of group A. A considerable decrease of PCV was detected in most steers and similar mean values were observed in both groups. A slight increase in body temperature occurred in most of the cattle. All steers recovered without specific treatment.

* One non-vaccinated animal was discarded before the challenge for reasons unrelated to the present trial.

TABLE I Response of steers to frozen and fresh *A. centrale* vaccines.

Group	Type of vaccine	Average prepatent period (days)	Average maximal values		
			<i>A. centrale</i> parasitemia (%)	Decrease in PCV (%)	Temperature (°C)
A*	Frozen	39.8 ± 3.95**	6.9 ± 4.12	41.8 ± 11.61	39.7 ± 0.24
B*	Fresh	29.3 ± 5.72	3.8 ± 3.22	40.3 ± 10.21	39.7 ± 0.24

* $n = 9$.
** Standard deviation.

Response to *A. marginale* challenge is summarized in table II. Average prepatent periods varied from 21.7 to 31.0 days with no direct correlation to the number of organisms inoculated in each animal. Maximal *A. marginale* parasitemias varied from 1.2-4.0 % in vaccinated steers versus 10.3-12.0 % in non-vaccinated steers. Average maximal temperatures varied from 39.4 °C (group B) to 39.9 °C (group C).

The minimum PCV varied in individual vaccinated animals from 16 to 32 %. The average maximal decrease of PCV was 33.1 % in steers of group A, and 30.0 % in those of group B. All steers vaccinated with both types of vaccines recovered spontaneously from the *A. marginale* infection. The non-vaccinated steers showed a considerable red blood cell (RBC) destruction after the challenge resulting in an average maximal decrease of PCV of 57.4 % and 7 out of 8 animals required treatment with oxytetracycline.

DISCUSSION

As early as in 1944, *A. centrale* was successfully preserved for 254 days in solid carbon dioxide without added cryoprotectants (19). One ml of blood with a 3 % infection rate was sufficient to infect cattle. Later, 7 and 10 % glycerol were added before freezing (3, 13) to mitigate damage to the organisms during freezing and thawing.

Following the observation that DMSO protects mammalian erythrocytes from lysis during freezing-thawing (8) this reagent was applied in cryopreservation of intraerythrocytic organisms. Since penetration of glycerol in bovine rbc is considerably slower than in human rbc (9), DMSO appears to be preferable in freezing bovine intraerythrocytic organisms. However, the post-thawing viability of vaccines with *A. centrale*

cryopreserved with glycerol (7; MANGOLD, AGUIRRE, in preparation) seems to be longer than in those cryopreserved with DMSO (6).

Frozen *A. centrale* vaccines have been prepared using two different methods of conservation and application (10, 11). The doses of vaccine used in the present trial were similar to those recommended for routine field vaccination using fresh (16) and frozen (1) vaccines. The number of organisms per dose in the frozen vaccine was considerably higher than that in the fresh vaccine in order to compensate for possible lowered viability caused by the freezing-thawing process. It is likely that the longer prepatent period observed in this work with the frozen vaccine was due to such damage.

The response to both types of vaccine was a considerable decrease of PCV in most inoculated steers. These animals were about 1 year old when vaccinated and previous investigations have shown that anemia caused by *A. centrale* increase with the age of inoculated cattle (11). For this reason, in practice, the vaccine is recommended mainly for young animals.

The results of challenge with *A. marginale* showed

that both vaccines conferred similar protection against the latter infection. In our experimental conditions different challenge doses triggered similar responses in the animals. The immunity induced by *A. centrale* was partial and did not prevent *A. marginale* infection resulting in erythrocyte destruction of various degrees. Nevertheless, this partial resistance allowed spontaneous recovery in all vaccinated cattle. On the other hand, the level of parasitemia and PCV decrease in non-vaccinated cattle showed that, without treatment, serious consequences from the *A. marginale* infection could be expected in 7 out of 8 steers. Other investigators (1, 2, 4, 14, 18) have also concluded that, despite immunological differences between *A. centrale* and *A. marginale*, immunization with *A. centrale* is indicated in cattle at risk because it reduces the virulence of subsequent infection with *A. marginale*.

The main advantage of the frozen over the fresh *A. centrale* vaccine is its longer storage period. This allows for thorough testing before the release to the market and permits transport and application in areas remote from the producing center.

ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ZURBRIGGEN (M.A.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Frozen and fresh *Anaplasma centrale* vaccines in the protection of cattle against *Anaplasma marginale* infection. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 155-158.

The immunity induced by frozen and fresh *Anaplasma centrale* vaccines against anaplasmosis caused by *A. marginale* was tested in 12-month old Friesian steers. *A. centrale* parasitaemia occurred in all cattle inoculated with both types of vaccine. The average maximal decrease in PCV for the frozen and fresh vaccines was 41.0 and 40.3 % respectively. All cattle recovered spontaneously. Vaccinated and control steers of the same age were challenged six months later with doses of 10^6 , 10^7 or 10^8 *A. marginale* organisms. Vaccinated cattle showed average maximal *A. marginale* parasitemia of 1.2-4.0 versus 10.3-12.0 % in control cattle. The average maximal decrease in packed cell volume (PCV) was 33.1 and 30.0 % for steers vaccinated with frozen or fresh vaccine, respectively, and 57.4 % for the non-vaccinated steers. All vaccinated cattle recovered spontaneously from the *A. marginale* infection while 7 out of 8 control steers required specific treatment. It thus appears that both frozen and fresh *A. centrale* vaccines are equally capable of inducing partial protection against infection with *A. marginale* and of preventing severe red blood cell destruction. *Key words* : Cattle - Anaplasmosis - Live vaccine - *Anaplasma marginale* - *Anaplasma centrale* - Packed cell volume - Immunity - Argentina.

ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ZURBRIGGEN (M.A.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Protección inducida contra la infección por *Anaplasma marginale* en bovinos inoculados con vacunas refrigeradas o congeladas conteniendo *Anaplasma centrale*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 155-158.

Se evaluó la inmunidad inducida por una vacuna refrigerada y otra congelada conteniendo *Anaplasma centrale* contra la anaplasmosis provocada por *Anaplasma marginale* en novillos Friesian de 12 meses de edad. Se comprobó la parasitemia por *A. centrale* en todos los bovinos vacunados. El descenso máximo del hematocrito fue de 41,8 p.100 (vacuna congelada) y de 40,3 p.100 (vacuna refrigerada). Todos los novillos se recobraron sin necesidad de tratamiento específico. Seis meses después se desafiaron los bovinos de los grupos vacunados y de los de un grupo testigo con dosis de 10^6 , 10^7 o 10^8 *A. marginale*. La parasitemia fue de 1,2-4,0 p. 100 en los vacunados y de 10,3-12,0 p. 100 en los testigos. El descenso máximo del hematocrito fue de 33,1 p. 100, 30,0 p. 100 y 57,4 p. 100 en los inoculados con vacuna congelada, vacuna refrigerada y testigos, respectivamente. Los animales vacunados se recuperaron sin necesidad de tratamiento específico, en tanto que 7 de los 8 testigos lo necesitaron. Ambas vacunas mostraron igual nivel de protección contra *A. marginale* evitando una severa destrucción de los glóbulos rojos. *Palabras claves* - Bovino - Anaplasmosis - Vacuna viva - *Anaplasma centrale* - *Anaplasma marginale* - Hematocrito - Inmunidad - Argentina.

REFERENCES

1. AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), ABDALA (A.A.), RIOS (L.G.), MANGOLD (A.J.), GUGLIELMONE (A.A.). Evaluación de la protección conferida contra *Anaplasma marginale* por una vacuna de *A. marginale* muerto, una de *Anaplasma centrale* vivo y una combinación de ambas en bovinos Holando-Argentino. *Revta Med. Vet.*, B. Aires, 1988, **69** : 13-19.
2. ANZIANI (O.S.), TARABLA (H.D.), FORD (A.C.), GALETTO (C.). Vaccination with *Anaplasma centrale* : response after an experimental challenge with *Anaplasma marginale*. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1987, **19** : 83-87.
3. BARNETT (S.). The preservation of *Babesia bigemina*, *Anaplasma centrale*, and *A. marginale* by deep freezing. *Vet. Rec.*, 1964, **76** : 4-8.
4. CASTRO (E.R.), ZUNINI (C.), DE SUAREZ (C.C.). Anaplasmosis : estudios de la protección que el *A. centrale* confiere contra *A. marginale*. *Boln. Invest. vet.* Miguel C. Rubino, B. Aires, 1968, **6** : 28-44.
5. GUGLIELMONE (A.A.). La prevención de babesiosis y anaplasmosis en Argentina y Australia. *Revta Med. Vet.*, B. Aires, 1980, **61** : 275-277.
6. GUGLIELMONE (A.A.), ABDALA (A.A.), PIPANO (E.), MANGOLD (A.J.), ZURBRIGGEN (M.A.), ANZIANI (O.S.), AGUIRRE (D.H.), GAIDO (A.B.), RIOS (L.G.). Evaluación de la infectividad de una vacuna contra la anaplasmosis elaborada en base a *Anaplasma centrale* congelada en nitrógeno líquido. *Revta Med. Vet.*, B. Aires, 1988, **69** : 298-300, 302-303.
7. JORGENSEN (W.K.), DE VOS (A.J.), DALGLIESH (R.J.). Infectivity of cryopreserved *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* and *Anaplasma centrale* for cattle after thawing, dilution and incubation at 30 °C. *Vet. Parasit.* 1989, **31** : 243-251.
8. LOVELOCK (J.E.), BISHOP (M.W.). Prevention of freezing damage to living cells by dimethyl sulfoxide. *Nature*, 1959, **183** : 1394-1395.
9. LUYET (B.J.). Effects of ultra-rapid and of slow freezing and thawing on mammalian erythrocytes. *Biodynamica*, 1949, **7** : 217-223.
10. MELLORS (L.T.), DALGLIESH (R.J.), TIMMS (P.), RODWELL (B.J.), CALLOW (L.L.). Preparation and laboratory testing of a frozen vaccine containing *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* and *Anaplasma centrale*. *Res. vet. Sci.*, 1982, **32** : 194-197.
11. PIPANO (E.), KRIGEL (Y.), FRANK (M.), MARKOVICS (A.), MAYER (E.). Frozen *Anaplasma centrale* vaccine against anaplasmosis in cattle. *Br. vet. J.*, 1986, **142** : 553-556.
12. PIPANO (E.), MAYER (E.), FRANK (M.). Comparative response of Friesian milking cows and calves to *Anaplasma centrale* vaccine. *Br. vet. J.*, 1985, **141** : 174-178.
13. PIPANO (E.), SENFT (Z.). Storage of *Babesia bigemina*, *Babesiella berbera*, *Anaplasma marginale* and *A. centrale* in the deep freeze. *J. Protozool.*, 1966, **13** : 34.
14. POTGIETER (F.T.), VAN RENSBURG (L.). Infectivity virulence and immunogenicity of *Anaplasma centrale* live blood vaccine. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1983, **50** : 29-31.
15. THEILER (A.). Further investigations into anaplasmosis of South African cattle. 1st report of the Director of veterinary Research, Union of South Africa. 1911. P. 7-46.
16. Ticks and tick-borne disease control. A practical field manual. Vol. II. Chapter 11 : Immunization against bovine anaplasmosis. Rome, FAO, 1984. P. 444-456.
17. TODOROVIC (R.), GONZALEZ (E.), LOPEZ (G.). Immunization against anaplasmosis and babesiosis. II. Evaluation of cryopreserved vaccines using different doses and route of inoculation. *Tropenmed. Parasit.*, 1978, **29** : 210-214.
18. TSUR-TZERNOMORETZ (I.). Attempts at immunization with *Anaplasma*. *Bull., Res. Counc. Israel*, 1953, **2** : 447.
19. TURNER (A.W.). The successful preservation of *Anaplasma centrale* at the temperature of solid carbon dioxide. *Aust. vet. J.*, 1944, **20** : 295-298.

D. Martinez ¹J. Swinkels ²E. Camus ¹F. Jongejan ²

Comparaison de trois antigènes pour le sérodiagnostic de la cowdriose par immunofluorescence indirecte

MARTINEZ (D.), SWINKELS (J.), CAMUS (E.), JONGEJAN (F.). Comparaison de trois antigènes pour le sérodiagnostic de la cowdriose par immunofluorescence indirecte. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 159-166.

Les auteurs évaluent la possibilité d'utiliser comme antigène une lignée de cellules endothéliales bovines (E5) infectées *in vitro* par trois stocks de *Cowdria ruminantium* pour le sérodiagnostic de la cowdriose par immunofluorescence indirecte. Cette méthode est comparée à celles utilisant des macrophages de souris infectés par le stock Kümm ou des neutrophiles de chèvres infectés par quatre stocks de *Cowdria*. La culture en cellules endothéliales permet de produire aisément et en continu de grandes quantités d'antigène à un faible coût. La lecture de la réaction est très rapide, comparée à la lecture souvent fastidieuse des lames de neutrophiles ou de macrophages. L'antigène E5 semble être plus spécifique que l'antigène Kümm, et les problèmes de sérotypes différents rencontrés lors de l'utilisation des neutrophiles semblent moins grands. **Mots clés** : *Cowdria ruminantium* - Antigène - Immunofluorescence indirecte - Cellule endothéliale bovine - Macrophage de souris - Neutrophile de chèvre.

INTRODUCTION

La mise au point d'un test sérologique pour la cowdriose a été entravée, jusqu'à récemment, par l'impossibilité de produire un antigène satisfaisant. Un test de floculation en tube capillaire (11) et un test de fixation du complément (5) utilisant comme antigène des extraits de cerveaux d'animaux infectés se sont avérés peu sensibles. En 1981, DU PLESSIS (6) utilisa pour la première fois des macrophages péritonéaux de souris infectés par le stock Kümm (9) dans un test d'immunofluorescence indirecte (IFI). SAHU et collab. (18, 19) observèrent par coloration de Giemsa, IFI et microscopie électronique la présence de *Cowdria ruminantium* dans des cultures de macrophages et de leucocytes de ruminants. Cependant, le très faible nombre de cellules infectées ne permit pas leur utilisation comme

antigène. La technique fut améliorée par LOGAN et collab. qui montrèrent la possibilité d'utiliser comme antigène pour IFI des cultures de neutrophiles de chèvres infectés par quatre souches différentes de *C. ruminantium* (17). En 1985, BEZUIDENHOUT et collab. (1) réussirent à cultiver *C. ruminantium* dans une lignée de cellules endothéliales bovines (E5). La possibilité d'effectuer des réactions d'IFI sur cellules endothéliales infectées a été décrite par JONGEJAN (13) et YUNKER et collab. (21) en 1989.

Dans la présente étude, on a tenté d'évaluer la possibilité et les avantages éventuels à utiliser comme antigène pour IFI des cultures de cellules endothéliales (lignée E5) infectées par trois stocks différents de *C. ruminantium*. La comparaison de cette technique avec les méthodes actuelles utilisant des macrophages de souris infectés par le stock Kümm ou des neutrophiles de chèvres a porté sur :

- la possibilité de produire facilement de grandes quantités d'antigènes spécifiques ;
- la facilité de lecture de la réaction ;
- l'aptitude à différencier des sérotypes (15) ;
- la corrélation entre les résultats des sérologies obtenus avec les trois types d'antigènes ;
- l'amélioration de la spécificité de la réaction par rapport à l'utilisation de l'antigène Kümm.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les chèvres

Elles sont de race Créole et proviennent des Saintes, îles antillaises indemnes de cowdriose. Dès leur arrivée, elles ont été placées dans l'élevage expérimental, maintenues hors de tout contact avec des tiques vectrices de *C. ruminantium* et nourries *ad libitum*. Les animaux inoculés par voie intraveineuse ou par piqûre d'*Amblyomma variegatum* infectés ont été gardés en cages individuelles et leur température rectale relevée quotidiennement.

1. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, BP 1232, 97184 Pointe-à-Pitre Cedex, Guadeloupe.

2. Faculté vétérinaire, Département des maladies infectieuses et d'immunologie, Section de médecine vétérinaire tropicale, BP 80.165, 3508 Utrecht, Pays-Bas.

Reçu le 8.12.89, accepté le 30.01.90.

Ce travail a été financé en partie par la Communauté Économique Européenne (DG XII, contrat n° TS2-0115-C).

D. Martinez, J. Swinkels, E. Camus, F. Jongejan

Cowdria ruminantium

Cinq stocks de *C. ruminantium* de provenances différentes ont été utilisés : Gardel (Guadeloupe, 20), Sénégal (14), Welgevonden et Küm m (République sud-africaine, 7, 9) et Umm-Banein (Soudan, 12). Les stocks ont été conservés en azote liquide sous forme de stabiliats de sang ou de cellules endothéliales infectées, ou par le biais d'*Amblyomma variegatum* (nymphe ou femelle) infectés.

Les sérums

Les onze sérums ayant servi à la comparaison des antigènes ont été récoltés une semaine au moins après le début de la réaction fébrile sur des chèvres inoculées expérimentalement ; 34 des 42 sérums bovins qui s'étaient révélés positifs avec l'antigène Küm m lors d'une enquête sérologique dans les petites Antilles (4), alors qu'ils provenaient d'îles apparemment indemnes de cowdriose, ont été testés sur des cellules E5 infectées par le stock Gardel.

Production d'antigènes dans les neutrophiles

Ont été utilisés dans cette expérimentation les stocks Gardel, Welgevonden, Sénégal et Umm-Banein. Les cultures de neutrophiles infectés ont été effectuées selon la technique décrite par LOGAN et collab. (17). Au deuxième ou troisième jour d'hyperthermie, selon l'état général de l'animal, 50 à 120 ml de sang sont récoltés stérilement par ponction de la veine jugulaire à l'aide de seringues de 60 ml contenant 50 U/ml d'héparine. Le sang, réparti en aliquotes de 35 ml dans des tubes coniques de 50 ml, est centrifugé à 1 500 g pendant 15 minutes. Le plasma et la couche de leucocytes sont récoltés et la fraction restante lysée par addition de 20 ml d'eau distillée froide. Après 30 secondes, l'isotonie est restaurée à l'aide de 10 ml de NaCl à 2,7 p. 100. La suspension cellulaire soigneusement homogénéisée est complétée avec 10 ml de tampon sucrose-phosphate-glutamate (SPG, 2) et centrifugée à 200 g pendant 10 min. Le surnageant est rejeté et le culot soumis à une deuxième lyse suivie d'un lavage en SPG (200 g/10 min). Le dernier culot cellulaire est remis en suspension dans du milieu RPMI 1640 additionné de 10 p. 100 de sérum de veau foetal (SVF), de tampon HEPES 25 mM, de glutamine 2 mM, de 100 U/ml de pénicilline et 100 µg/ml de streptomycine. Les cultures réparties en flacons de 25 cm² sont mises à incuber à 37 °C sans CO₂. L'aspect des cellules est examiné quotidiennement au microscope inversé et le pourcentage de cellules infectées par *C. ruminantium* est évalué après cyto-centrifugation et coloration rapide de Field (RAL 555) d'un aliquote. Les antigènes sont préparés après

24 à 96 heures de culture. Pour cela, les cellules sont lavées trois fois en PBS (pH = 7,2) par centrifugation à 200 g pendant 10 min et la concentration finale est ajustée à 10⁶ cellules/ml. La suspension cellulaire est alors déposée sur des lames à immunofluorescence à raison de 10 µl par spot. Les lames sont séchées à l'abri de la poussière, fixées dans l'acétone à - 20 °C et stockées à - 20 °C jusqu'à leur utilisation.

Production d'antigènes dans les cellules endothéliales

Pour la production d'antigènes avec les stocks Sénégal, Welgevonden et Gardel, il a été utilisé une lignée de cellules endothéliales bovines (E5) cultivées dans du milieu Glasgow-MEM additionné de 10 p. 100 de SVF, 2,9 g/l de bouillon tryptose-phosphate et d'antibiotiques (1). La culture a été inoculée sans irradiation préalable avec le sang d'une chèvre en phase d'hyperthermie, récolté sur héparine et mélangé (V/V) à du milieu de culture. L'inoculum est déposé sur un tapis monocouche de cellules E5 à raison de 2 ml/25 cm². Après 2 heures d'incubation à 37 °C sur un agitateur à balancement (4 balancements par minute), les cellules sont soigneusement lavées avec du milieu de Hanks afin d'éliminer toute trace de sang. On ajoute alors 8 ml de milieu neuf dans tous les flacons qui sont replacés sur l'agitateur à 37 °C. Les cultures sont examinées tous les jours et le milieu changé une fois par semaine. Quand un intense effet cytopathogène (ECP) apparaît, les cellules adhérant encore au fond du flacon sont récoltées par trypsinisation ou raclage et mélangées au surnageant. La présence de *C. ruminantium* est vérifiée par coloration de Field. Les cellules infectées sont alors utilisées pour effectuer des passages sur cellules saines ou pour la préparation d'antigènes selon la technique décrite pour les neutrophiles.

Macrophages de souris infectés par le stock Küm m

Les lames d'antigènes Küm m ont été produites selon la technique décrite par DU PLESSIS (6) et conservées à - 20 °C. Brièvement, des souris inoculées par voie intrapéritonéale sont sacrifiées lorsqu'elles commencent à montrer des symptômes cliniques : tremblements, prostration, poils ébouriffés. Les macrophages infectés sont récoltés par lavage de la cavité péritonéale avec du PBS. Les lames d'antigènes sont préparées comme précédemment.

Immunofluorescence indirecte

Les lames d'antigènes sont réchauffées à température ambiante avant utilisation. Elles sont placées dans un

bain de tampon glycine (pH = 2,8) pendant 10 min suivi d'un lavage au PBS (10 min). Les sérums dilués du 1/80 au 1/20480 dans du PBS sont déposés à raison de 10 µl par spot et par dilution. Sur chaque lame, un sérum négatif dilué au 1/80 sert de témoin de spécificité. Après une incubation de 30 min à 37 °C en atmosphère humide, les lames sont lavées trois fois dans du PBS pendant 5 min. On ajoute alors le sérum anti-IgG caprines ou bovines conjugué à la fluorescéine, dilué au 1/60 et contenant 0,02 p. 100 de bleu Evans. Une nouvelle incubation de 30 min à 37 °C est suivie de trois lavages en PBS. Les lames sont montées avec du Fluoprep (Bio-Mérieux) et examinées au microscope à immunofluorescence aux grossissements x 100 et x 500. Le titre du sérum est donné par la dernière dilution positive.

Analyse statistique

Le calcul du coefficient de corrélation entre les titres sériques correspondant aux couples sérum-stock de *Cowdria* homologues a permis de comparer les antigènes neutrophiles et E5. De même, on a calculé les corrélations existant entre les séries de résultats macrophages-Kümm/neutrophiles-Sénégal, macrophages-Kümm/neutrophiles-Umm-Banein, macrophages-Kümm/E5-Sénégal, macrophages-Kümm/E5-Welgevonden, macrophages-Kümm/E5-Gardel, macrophages-Kümm/E5 (couples sérum-stock homologues).

RÉSULTATS

Cultures de neutrophiles

Sur dix chèvres inoculées, cinq sont mortes subitement sans avoir présenté d'hyperthermie de plus de quelques heures. Elles n'ont pu de ce fait être utilisées pour la préparation d'antigènes, à l'exception d'une seule (CP 8823) dont le sang a été prélevé par ponction intracardiaque au moment de la mort (Tabl. I). Quatre cultures sur les cinq effectuées se sont avérées positives, mais seul le stock Sénégal a donné des taux de cellules infectées suffisants (5 et 35 p. 100). L'infection des neutrophiles avec le stock Gardel n'a pu être révélée que par IFI (coloration de Field sans succès). Le nombre très faible de cellules infectées et la petite taille des morula n'ont pas permis leur utilisation comme antigène. Le taux d'infection des cellules par le stock Welgevonden est resté faible et l'antigène était de mauvaise qualité. Dans tous les cas, 72 heures de culture ont été nécessaires pour que les cellules infectées puissent être utilisées comme antigènes.

Culture de cellules endothéliales

Les trois essais ont été positifs (Tabl. I). A l'isolement, la destruction de 90 p. 100 du tapis cellulaire a eu lieu en 15 à 20 jours. Dans nos conditions de culture, le cycle de *Cowdria ruminantium* dure 5 à 6 jours. Il se termine par l'éclatement des morula et la libération des corps élémentaires, entraînant la mort des cellules hôtes. Au cours des passages, la destruction du tapis cellulaire est quasi complète en 1 à 2 cycles soit 6 à 12 jours. A ce stade, 90 à 100 p. 100 des cellules sont infectées quel que soit le stock.

TABLEAU I Résultats des infections expérimentales.

N° caprin	Stock de <i>Cowdria</i>	Inoculum	Évolution de la maladie	Neutrophiles		Cellules E5
				Field*	IFI**	
911	Sénégal	Sang	Mort***	NF	NF	NF
8823	Sénégal	Sang	Mort***	+ (35)	+ (35)	NF
237	Sénégal	Sang	Survie	-	-	NF
218	Sénégal	Sang	Mort	+ (5)	+ (5)	NF
920	Sénégal	Sang	Survie	NF	NF	+ (100)
8922	Welgevonden	Cellules E5	Mort***	+ (2)	+ (2)	+ (100)
914	Gardel	Sang	Mort***	NF	NF	NF
916	Gardel	10 F Av	Mort***	NF	NF	NF
948	Gardel	10 F Av	Mort	-	+ (1-2)	+ (100)
949	Gardel	10 N Av	Mort***	NF	NF	NF

* Coloration rapide après culture (RAL 555).

** Immunofluorescence indirecte après culture.

*** Mort sans symptômes.

NF : non fait.

- : culture négative ; + : culture positive ; entre parenthèses : pourcentage de cellules infectées.

Av : *Amblyomma variegatum* ; F : femelle ; N : nymphe.

Immunofluorescence indirecte

Le titre des 11 sérums utilisés pour comparer les différents antigènes figure dans les tableaux II et III. Seuls les résultats fiables ont été rapportés : pour les neutrophiles, les résultats ne figurent pas pour le stock Gardel, qui n'a pu être cultivé correctement, et sont incomplets pour Welgevonden dont l'antigène était de mauvaise qualité. On constate que les titres homologues sont supérieurs aux titres hétérologues, excepté pour le sérum S1 dont le titre sur l'antigène macrophage (Kümm) est supérieur d'une dilution au titre homologue obtenu sur neutrophiles (Tabl. II). Ce résultat paradoxal disparaît avec l'utilisation de cellules E5 (Tabl. III). L'aptitude de chaque antigène à distinguer des sérotypes a été quantifiée par le ratio : moyenne des titres homologues/moyenne des titres hétérologues. Le tableau IV montre que l'utilisation des neutrophiles permet de mieux révéler les sérotypes que les cellules endothéliales.

D. Martinez, J. Swinkels, E. Camus, F. Jongejan

TABLEAU II Résultats des sérologies effectuées sur neutrophiles et macrophages infectés par *Cowdria ruminantium*.

Sérum		Neutrophiles			Macrophages
Stock	Code	Sénégal	Welgevonden	Umm-Banein	Kümm
Sénégal	S1	2 560	1 280	1 280	5 120
	S2	2 560	1 280	1 280	2 560
	S3	1 280	640	1 280	1 280
	S4	5 120		640	1 280
	S5	2 560		640	1 280
Gardel	G1	320		640	2 560
	G2	320		640	1 280
	G3	320		1 280	2 560
	G4	320		640	640
	G5	80		320	320
Welgevonden	W1	160		160	1 280

TABLEAU III Résultats des sérologies effectuées sur cellules endothéliales infectées par *Cowdria ruminantium*.

Sérum		Cellules endothéliales		
Stock	Code	Sénégal	Gardel	Welgevonden
Sénégal	S1	10 240	2 560	5 120
	S2	5 120	5 120	2 560
	S3	1 280	1 280	1 280
	S4	10 240	2 560	1 280
	S5	2 560	1 280	640
Gardel	G1	1 280	2 560	640
	G2	2 560	5 120	1 280
	G3	1 280	5 120	1 280
	G4	640	1 280	640
	G5	640	640	640
Welgevonden	W1	1 280	640	1 280

TABLEAU IV Comparaison de l'aptitude des antigènes neutrophiles et cellules endothéliales à distinguer des sérotypes de *Cowdria ruminantium*.

	Neutrophiles		Cellules endothéliales	
	Titres homologues	Titres hétérologues	Titres homologues	Titres hétérologues
Moyenne*	2 816 (n = 5)	253 (n = 6)	5 888 (n = 5)	1 280 (n = 6)
Ratio**	11,1		4,6	

* Moyenne des titres exprimés en inverse de dilution.

** Ratio : moyenne des titres homologues/moyenne des titres hétérologues.

La comparaison des titres obtenus pour un même sérum sur les antigènes pris deux à deux montre (Tabl. V) :

— une bonne corrélation entre les titres sériques obtenus sur neutrophiles et sur cellules E5 ($P < 0,001$) ;

— aucune corrélation significative entre les résultats macrophages (Kümm) et neutrophiles ;

— aucune corrélation significative entre les résultats macrophages (Kümm) et cellules E5 excepté avec le stock Welgevonden ($P < 0,001$).

TABLEAU V Corrélation entre les résultats des sérologies effectuées avec les trois antigènes.

Comparaison des antigènes	n	Coefficient de corrélation	P
Neutrophiles/E5	14	0,84	< 0,001
Macrophages-Kümm/neutrophiles-Sénégal	11	0,24	NS
Macrophages-Kümm/neutrophiles-Umm-Banein	11	0,19	NS
Macrophages-Kümm/E5-Sénégal	11	0,21	NS
Macrophages-Kümm/E5-Gardel	11	0,29	NS
Macrophages-Kümm/E5-Welgevonden	11	0,87	< 0,001
Macrophages-Kümm/couples sérum-stock E5 homologues	11	0,25	NS

NS : non significatif.

Spécificité de la méthode

Trente-quatre sur 42 sérums bovins reconnus positifs vis-à-vis de *C. ruminantium* avec l'antigène macrophage (Kümm) au sein d'une population de 399 sérums, provenant de quatre îles antillaises où la cowdriose n'a jamais été observée, ont pu être titrés sur cellules E5 infectées par le stock Gardel. Dix-huit seulement se sont avérés positifs sur ce nouvel antigène. Le pourcentage de sérums positifs dans ces îles cliniquement indemnes passe donc de 10,5 à 5,6, si l'on admet que l'ensemble des sérums négatifs avec l'antigène Kümm le sont aussi avec l'antigène Gardel (sérums négatifs non titrés sur cet antigène). De plus, sur ces 18 sérums positifs, 8 ont un titre de seulement 1/80 qui constitue la limite de positivité communément admise avec l'antigène macrophage (Tabl. VI).

TABLEAU VI Comparaison des sérologies effectuées dans les petites Antilles sur macrophages de souris et cellules E5, respectivement infectées par les stocks Kümm et Gardel.

	Sérums positifs sur antigène Gardel					Sérums positifs sur antigène (p. 100)	
	Titre				Total	Kümm	Gardel
	80	160	320	640			
Martinique	7	3	1	0	11 n = 19*	10,2 (23/226)**	5,9***
St-Martin	1	0	1	0	2 n = 7	26,2 (11/42)	7,5
St-Kitts ¹	0	0	2	0	2 n = 5	8,3 (5/60)	3,3
Ste-Lucie ¹	0	1	1	1	3 n = 3	4,2 (3/71)	4,2
					18 n = 34	10,5 (42/399)	5,6

¹ A St-Kitts et Ste-Lucie, les sérums ont été prélevés par E.F. Birnie, de l'Université de Floride.

* Nombre de sérums testés positifs sur macrophages Kümm.

** Nombre de sérums positifs sur macrophages Kümm/nombre de sérums titrés.

*** 34 des 42 sérums positifs sur macrophages Kümm ont été titrés sur antigène Gardel. Les nouveaux pourcentages de sérums positifs dans les îles ont donc été calculés après péréquation; par exemple: $(11/19) \times (23/226) = 5,9$ p. 100 pour la Martinique.

DISCUSSION

Les résultats montrent la possibilité d'utiliser des cultures de cellules endothéliales bovines (lignée E5) comme antigènes pour le sérodiagnostic de la cowdriose. Contrairement à la méthode initialement décrite par BEZUIDENHOUT et collab. (1), l'irradiation des cellules n'a pas été nécessaire à l'isolement des trois stocks de *C. ruminantium* testés (Sénégal, Welgevonden, Gardel). Le stock Gardel a été cultivé pour la première fois en cellules endothéliales lors de cette expérimentation (Photos 1 et 2). Il n'a pas été observé, comme BEZUIDENHOUT avec des stocks sud-africains de *C. ruminantium*, d'importantes différences dans l'aptitude à pousser *in vitro* (BEZUIDENHOUT, communication personnelle, 1986). Les trois stocks utilisés se sont comportés de façon identique en culture, donnant des taux d'infection proches de 100 p. 100 en 6 à 12 jours lors des passages successifs.

Dans les neutrophiles en survie, la croissance de *C. ruminantium* s'est avérée aléatoire et variable selon les stocks, certains tels que Sénégal et Welgevonden se développant mieux que d'autres (Tabl. I) (15). S'il est certain que cette méthode a amélioré le sérodi-

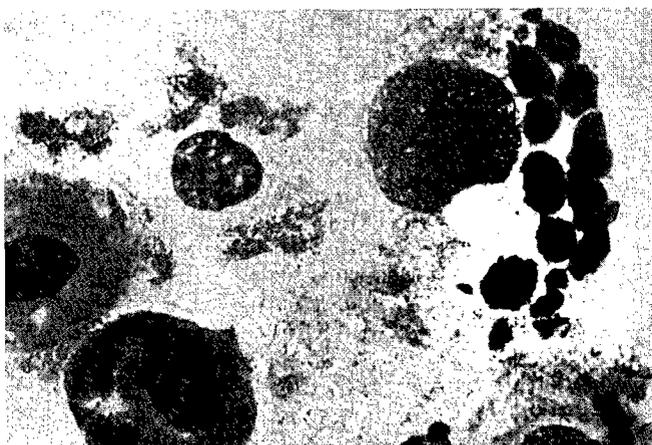
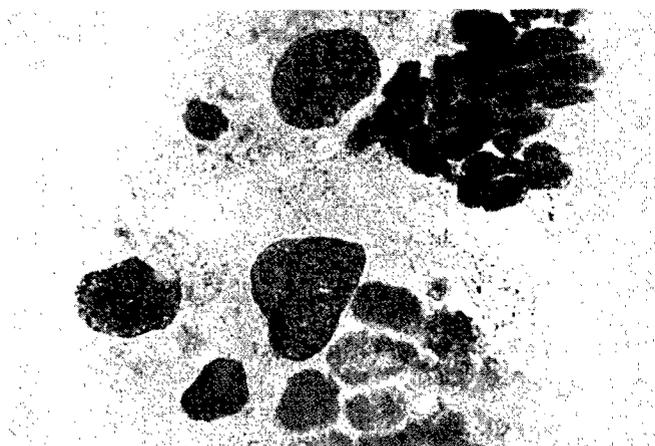
agnostic de la cowdriose par rapport à l'utilisation des macrophages de souris en termes de spécificité de l'antigène, elle est également plus fastidieuse, soumise aux mêmes aléas de production et, surtout, très dispendieuse en animaux.

La culture en cellules endothéliales permet de pallier ces inconvénients et de produire régulièrement (un passage tous les 7 à 12 jours en moyenne), en grande quantité (pratiquement 100 p. 100 de cellules infectées) et de façon peu onéreuse (plus de 30 lames à 21 spots par flacon de culture de 25 cm²), un antigène spécifique, même si des variations dans l'aptitude de certains stocks à pousser *in vitro* sont probables. De plus, la grande quantité de morula et de corps élémentaires présents (Photo 3) permet une lecture très rapide, comparée à la lecture fastidieuse des lames de neutrophiles et de macrophages (Photos 4 et 5).

L'existence de sérotypes, déjà mise en évidence sur neutrophiles (15), est confirmée aussi bien avec les neutrophiles qu'avec les cellules endothéliales. Leur mise en évidence est cependant meilleure avec les neutrophiles (Tabl. IV). Les titres obtenus sur cellules endothéliales sont toujours supérieurs à ceux obtenus sur neutrophiles en raison de la persistance plus longue de la fluorescence des corps élémentaires libres très nombreux dans l'antigène E5, par rapport à celle des morula intracellulaires. La corrélation entre les résultats obtenus avec ces deux antigènes reste cependant très bonne ($P < 0,001$) alors qu'elle ne l'est pas si la comparaison est faite avec l'antigène Kümm (Tabl. V). Contrairement aux résultats de DU PLESSIS et MALAN (10), cela suggère un manque de spécificité du stock Kümm. Il faut toutefois noter la très forte corrélation ($P < 0,001$) entre les stocks Kümm et Welgevonden produits respectivement en macrophages et en cellules endothéliales, laissant supposer l'existence d'une importante communauté antigénique entre ces deux stocks qu'il serait intéressant de confirmer par l'étude d'un plus grand nombre de sérums et des tests de protection croisée.

La moitié seulement des sérums bovins trouvés positifs avec l'antigène macrophage (Kümm) lors d'une enquête épidémiologique dans quatre îles des petites Antilles (4) s'est avérée positive avec l'antigène produit en cellules endothéliales (stock Gardel, Tabl. VI). Les problèmes d'interprétation des résultats (8) laissant supposer l'existence occulte de la cowdriose dans certaines de ces îles (Martinique et Saint-Martin notamment) ont donc pu résulter en grande partie d'un certain manque de spécificité de l'antigène Kümm. Ces sérums peuvent probablement être qualifiés de « faux positifs » et le chiffre de 5 p. 100 indique vraisemblablement la spécificité de la méthode. Il faut cependant noter que l'ensemble des sérums reconnus négatifs avec l'antigène macrophage n'ont pas été titrés sur cellules endothéliales. Ce travail, qui reste à accomplir, pourrait entraîner une légère modification des pourcentages précédents.

D. Martinez, J. Swinkels, E. Camus, F. Jongejan



Photos 1 et 2 : Cellules endothéliales bovines (lignée E5) infectées par *Cowdria ruminantium* (stock Gardel). Morulae intracellulaires. Coloration de Field (x 500 et x 1000).

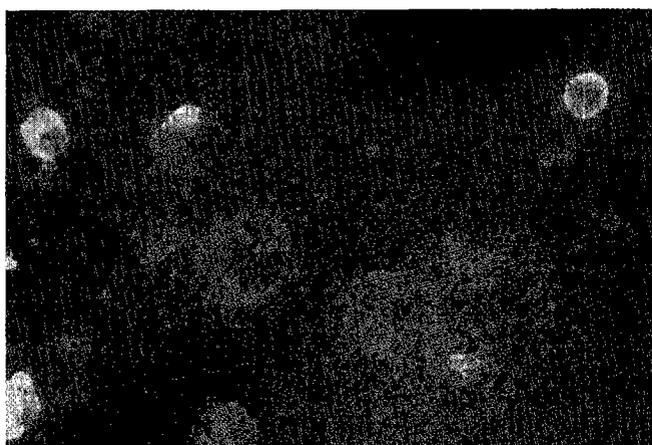


Photo 3 : Cellules endothéliales bovines (E5) infectées par *Cowdria ruminantium* (stock Sénégal). Nombreux corps élémentaires intra- et extracellulaires visibles en immunofluorescence indirecte (x 400).

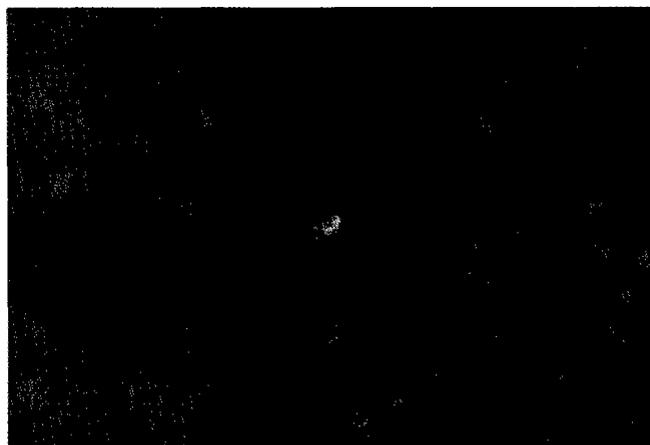


Photo 4 : Neutrophiles de chèvres infectés par *Cowdria ruminantium* (stock Sénégal). Morulae visibles en immunofluorescence indirecte (x 400).

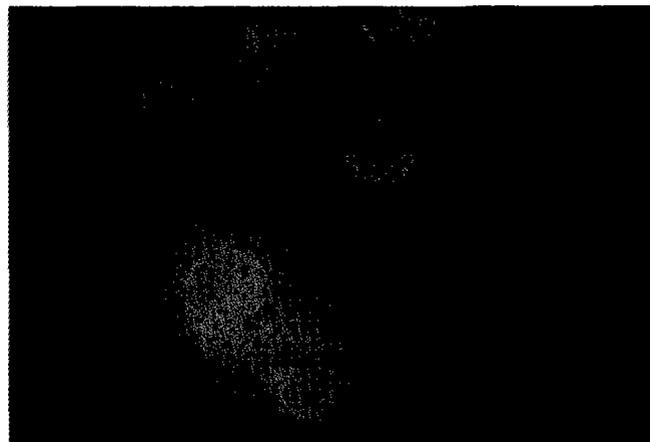


Photo 5 : Macrophages de souris infectés par *Cowdria ruminantium* (stock Kümm). Morulae visibles en immunofluorescence indirecte (x 400).

La présence d'ehrlichiose, dont certaines espèces présentent des réactions sérologiques croisées avec *C. ruminantium* (8, 16), peut être à l'origine d'un certain nombre de sérums qualifiés à tort de positifs. Une proportion de sérums positifs inférieure à 5 p. 100 dans une île ne permet toutefois pas, à elle seule, d'affirmer formellement l'absence de maladie, comme l'atteste le cas d'Antigua où la cowdriose existe mais où seulement 4 p. 100 des sérums (n = 184) ont été trouvés positifs sur macrophage Kümm (3). On peut cependant raisonnablement admettre que la cowdriose n'existe pas dans les îles cliniquement indemnes où le pourcentage de sérums positifs avoisine 5 p. 100 et où de multiples essais de mise en évidence de l'agent pathogène sont restés infructueux, comme c'est le cas pour la Martinique, Saint-Kitts et Sainte-Lucie. A Saint-Martin, le faible nombre de tiques à

partir duquel les essais d'isolement de *C. ruminantium* ont été effectués ne permet pas d'être aussi affirmatif.

CONCLUSION

Les cellules endothéliales infectées se sont révélées à bien des égards supérieures aux macrophages de souris et aux neutrophiles de chèvre comme antigènes pour le sérodiagnostic de la cowdriose par IFI. L'existence de sérotypes chez *C. ruminantium* peut cependant constituer une complication. La méthode n'est

en outre pas idéale pour les enquêtes épidémiologiques à grande échelle et devrait être remplacée dans un proche avenir par un test ELISA.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr J.D. BEZUIDENHOUT pour le don de la lignée cellulaire E5 et le Dr G. UILENBERG pour la correction du manuscrit et les suggestions très constructives apportées à ce travail.

MARTINEZ (D.), SWINKELS (J.), CAMUS (E.), JONGEJAN (F.). Comparison of three antigens for the serodiagnosis of heartwater by indirect fluorescent test. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 159-166.

A cell line of bovine endothelial cells (E5), infected with 3 different stocks of *Cowdria ruminantium*, was used as antigen in an indirect fluorescent antibody test for the serodiagnosis of heartwater. These antigens were compared to peritoneal macrophages from mice infected with the Kümm stock and to caprine neutrophils in primary cultures from goats infected with 4 different stocks of *Cowdria*. The use of endothelial cell cultures proved to be superior in all respects. The antigens can be produced in large quantities at a low cost, contrary to the other types. The reaction is easily and quickly read, compared to the laborious reading of neutrophil or macrophage antigens which often contain few and small colonies of *Cowdria*. Moreover, not all stocks are suitable for the preparation of neutrophil antigens, while macrophage antigen can only be obtained with the Kümm stock. Endothelial cell antigens also distinguish serotypes in *C. ruminantium*, but these differences seem to be less pronounced than those found with neutrophil antigens. Finally, the specificity of endothelial cell antigens appears to be better than that of Kümm antigen and comparable to that of neutrophil antigens. The use of Kümm antigen may have been responsible to a large extent for past unexplained positive serological results on certain Caribbean islands where it has not been possible to isolate *Cowdria* and where no clinical evidence of the disease has been found. *Key words* : *Cowdria ruminantium* - Antigen - Indirect fluorescent antibody test - Bovine endothelial cell - Mouse macrophage - Goat neutrophil.

MARTINEZ (D.), SWINKELS (J.), CAMUS (E.), JONGEJAN (F.). Comparación de tres antígenos para el serodiagnóstico de la cowdriosis por inmunofluorescencia indirecta. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 159-166.

Los autores evalúan la posibilidad de utilizar como antígeno una línea de células endoteliales bovinas (E5), infectadas *in vitro* por tres especímenes de *Cowdria ruminantium* para el serodiagnóstico de la cowdriosis por inmunofluorescencia indirecta. Este método es comparado con aquellos que utilizan macrófagos de ratón infectados con el stock Kümm o neutrófilos de cabra infectados por cuatro stocks de *Cowdria*. El cultivo en células endoteliales permite la producción fácil y continua de grandes cantidades de antígeno, a bajo costo. La lectura de la reacción es muy rápida, si se compara con la lectura, a menudo fastidiosa, de las láminas de neutrófilos o de macrófagos. El antígeno Kümm y los problemas de diferentes serotipos encontrados al utilizar los neutrófilos son al parecer menores. *Palabras claves* : Inmunofluorescencia indirecta - Célula endotelial bovina - Macrófago de ratón - Neutrófilo de cabra.

BIBLIOGRAPHIE

1. BEZUIDENHOUT (J.D.), PATERSON (C.L.), BARNARD (B.J.H.). *In vitro* cultivation of *Cowdria ruminantium*. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1985, 52 : 113-120.
2. BOVARNICK (M.R.), MILLER (J.C.), SNYDER (J.C.). The influence of certain salts, amino acids, sugars, and proteins on the stability of Rickettsiae. *J. Bact.*, 1950, 59 : 509-522.
3. CAMUS (E.). Contribution à l'étude épidémiologique de la cowdriose (*Cowdria ruminantium*) en Guadeloupe. Thèse doct. es-Sciences, Univ. Paris-Sud, 1987. 202 p.
4. CAMUS (E.), BARRÉ (N.). Epidemiology of heartwater in Guadeloupe and in the Caribbean. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1987, 54 : 419-426.

5. DU PLESSIS (J.L.). Mice infected with a *Cowdria ruminantium*-like agent as a model in the study of heartwater. Thesis vet. Sci., Univ. Pretoria, 1981. 157 p.
6. DU PLESSIS (J.L.). The application of the indirect fluorescent antibody test to the serology of heartwater. In : Proc. of international congress on tick biology and control, Rhodes University, Grahamstown, South Africa, 1981. P. 47-52.
7. DU PLESSIS (J.L.). A method for determining the *Cowdria ruminantium* infection rate of *Amblyomma hebraeum*; effects in mice injected with tick homogenates. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1985, **52**: 55-61.
8. DU PLESSIS (J.L.), CAMUS (E.), OBEREM (P.T.), MALAN (L.). Heartwater serology: some problems with the interpretation of results. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1987, **54**: 327-329.
9. DU PLESSIS (J.L.), KUMM (N.A.L.). The passage of *Cowdria ruminantium* in mice. *J. S. Afr. vet. Ass.*, 1971, **42** (3): 217-221.
10. DU PLESSIS (J.L.), MALAN (L.). The application of the indirect fluorescent test in research on heartwater. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1987, **54**: 319-325.
11. ILEMOBADE (A.A.), BLOTKAMP (J.). Preliminary observations on the use of the capillary flocculation test for the diagnosis of heartwater (*Cowdria ruminantium* infection). *Res. vet. Sci.*, 1976, **21**: 370-372.
12. JONGEJAN (F.), MOZARIA (S.P.), SHARIFF (O.), ABDALLA (H.M.). Isolation and transmission of *Cowdria ruminantium* (causal agent of heartwater disease) in Blue Nile Province. *Sudan. vet. Res. Commun.*, 1984, **8**: 141-145.
13. JONGEJAN (F.), THIELEMANS (M.J.C.). Antigenic analysis of the tick-borne rickettsia *Cowdria ruminantium*. In : Proc. of the 6th international conference of institutes for tropical veterinary medicine, Wageningen, The Netherlands, 28 august-1 september 1989. Utrecht, University of Utrecht, 1990. P. 305-309.
14. JONGEJAN (F.), UILENBERG (G.), FRANSSSEN (F.J.), GÜEYE (A.), NEUWENHUIJS (J.). Antigenic differences between stocks of *Cowdria ruminantium*. *Res. vet. Sci.*, 1988, **44**: 186-189.
15. JONGEJAN (F.), WASSINK (L.A.), THIELEMANS (M.J.C.), PERIE (N.M.), UILENBERG (G.). Serotypes in *Cowdria ruminantium* and their relationship with *Ehrlichia phagocytophila* determined by immunofluorescence. *Vet. Microbiol.*, 1989, **21**: 31-40.
16. LOGAN (L.L.), HOLLAND (C.J.), MEUS (C.A.), RISTIC (M.). Serological relationship between *Cowdria ruminantium* and certain ehrlichia. *Vet. Rec.*, 1986, **119**: 458-459.
17. LOGAN (L.L.), WHYARD (T.C.), QUINTERO (J.C.), MEBUS (C.A.). The development of *Cowdria ruminantium* in neutrophils. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1987, **54**: 197-204.
18. SAHU (S.P.). Fluorescent antibody technique to detect *Cowdria ruminantium* in *in vitro* cultured macrophages and buffy coats from cattle, sheep and goats. *Am. J. vet. Res.*, 1986, **47** (6): 1253-1257.
19. SAHU (S.P.), DARDIRI (A.H.), WOOL (S.H.). Observation of *Rickettsia ruminantium* in leukocytic cell cultures from heartwater-infected goats, sheep, and cattle. *Am. J. vet. Res.*, 1983, **44** (6): 1093-1097.
20. UILENBERG (G.), CAMUS (E.), BARRÉ (N.). Quelques observations sur une souche de *Cowdria ruminantium* isolée en Guadeloupe (Antilles françaises). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, **38** (1): 34-42.
21. YUNKER (C.E.), BYRON (B.), SEMU (S.). *In vitro* cultivation of *Cowdria ruminantium* in bovine vascular endothelial cells. *Kenyan Vet.*, 1989.

Communication

Serological survey of *Brucella abortus* antibody prevalence in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) from Eastern Sudan

I.A. Yagoub¹

A.A. Mohamed¹

M.O. Salim¹

YAGOUB (I.A.), MOHAMED (A.A.), SALIM (M.O.). Enquête sérologique sur la prévalence des anticorps contre *Brucella abortus* chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) à l'est du Soudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 167-171

Durant cinq ans, une enquête sur la prévalence des anticorps dirigés contre *Brucella* dans les sera de camélidés a été effectuée chez 1 502 dromadaires des deux sexes et d'âges différents. Le taux d'incidence moyen de réactions positives était de $6,95 \pm 1,55$ p. 100. Parmi les animaux adultes, le taux était de $4,94 \pm 2,51$ p. 100 chez les mâles et de $13,76 \pm 4,41$ p. 100 chez les femelles. Les jeunes mâles ont montré un taux de 0 p.100 et les jeunes femelles un taux de $1,82 \pm 3,64$ p. 100. La présence d'anticorps dirigés contre *Brucella abortus* s'est révélée prédominante dans les sera des dromadaires durant les cinq années de l'enquête avec un taux d'incidence de 6,54, 5,79, 9,32, 5,03 et 8,06 p. 100 de 1985 à 1989 respectivement. **Mots clés :** Dromadaire - Anticorps - *Brucella abortus* - Sérologie - Enquête pathologique - Soudan.

Introduction

Human brucellosis in the Kassala area has been recognized since 1908 (12). The occurrence of the disease in cattle, sheep and goats in Sudan was suspected as in early as in 1904 when the first human case was confirmed (5). *Brucella abortus* was isolated for the first time from a dairy farm in the vicinity of Khartoum (5), while *B. melitensis* was isolated from goat milk when several cases of undulant fever had been reported among European residents in the Gezira area (8). Following isolation of these two species, the disease has frequently been described in different districts of the country (1, 4, 9, 10, 16).

The incidence of brucellosis in the one-humped camel from Sudan was first reported in 1971 (15). The authors examined 310 one-humped camel sera from the Kassala Province and Butana area. The results of their tube agglutination tests revealed an incidence rate of 1.75 and 5.7 %, respectively for the two districts. Thus, an overall incidence rate of 4.9 % *Brucella* antibodies in one-humped camels of both sexes from three regions was detected (2). The highest rate was 7.5 % in the Eastern region followed by 3.1 % in Darfur and 2 % in the central region. Except for these two

separate surveys, no research work or investigation has been conducted in one-humped camels. However, while screening the domestic livestock for the incidence of brucellosis in Saudi Arabia, AHMED *et al.* (3) examined 58 one-humped camels sacrificed in Makkah during the Hajj season in 1977, 48 of which were imported Sudanese one-humped camels. The incidence rate of brucellosis among the Sudanese one-humped camels was 4.2 % versus 2.8 % for the local ones.

The study of one-humped camel brucellosis in Eastern Sudan is of particular zoonotic importance since their milk is consumed as raw milk by nomadic owners. Moreover, many cases of late abortions in one-humped camel cows were regularly reported to the Regional Veterinary Research Laboratory. This survey was conducted in one-humped camels herds around the Kassala, El Gadarif, New Halfa and Aroma areas to monitor the incidence of brucellosis during a five year period starting from 1985 to 1989.

Materials and methods

The total number of one-humped camels sampled in this survey was 1 502. Among adult one-humped camels, there were 1 153 males and 270 females, while among the juvenile ones, there were 50 males and 29 females. With regard to sex, there were 1 203 male one-humped camels (adult + juvenile), while there were only 299 females. Serum samples were obtained by centrifugation of coagulated blood collected from the jugular vein in plain vacutainer tubes. Age, sex and geographical origin of samples were recorded. The animals belonged to the major one-humped camel owning tribes (Hadandawa, Beni Amir, Rashida and Shukria) in Eastern Sudan. One-humped camels visiting the main Veterinary Clinics at Kassala, El Gafarif, New Halfa and Aroma during 1985 to 1989 were also sampled.

The surveyed one-humped camels were divided according to age into four groups (Table I) consisting of adult males, adult females, juvenile males and juvenile females (1 month to 5 years). Their sera were tested for antibodies against *B. abortus* by the Standard Rose Bengal Plate Test (RBPT). The antigen used in this test was prepared in the central Veterinary Research Laboratory (SOBA) from *B. abortus* strain 99. The test was performed according to the method described in the Manual of Brucellosis Diagnosis Standard Laboratory Techniques (6).

Results

The incidence rate of positive reactions to *B. abortus* was 6.54, 5.79, 9.32, 5.03 and 8.06 %, respectively from 1985 to 1989 (Table I). The average ($X \pm SD$) incidence

1. The regional Veterinary Research Laboratory, P.O. Box 237, Kassala, Sudan.

Reçu le 13.11.89, accepté le 2.01.90.

TABLE I The incidence of brucellosis — according to age and sex — in 1502 camels tested during 1985 to 1989.

Year	1985				1986				1987				1988				1989				Overall incid. rate					
	Age Sex	No. tested	No. +ve	No. ±ve	Incid. rate (%)	No. tested	No. +ve	No. ±ve	Incid. rate (%)	No. tested	No. +ve	No. ±ve	Incid. rate (%)	No. tested	No. +ve	No. ±ve	Incid. rate (%)	No. tested	No. +ve	No. ±ve	Incid. rate (%)	Total	+ve	±ve	%	Average ± SD
AM		160	6	0	3.75	505	29	0	5.74	228	21	1	9.21	137	6	2	4.38	123	2	0	1.63	153	64	3	5.55	4.94 ± 2.51
AF		47	8	0	17.02	96	8	0	8.33	38	5	1	13.16	20	2	0	10.00	69	14	0	20.29	270	37	1	13.70	13.76 ± 4.41
JM		3	9	0	0.00	27	0	0	0.00	10	0	0	0.00	2	0	0	0.00	8	0	0	0.00	50	0	0	0.00	0.00 ± 0.00
JF		4	0	0	0.00	11	0	1	0.00	3	0	0	0.00	0	0	0	0.00	11	1	0	9.09	29	1	1	3.45	1.82 ± 3.64
Total		214	14	0	6.54	639	37	1	5.79	279	26	2	9.32	159	8	2	5.03	211	17	0	8.06	1502	102	5	6.79	6.95 ± 1.55

AM : adult male ; AF : adult female ; JM : juvenile male ; JF : juvenile female.
+ ve : positive ; ± ve : doubtful.

rate for all one-humped camels was 6.95 ± 1.55 %. Adult male one-humped camels had an incidence rate of 4.94 ± 2.51 %, while this rate was 13.76 ± 4.41 % in adult females. Juvenile one-humped camel calves had a 0 % incidence rate in males and a 1.82 ± 3.64 % in females.

The ratio of positive reactions to *B. abortus* among adult one-humped camels versus the total number of adult camels (male + females) was 101/1 423, equal to an overall incidence rate of 7.1 %. For juvenile one-humped camels, the ratio was 1/79 and the overall incidence rate was 1.27 %. The ratio for all male one-humped camels (adult + juvenile) showing positive reactions to *B. abortus* was 64/1 203 (5.32 %), while for the total number of female (adult + juvenile), this ratio was 38/299 (12.71 %). The highest incidence rate (20.29 %) was recorded among female one-humped camels examined in 1989.

Discussion

Because of the nature and beliefs of the nomadic one-humped camel owners in this region of the country, adult male one-humped camels constituted the majority of the animals examined in this survey. These nomads usually resisted having their one-humped camels bled, especially females and young one-humped camel calves. They believed that bleeding females, even under strict hygienic conditions would result in harmful effects like abortion, loss of condition and disease transmission.

Positive reactions to *Brucella* in one-humped camels from the neighbouring countries have been claimed by different authors. For example, the Egyptian one-humped camels examined in 1948 (14) and 1963 (11) were shown to have a 14 and 10.2 % positive reaction rate, respectively. Similarly, a 14 % positive reaction

rate was recorded for Kenyan one-humped camels (19). The Nigerian one-humped camels presented for slaughter at the Kano abattoir showed a low (1 %) incidence rate of brucellosis (18). Milk samples from Tunisian one-humped camels tested in 1975 (7) were found negative for *Brucella* antibodies although 5.8 % of the one-humped camel sera had antibodies against *B. abortus* and 3.8 % against *B. Melitensis*.

The results of the present survey indicate that antibodies against *B. abortus* were prevalent in one-humped camel sera from Eastern Sudan (Fig. 1). These results are supported by the findings of MUSTAFA *et al.* (15) who recorded a 1.75 % incidence rate of brucellosis among one-humped camels from the Kassala province and further by the recent data of ABU DAMIR *et al.* (2) in which the highest percentage of positive reactions (7.5 %) was shown in one-humped camel sera from Eastern Sudan. The incidence rate was nearly constant throughout the five years of the survey except for the third year which showed a relatively higher rate (9.32 %). This high rate was likely due to intensive mixed grazing of cattle, sheep, goat and one-humped camels with sorghum by-products during the last year of the drought (1984-1987). It appeared that antibodies against *B. abortus* were prevalent in both adult males (4.94 %) and adult females (13.76 %), but the incidence rate was always higher in the females. This finding seems not to agree with the results of ABU DAMIR *et al.* (2) who recorded the highest incidence rate in males (5.6 vs 4.5 %). On the other hand, the low incidence rate of brucellosis (1.27 %) in juvenile one-humped camel calves may possibly indicate that premature one-humped camels are relatively insusceptible to infection by *Brucella*.

The problem of late abortion is considered by many Sudanese veterinarians as being caused by acute trypanosomosis due to *T. evansi* infections. Records of the Regional Veterinary Research Laboratory (Kassala) showed that over 20 % of one-humped camels in

Communication

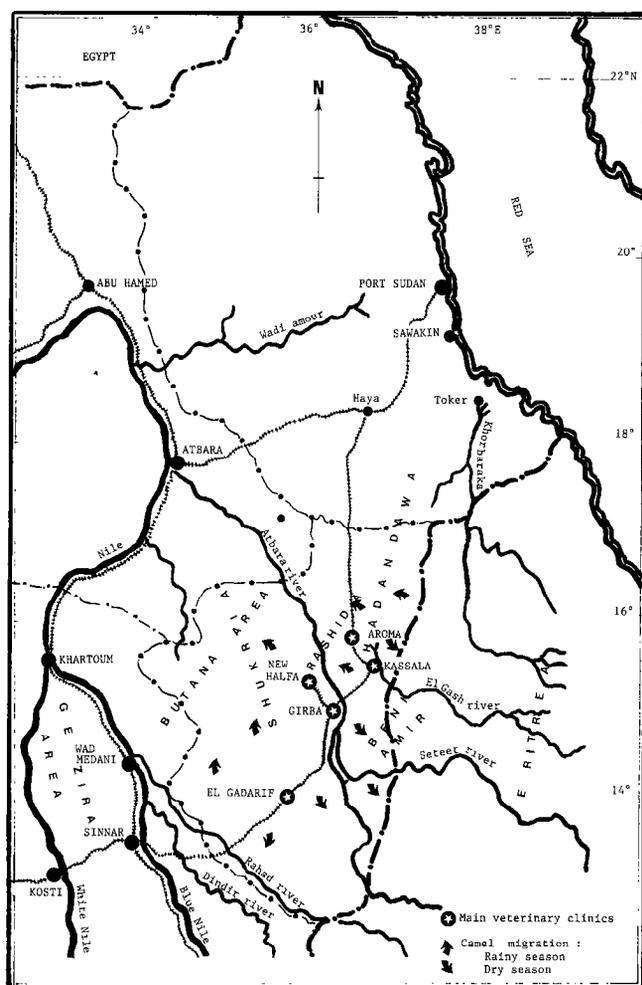


Fig. 1 : Eastern Region of the Sudan.

this region were infected with *T. evansi*. HIGGINS (13) stated that pregnant dromedaries may abort because of *T. evansi* infection. The trypanosome was also shown to cause abortion in buffaloes in Thailand (16). When considering *B. abortus* as a possible cause of abortion, the high incidence rate of *B. abortus* antibodies in the sera, in the complete absence of vaccination, was a strong circumstantial evidence for the existence of brucellosis. Despite this fact, the aetiology of abortion in nomadic one-humped camels is still unclear. These abortions could be due to *T. evansi* as previously stated, or to *B. abortus*, or to both pathogens.

Conclusion

Antibodies to *B. abortus* are prevalent in one-humped camel sera from Eastern Sudan. The high incidence

rate of positive reactions to *B. abortus* indicates that this species of bacteria could possibly be the direct cause of abortion in pregnant female one-humped camels. Research work needs to be undertaken in nomadic dromedaries to ascertain the prevalence of brucellosis, the species of bacteria present and to assess the veterinary and public health hazards.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the technical assistance of Miss ZEINAB A. MOHAMED. The article is published with the kind permission of the Permanent Under Secretary, Ministry of Animal Resources and of the Director of Veterinary Research Administration.

YAGOUR (I.A.), MOHAMED (A.A.), SALIM (M.O.). Serological survey of *Brucella abortus* antibody prevalence in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) from Eastern Sudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 167-171.

A five year investigation of *Brucella* antibody prevalence in camel sera was conducted in 1502 one-humped camels of both sexes and different ages. The average ($X \pm SD$) incidence rate of positive results was 6.95 ± 1.55 %. Among adult one-humped camels, the rate was 4.94 ± 2.51 % in males and 13.76 ± 4.41 % in females. Juvenile one-humped camel calves showed a 0 % incidence rate in males and a 1.82 ± 3.64 % in females. Antibodies against *Brucella abortus* were prevalent in one-humped camel sera throughout the five years of the survey with incidence rates of 6.54, 5.79, 9.32, 5.03 and 8.06 %, respectively from 1985 to 1989. **Key words** : One-humped camel - Antibody - *Brucella abortus* - Serological survey - Sudan.

References

1. ABDULLA (A.). Incidence of animal brucellosis in Wadi Halfa district. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1966, 7 : 28-31.
2. ABU DAMIR (H.), KENYON (S.J.), KHALAF ALLA (A.E.), IDRIS (O.F.). Brucellosis antibodies in Sudanese camels. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1984, 16 (4) : 209-212.
3. AHMED (I.R.), JOSEPH (A.A.), WAYNE (M.F.), SAAD (I.B.), ABDULLAH (A.A.). Incidence of brucellosis in domestic livestock in Saudi Arabia. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1983, 15 : 139-143.
4. BAKHIET (M.). Brucellosis in cross-bred cattle. *Sudan J. vet. Res.*, 1981, 3 : 119-120.
5. BENNETT (S.G.). Annual report of the Sudan Veterinary Service. 1943 : 29-32.
6. Brucellosis diagnosis standard laboratory techniques. 2nd ed. Tolcarne Drive, Pinner, Middlesex England, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1981.
7. BURGEMEISTER (R.), LEYK (W.), GOSSLER (R.). Untersuchungen über vorkommen von parasitosen, bakteriellen und viralen infektionskrankheiten bei dromedaren in Südtunesien. *Dt. tierärztl. Wschr.*, 1975, 82 : 352-354.
8. DAFALLA (E.N.), KHAN (A.). The occurrence, epidemiology and control of animal brucellosis in the Sudan. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1958, 6 : 243-247.
9. EL NASRI (M.). Brucellosis in Southern Sudan. *Vet. Rec.*, 1960, 72 : 1200-1201.

10. HABIBALLA (N.). The incidence of bovine brucellosis in five dairies and two livestock improvement centres in the Sudan. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1977, **18** : 47-50.
11. HAMADA (S.), EL-HIDAK (M.), SHERIF (I.), EL-SAWAH (H.), YOUSEF (M.). Serological investigation on brucellosis in cattle, buffaloes and camels. *J. Arab. vet. med. Ass.*, 1963, **23** : 173-178.
12. HASEEB (M.A.). Undulant fever in the Sudan. *J. trop. Med. Hyg.*, 1950, **53** : 241-244.
13. HIGGINS (A.J.). Observation on the diseases of the Arabian camel (*Camelus dromedarius*) and their control. *Vet Bull.*, 1983, **53** (12) : 1089-1100.
14. KAZI (R.). Brucellosis among ewes, camels and pigs in Egypt. *J. comp. Path.*, 1948, **58** : 145-159.
15. MUSTAFA (A.A.), AWAD EL-KARIM (M.H.). A preliminary survey for the detection of *Brucella* antibodies in camel sera. *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1971, **12** (1) : 5-8
16. MUSTAFA (A.A.), HASSAN (F.A.). Brucellosis in the Sudan. In : Proceedings of the 4th Veterinary conference. *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1969, **9** : 319-327.
17. LÖHR (K.F.), PJOLPARK (S.), LEESIRKUL (N.S.), SRIKIT-JAKAN (L.), STAAK (C.). *Trypanosoma evansi* infection in buffaloes in north-east Thailand. II : Abortions. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1986, **17** : 103-108.
18. OKOH (A.E.J.). A survey of brucellosis in camels in Kano, Nigeria. *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1979, **11** : 213-214.
19. WAGHELA (S.), FAZIL (M.A.), GATHUMA (J.M.), KAGUNYA (D.K.). A serological survey of brucellosis in camels in north-eastern province of Kenya. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1978, **10** : 28-29.

J. Julvez¹M.A. Ali Halidi²D.S. Brown³

Inventaire des mollusques d'eau douce à Mayotte, archipel des Comores

JULVEZ (J.), ALI HALIDI (M.A.), BROWN (D.S.). Inventaire des mollusques d'eau douce à Mayotte, archipel des Comores. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 173-176.

Aucune trématodose n'est actuellement connue à Mayotte malgré les liens historiques de cette île avec sa voisine Madagascar où l'incidence de ces affections est importante. Aucun hôte intermédiaire n'y avait été décrit dans les études précédentes. Un inventaire des mollusques d'eau douce a été réalisé de 1985 à 1988 dans 53 stations durant les saisons humide et chaude : 3 940 gastéropodes, appartenant à 8 espèces différentes, ont été récoltés. Seule la présence de *Lymnaea natalensis* constitue une nouveauté à Mayotte, portant à 14 le nombre d'espèces. Son rôle dans le cycle de transmission de *Fasciola gigantica* est connu, en particulier à Madagascar. L'intérêt du contrôle vétérinaire des importations de bovins peut être ainsi souligné. *Mots clés* : Trématodose - Mollusque nuisible - *Lymnaea natalensis* - Comores - Mayotte.

INTRODUCTION

La présence de trématodoses majeures dans certaines îles de l'océan Indien est connue depuis longtemps. Il en est ainsi de la grande douve du foie (4), de la schistosomose intestinale, et de la schistosomose uro-génitale à Madagascar (13) et à Maurice (9).

L'inventaire de la faune dulçaquicole à la Réunion a révélé la présence d'un certain nombre d'hôtes intermédiaires potentiels, planorbes (14) et bulins (2), dont l'introduction semble récente. Une synthèse malacologique a été réalisée sur l'archipel des Comores (1) où, à ce jour, aucune affection humaine* n'a pu être clairement affirmée ; seule la grande douve a été signalée chez l'animal à Anjouan (8).

1. Mission de Coopération, ambassade de France, 14 rue Saint-Georges, Port-Louis, Maurice.

2. DASS de Mayotte, BP 104, 97600 Mamoudzou, France.

3. British Museum, Natural History, Department of Zoology, Cromwell road, London, United Kingdom.

Reçu le 8.01.90, accepté le 23.01.90.

* En 1985, cependant, une Mahoraise de 42 ans, ayant séjourné à Madagascar, a été hospitalisée et traitée à Paris pour distomatose (Hôpital Bicêtre, Dr P. BOURRÉE, communication personnelle).

Cadre de l'étude

Située vers 13° de latitude Sud, l'île de Mayotte appartient géographiquement à l'archipel des Comores, au nord du canal du Mozambique. Sa formation en fait la plus ancienne des îles de l'archipel. Elle est liée à des volcanismes superposés, la Petite Terre constituant la partie la plus récente.

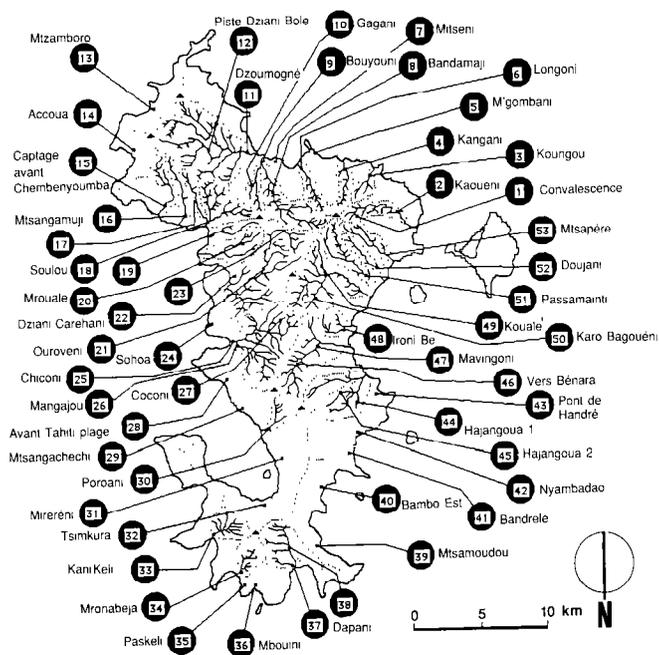
Les anciennes roches basaltiques se sont transformées en argile puis, comme cela est classique dans les régions tropicales, en latérite dans les parties les plus anciennes du sud de la Grande Terre ; les sols devenus imperméables sont à l'origine d'un réseau hydrographique relativement serré.

D'un point de vue hydrologique et hydrochimique (5), 27 bassins versants peuvent être dénombrés, situés en majorité dans la partie centre et nord de la Grande Terre ; il ne s'y associe que quelques rivières côtières pérennes. La température moyenne des eaux de surface est de 26 °C, avec une minéralisation moyenne et un pH de l'ordre de 8, sans grandes variations saisonnières. Toutes les eaux de surface sont légèrement bicarbonatées. Le climat de Mayotte est de type tropical humide alternant une saison sèche où domine l'alizé du sud-est et une saison humide et chaude marquée par des pluies torrentielles.

Depuis la collecte réalisée par MARIE à Mayotte en 1881, étudiée par MORELET (10, 11, 12) et en partie confirmée en 1929 (7), seule une étude rétrospective des collections de Mayotte semble avoir été réalisée en 1974 (6).

Méthode d'échantillonnage

Des prospections successives ont été réalisées de 1985 à 1988 dans 53 stations réparties sur toutes les rivières pérennes de la Grande Terre, y compris en dehors des bassins versants sur les petits ruisseaux côtiers (Carte 1). Chaque station a été visitée au moins deux fois lors de chacune des deux saisons et la recherche de gastéropodes était d'au moins 15 minutes sur chaque site. La récolte était ensuite triée selon une galerie d'identification macroscopique, puis comptée ; deux échantillons étaient alors placés dans l'alcool à 75 ° en vue d'une identification ultérieure.



Carte 1 : Stations de prélèvement de mollusques d'eau douce (1985-1988). Carte hydrographique d'après EBERSCHWEILER (5).

RÉSULTATS

Trois mille neuf cent quarante spécimens ont été collectés entre 1985 et 1988. L'identification a été réalisée par le département de Zoologie du British Museum (Histoire Naturelle). Les résultats sont les suivants :

Neritidae

— *Neritina pulligera* (Linné, 1967) [= *knorri* Recluz, 1841]

— *Neritina gagates* (Lamarck, 1822)

— *Clithon spiniperda* (Morelet, 1860)

— *Septaria borbonica* (Bory de St Vincent, 1803)

Thiaridae

— *Thiara amarula* (Linné, 1758)

— *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774)

Planorbidae

— *Afrogyrus crassilabrum* (Morelet, 1860) [= *trivialis* Morelet]

Lymnaeidae

— *Lymnaea natalensis* (Krauss, 1848)

Les densités et la localisation des différentes espèces figurent au tableau I.

DISCUSSION

Par rapport à la synthèse récente des travaux antérieurs (1), seule l'existence de *Lymnaea natalensis* constitue une nouveauté pour Mayotte, portant ainsi le nombre d'espèces présentes dans cette île à 14. Son introduction serait contemporaine dans la mesure où MARIE avait prospecté cette zone lors de la première récolte (10).

Cette espèce n'a été retrouvée, avec une densité relativement faible, que dans un seul endroit (station 20) : la végétation immergée des rives d'une retenue d'eau de la rivière pérenne qui traverse le village de M'Roualé. Elle y était associée à *Melanooides tuberculata*, *Neritina gagates* et *Afrogyrus crassilabrum*.

Dans l'archipel des Comores *L. natalensis* ne se rencontre que sur l'île d'Anjouan (14) ; elle est en revanche présente aux Seychelles (14), à Madagascar (4) et sous une forme apparentée (*Lymnaea mauritania* Morelet, 1875), dans les Mascareignes (3), à la Réunion (2), à Maurice et à Rodrigues (14).

L. natalensis constitue l'hôte intermédiaire de la grande douve du foie, *Fasciola gigantica*, qui sévit à Madagascar (4) ; le risque d'introduction de cette affection à Mayotte mériterait donc d'être posé, en particulier lors de l'importation de viande sur pied en provenance de Madagascar, compte tenu des observations réalisées à Anjouan (8).

Melanooides tuberculata, premier hôte intermédiaire de la douve d'Extrême-Orient *Paragonimus westermani*, est présente dans l'ensemble des îles de l'océan Indien (14), que ce soit aux Seychelles, aux Comores (1), à Madagascar ou aux Mascareignes (2). Malgré l'importance historique des relations de l'océan Indien avec les zones d'endémie et la présence de deuxièmes hôtes intermédiaires potentiels dans toutes ces îles, cette affection n'a jamais été décrite dans la zone. L'association de ce mollusque avec la paragonimose africaine n'est par ailleurs pas connue.

TABLEAU I Densité (collecte 1/4 h) et localisation des différentes espèces.

Bassin versant	N° station localisation	<i>Septaria borbonica</i>	<i>Neritina gagates</i>	<i>Neritina pulligera</i>	<i>Clithon spiniperda</i>	<i>Thiara amarula</i>	<i>Melanoides tuberculata</i>	<i>Lymnaea natalensis</i>	<i>Afrogyrus crassilabrum</i>
Kawenilajoli	1 (Convales.)	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 (Kawéni)	—	—	—	—	—	—	—	—
Cresson	3 (Koungou)	—	—	—	—	—	132	—	—
Kangani	4 (Kangani)	6	—	—	—	126	—	—	—
?	5 (M'gombani)	15	—	—	—	75	—	—	—
Longoni	6 (Longoni)	21	69	—	—	—	—	—	—
Bouyouni	7 (Mitséni)	—	—	—	—	—	100	—	—
Gagani	8 (Bandamaji)	12	435	—	—	24	—	—	—
	9 (Bouyouni)	3	27	12	—	21	—	—	—
Maré	10 (Gagani)	—	—	—	—	108	—	—	—
	11 (Dzoumogné)	42	6	—	—	21	3	—	—
?	12 (Piste Dziani B)	—	—	—	—	—	24	—	—
	13 (Mtzamboro)	6	—	—	—	—	141	—	—
?	14 (Accoua)	—	—	—	—	—	6	—	—
Amasimoni	15 (Captage)	24	—	—	—	90	—	—	—
Ampuriana	16 (Mtsangamuji)	2	—	—	—	30	—	—	—
Mro Batirini	17 (Piste)	60	24	—	—	6	—	—	—
	18 (Soulou)	—	—	—	—	—	21	—	—
Mabougani Chi.	19 (Piste Tsingoni)	—	6	—	—	3	—	—	—
Mroualé	20 (Mroualé)	—	3	—	—	—	23	17	4
Ourovéni	21 (Ourovéni)	27	2	48	—	36	—	—	—
?	22 (Dziani Karéh.)	—	—	—	—	—	—	—	—
	23 (Piste 1° gué)	—	—	3	—	—	—	—	—
?	24 (Sohoa)	6	18	—	—	96	—	—	—
Hapanzo	25 (Chiconi)	10	4	—	186	—	—	—	—
	26 (Mangajou)	—	—	—	—	—	—	—	—
?	27 (Coconi)	—	6	—	—	—	51	—	—
?	28 (av. Tahiti pl.)	27	21	—	—	195	3	—	—
?	29 (Mtsangachéhi)	9	15	—	—	—	—	—	—
Poroani	30 (Poroani)	6	6	2	—	5	95	—	—
?	31 (Miréréni)	—	—	—	—	—	—	—	—
?	32 (Tsimkura)	—	—	—	—	—	—	—	—
Bolékani	33 (Kani Kéli)	7	10	—	—	50	4	—	—
Mro Talin	34 (Mronabéja)	48	99	—	30	14	—	—	—
	35 (Paskéli)	—	—	—	—	—	—	—	—
?	36 (M'bouini)	—	—	—	—	—	—	—	—
Mro Bé	37 (Dapani 1)	12	9	3	—	—	—	—	—
	38 (Dapani 2)	—	—	7	—	—	—	—	—
?	39 (Mtsamoudou)	3	—	—	—	—	—	—	—
?	40 (Bambo Est)	6	1	—	—	—	2	—	—
?	41 (Bandrélé)	—	—	—	—	—	—	—	—
?	42 (Nyambadao)	25	—	—	—	—	—	—	—
?	43 (Pont Handré)	12	—	—	—	6	2	—	—
Bénara	45 (Hajangoua)	—	1	—	—	1	320	—	—
Koujouni	44 (Hajangoua 1)	—	—	—	—	54	27	—	—
Mro Dombéni	46 (vers Bénara)	—	—	—	—	—	—	—	—
	47 (Mavingoni)	—	—	—	—	—	—	—	—
Ironi Bé	48 (Ironi Bé)	—	—	—	—	—	—	—	—
Koualé	49 (après Légion)	34	1	—	—	20	1	—	—
	50 (Karobagouéni)	—	—	—	—	—	—	—	—
Gouloué	51 (Passamainti)	12	21	—	—	228	93	—	—
Doujani	52 (Doujani)	10	—	—	1	—	97	—	50
Mtsapéré	53 (Mtsapéré)	—	—	—	—	—	10	—	—

CONCLUSION

L'île de Mayotte reste à ce jour, d'un point de vue clinique, indemne de toute trématodose, mais l'actualisation de l'inventaire des mollusques d'eau douce

révèle néanmoins la présence d'une espèce dont le potentiel, comme hôte intermédiaire, est patent à Madagascar.

Ainsi, des conditions favorables d'un point de vue théorique existent quant à l'introduction d'une disto-

J. Julvez, M.A. Ali Halidi, D.S. Brown

matose dont la gravité est notable ; il paraît souhaitable, en l'absence de possibilité d'étude précise du pouvoir vectoriel éventuel de *Lymnaea natalensis* à

Mayotte, d'éviter ce risque par un contrôle vétérinaire strict des importations de ruminants en provenance des zones d'endémie.

JULVEZ (J.), ALI HALIDI (M.A.), BROWN (D.S.). Inventory of fresh water snails in Mayotte, Comoro Islands. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 173-176.

JULVEZ (J.), ALI HALIDI (M.A.), BROWN (D.S.). Inventario de los moluscos de agua dulce en Mayotte, archipiélago de las Comodoro. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 173-176.

No trematodosis is known at the present time in Mayotte despite the close historical relationships between the Mayotte Archipelago and the neighbouring island of Madagascar, which is heavily infested. It is noteworthy that no intermediate host has been described in previous studies in Mayotte. An inventory of fresh water snails was performed from 1985 to 1988, in 53 experimental stations during the rainy and the dry seasons : 3 940 snails of eight different species were collected and further identified. The sole occurrence of *Lymnaea natalensis* constitutes a new record in Mayotte where there are now 14 different species of fresh water snails. According to the role of *Lymnaea natalensis* as a vector of *Fasciola gigantica*, particularly in Madagascar, the veterinary control of cattle importation into Mayotte is of great interest. **Key words** : Distomatosis - Fresh water snails - *Lymnaea natalensis* - Comoro Islands - Mayotte.

A pesar de los lazos históricos de Mayotte con la vecina isla de Madagascar - donde la incidencia de trematodosis es importante - actualmente no se conoce ninguna incidencia en Mayotte. El inventario de los moluscos de agua dulce fué establecido entre 1985 y 1988, en 53 estaciones, durante las épocas lluviosas y calientes, donde se recolectaron 3 940 gasterópodos pertenecientes a 8 especies diferentes. La presencia de *Lymnaea natalensis* constituye una novedad en Mayotte, aumentando el número de especies a 14. Es conocido su papel en el ciclo de transmisión de *Fasciola gigantica*, particularmente en Madagascar. El interés del control veterinario de las importaciones de bovinos es por lo tanto evidente. **Palabras claves** : Trematodosis - Molusco - *Lymnaea natalensis* - Comodoro - Mayotte.

BIBLIOGRAPHIE

1. BACKELJAU (T.), JANSSENS (L.), JOCQUE (R.). Report on the freshwater molluscs of the Comoro Islands, collected by the zoological mission 1983 of the « Koninklijk Museum voor Midden Africa, Tervuren ». *Revue Zool. afr.*, 1986, 99 (3) : 321-330.
2. BARRÉ (N.), ISAUTIER (H.), FRANSEN (F.), MANDHAL-BARTH (G.). Inventaire des mollusques d'eau douce de la Réunion. Conséquences sanitaires. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (1) : 35-41.
3. BROWN (D.S.). Freshwater snails of Africa and their medical importance. London, Taylor and Francis, 1980. 487 p.
4. DAYNES (P.), BRYGOO (E.R.). Intérêt en médecine humaine de l'existence à Madagascar de *Fasciola gigantica* Cobbold 1855. *Mém. Acad. malgache*, 1969, 43 : 115-117.
5. EBERSCHWEILER (C.). Étude hydrologique, hydrochimie et géochimie isotopique d'une île volcanique sous climat tropical humide : Mayotte. Thèse géologie, Paris-Sud, 1986. 296 p.
6. FISCHER-PIETTE (E.), VUCKADINOVIC (D.). Les mollusques terrestres des îles Comores. *Mém. Mus. Hist. nat. Paris (NS) A, Zool.*, 1974, 84 : 1-76.
7. HAAS (F.). Die Binnenmollusken der Voeltzkow'schen Reise in Ostafrika und der ostafrikanischen Inseln. *Zool. jb. Syst.*, 1929, 57 : 387-430.
8. LEFEVRE (P.C.), GOURVIL (A.). Rapport sur la santé animale en République Fédérale Islamique des Comores. Maisons-Alfort, IEMVT, 1983. 15 p.
9. MAMET (R.). La bilharziose vésicale à l'île Maurice et son hôte intermédiaire *Bulinus cernicus* Morelet. *Proc. R. Soc. Arts Sci. Mauritius*, 1953, 1 (3) : 259-267.
10. MORELET (A.). Malacologie des Comores. Récolte de M.E. Marie à l'île Mayotte. *J. Conchyl.*, 1881, 29 : 212-241.
11. MORELET (A.). Malacologie des Comores. Récolte de M.E. Marie à l'île Mayotte. *J. Conchyl.*, 1882, 30 : 185-200.
12. MORELET (A.). Malacologie des Comores. Récolte de M.E. Marie à l'île Mayotte. *J. Conchyl.*, 1883, 30 : 189-216.
13. MOYROUD (J.), BREUIL (J.), DULAT (C.), COULANGES (P.). Les mollusques, hôtes intermédiaires des bilharzioses humaines à Madagascar. *Archs. Inst. Pasteur Madagascar*, 1982 (1983), 50 (1) : 39-65.
14. STARMÜHLNER (F.). Results of the Austrian hydrobiological mission, 1974, to the Seychelles, Comores and Mascarene Archipelagos. *Annal naturh. Mus. Wien*, 1979, 82 : 621-742.

Communication

Note on the ecology and distribution of fresh water snails in the Bauchi and Plateau States, Nigeria

S.L. Kela ¹

W.A. Istifanus ¹

V.N. Okwuosa ²

KELA (S.L.), ISTIFANUS (W.A.), OKWUOSA (V.N.). Note sur l'écologie et la distribution des mollusques d'eau douce dans les États du Plateau et de Bauchi (Nigeria). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 177-178.

Au Nigeria, les informations sont rares en ce qui concerne la distribution et les relations avec l'écologie des mollusques d'eau douce en tant que vecteurs de certaines helminthoses. Au cours de leur enquête, les auteurs ont dénombré cinq espèces dont la présence et la distribution ne semblent pas affectées par le milieu. Les recherches se poursuivent afin de mieux connaître l'interaction des différents composants de l'environnement. *Mots clés* : Mollusque nuisible - Helminthe - Distribution naturelle - Écologie - Nigeria.

There is an increasing awareness of the incidence and intensity of snail borne helminths worldwide (7), but there is paucity of literature on most rural areas of tropical West Africa.

In Nigeria, information on the distribution and ecology of such snail vectors is available especially in some parts of Southern Nigeria (1, 4, 6) and only sparsely in Northern Nigeria. The few notable reports include NDIFON *et al.* (5) in the Kano area and BETTERTON (3) in the Chad Basin area with an information on the Bauchi State and the adjoining part of the Jos Plateau area. The present investigation was therefore undertaken to collect base-line data on the epidemiology of schistosomiasis and fascioliasis in Bauchi and Plateau States which have undergone tremendous environmental changes due to activities associated with mining road and highway construction, irrigation and associated activities in recent times.

Investigations into the distribution of fresh water snails in the study area started after a preliminary survey was carried out. Subsequently, 30 sites were selected on the basis of high snail density, accessibility, a permanent or semi-permanent (but priority to permanent) high human/animal water contact. Ten other sites which gave a good coverage were selected from the Gubi reservoir (the main domestic water source in Bauchi).

Snails were searched for in all 40 sites. In addition some physico-chemical parameters which included pH, temperature, dissolved oxygen tension, electrical conductivity, dissolved organic matter and alkalinity were determined.

Five snail species were encountered during the study. The frequency of occurrence is shown in table I.

Bulinus (Ph.) bulinus and *Biomphalaria pfeifferia* were the most frequently occurring snails while *Bulinus forskalii* was the least frequent. The distribution of these snails appeared to be widespread over the entire study area. Thus, it became clear that human activity such as road and drainage construction and mining had given rise to numerous habitats suitable for colonization and breeding of snails serving as intermediate hosts for *Schistosoma* and *Fasciola* in Bauchi and Plateau States. It was further observed that no physico-chemical environmental factor seemed to be a limiting factor of snail distribution. This appears to agree with BERRIE (2) and WILLIAM (8) who also showed that no environmental factor seemed to affect the distribution of snails.

TABLE I Frequency of occurrence of snail species in the study area.

Snail species	Jos-Bauchi Road n. = 14	Bauchi Township n. = 16	Gubi Reservoir n. = 10	Total n. = 40
<i>Biomphalaria pfeifferia</i>	10 (71.4)	9 (56.3)	7 (70.0)	26 (65.0)
<i>Bulinus forskalii</i>	1 (7.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (2.5)
<i>Bulinus (Bulinus) truncatus</i>	8 (57.1)	4 (25.0)	7 (70.0)	19 (47.5)
<i>Bulinus (Physopsis) globosus</i>	9 (64.3)	13 (81.3)	7 (70.0)	29 (72.5)
<i>Lymnaea natalensis</i>	6 (42.9)	4 (25.0)	6 (60.0)	16 (40.0)

Figures between parentheses are percentages.

But such factors rather interacted and produced a collective effect.

Meanwhile, investigations are still continuing to determine the precise effect of other environmental factors such as organic matter and soil chemistry on snail distribution, as well as to establish the population dynamics of such snails and their roles in the transmission of schistosomiasis and fascioliasis diseases.

Acknowledgements

We are grateful to MM. WUYEP (T.M.), OJOBE (O.) and FAROUK (U.) for the technical assistance and to Professor B.J. HARRIS for reading the draft.

1. Biology Programme, Abubakar Tafawa Balewa, University Bauchi, Nigeria.

2. Department of Zoology, University of Jos, Nigeria.

Reçu le 30.08.89, accepté le 13.11.89.

Communication

KELA (S.L.), ISTIFANUS (W.A.), OKWUOSA (V.N.). Note on the ecology and distribution of fresh water snails in the Bauchi and Plateau States, Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 177-178.

In Nigeria, little information is available on the distribution and ecology of fresh water snails as vectors of helminths. The authors have enumerated five species, the frequency of occurrence of which is exposed and discussed. No environmental factors seem to affect their distribution. Investigations are still continuing. *Key words* : Fresh water snail - Helminth - Distribution - Ecology - Nigeria.

References

1. ASUMU (D.I.). Studies on the biology of snails and their larval trematodes in Ibadan fresh water systems. Ph. D. Thesis, University of Ibadan, 1975. 440 p. (Unpublished).
2. BERRIE (A.D.). Snail problem in African schistosomiasis. *Adv. Parasit.*, 1970, **8** : 43-96.
3. BETTERTON (C.). Ecological studies on the snail hosts of schistosomiasis in the South Chad Irrigation project area, Borno State, Northern Nigeria. *J. Arid Environ.*, 1974, **7** (1) : 43-57.
4. HIRA (P.R.). Studies on the ecology of the intermediate host of *Schistosoma haematobium* in Ibadan, Western Nigeria and some aspects of the biology of the parasite. PH. D. Thesis University of Ibadan, 1966. 310 p. (Unpublished).
5. NDIFON (G.T.), BASSEY (S.E.), BETTERTON (C.), YAHAKA (A.), LAWSON (G.W.). Schistosomiasis in the Kano River Irrigation Project Area (phase one), Kano, Nigeria. Research Report, 1987. 25 p. (Unpublished).
6. OKWUOSA (V.N.), UKOLI (F.M.A.). Studies of the ecology of fresh water snail vectors of schistosomiasis in South Western Nigeria : field distribution and relative abundance against physico-chemical environmental factors. *Nig. J. Parasit.*, 1980, **1** (2) : 87-122.
7. WHO. Epidemiology and control of schistosomiasis : present situation and priorities for further research. *Bull. Wld. Hlth Org.*, 1978, **56** (3) : 361-369.
8. WILLIAM (N.V.). Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa : field distribution in relation to water chemistry. *Malacology*, 1970, **10** (1) : 153-164.

R. Bocquentin¹C. Duvallet¹

Amélioration de la reproductibilité du test ELISA adapté à la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma* *congolense* chez les bovins

BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (C). Amélioration de la reproductibilité du test ELISA adapté à la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* chez les bovins. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 179-186.

La simplicité et l'automatisation possible du test ELISA en font un outil très répandu pour la détection d'anticorps et, plus récemment, d'antigènes. Cependant, la reproductibilité des résultats pose toujours des problèmes, les causes de variabilité étant nombreuses. On a cherché à améliorer la reproductibilité du test ELISA dans un système de détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* chez les bovins. Les tampons sont toujours amenés à température ambiante pour éviter les gradients de température. Tous les volumes sont portés à 200 µl par puits. L'utilisation de sérum de lapin décomplémenté permet de réduire le bruit de fond en saturant les sites non spécifiques. *T. congolense*, utilisé comme antigène homologue, a donné des résultats légèrement supérieurs à un antigène hétérologue (*T. evansi*). Le titrage de la concentration d'antigène à utiliser doit être réalisé à chaque nouvelle préparation d'antigène. Un agencement est proposé afin de tester chaque sérum quatre fois par plaque, ce qui permet d'obtenir pour chaque sérum une moyenne et un écart-type. Enfin, la lecture ne se fait plus en fonction d'une durée écoulée depuis la mise en contact de l'enzyme et du substrat, mais du degré d'avancement réel de la réaction grâce à un sérum cible. Les résultats obtenus montrent une excellente reproductibilité ; une gestion par ordinateur est proposée. *Mots clés* : Bovin - Test ELISA - *Trypanosoma congolense* - Burkina Faso.

INTRODUCTION

Depuis l'apparition, au début des années 70, des tests immunoenzymatiques et particulièrement de l'ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay) (2), plusieurs centaines d'articles sur les applications pratiques du test original et ses modifications pour l'adaptation au diagnostic ont été écrits (13). Le test ELISA a été rapidement adapté et utilisé pour la détection des anticorps dans les trypanosomoses animales (9, 10), et, plus récemment, pour la détection des antigènes circulants (7, 11, 12).

1. Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (CRTA), 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Reçu le 04.12.89, accepté le 09.01.90.

Le Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (CRTA) est financé par l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (département Élevage du CIRAD), France, et par la « Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit » (GTZ), République fédérale d'Allemagne.

Bien que relativement simple et pratique, le test ELISA a toujours posé quelques problèmes quant à la reproductibilité des résultats. En effet, les causes de variabilité sont nombreuses : caractéristiques physico-chimiques des plaques, variations de pH, formation de gradients de température, instabilité de certains produits, qualité et quantité des lavages... (5). L'ensemble de ces variations individuelles peut entraîner une variabilité importante inter- et intra-plaques (14). Un élément important est la source de l'antigène utilisé pour la sensibilisation des plaques (6). Une concentration trop faible ou trop forte de l'antigène affecte sérieusement le couplage des anticorps par des interactions de surface. Des études, citées par LEHTONEN et VILJANEN (6), ont montré que les sites antigéniques sont utilisés de façon plus efficace avec des concentrations antigéniques plutôt faibles que fortes. De plus, la variabilité d'adsorption des protéines selon la position des puits (3) demande une étude rigoureuse de l'agencement des différents sérums sur la plaque de microtitration.

Le résultat final des techniques immunoenzymatiques est la formation d'un produit coloré qui permet une mesure de densité optique (DO). De nombreux facteurs ont une influence sur cette partie finale du test. En particulier, le déroulement de la réaction enzymatique, donc le moment de la lecture, est un facteur critique de reproductibilité (14, 15). En effet, les densités optiques obtenues pour différentes plaques, traitées de manière identique, à un temps de lecture donné, ont un coefficient de variation pouvant atteindre des valeurs importantes.

Afin de développer un test fiable et reproductible, les facteurs précédemment cités ont été étudiés et un protocole de lecture mis au point afin de standardiser la conversion du chromogène. Ce travail a été réalisé pour la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* dans le sérum de bovins expérimentalement infectés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sérums

Tous les sérums testés proviennent de l'expérience « T. congo 5 », dans laquelle l'infection cyclique de 5

R. Bocquentin, C. Duvallat

zébus et de 12 taurins Baoulé a été réalisée à l'aide d'une seule piqûre de glossine infectée par *Trypanosoma congolense* (1). Les animaux, qui avaient tous été élevés en étable sous moustiquaire, à l'abri de toute piqûre de vecteur depuis leur naissance, ont présenté une parasitémie positive.

Antigènes

La souche de *Trypanosoma congolense*, Karankasso/83/CRTA/57, a été isolée dans la région de Bobo-Dioulasso. Le stablat 12 du 24.04.1986 a été utilisé dans cette expérimentation. La souche de *Trypanosoma evansi*, isolée sur dromadaire au Kenya et conservée à l'Université de Berlin, a été fournie par P.H. CLAUSEN.

Sérums témoins

Trois sérums sont définis comme témoins. Le témoin positif est constitué d'un pool de sérums de bovins infectés par la souche de *T. congolense* Karankasso/83/CRTA/57. Le témoin négatif est constitué d'un pool de sérums des mêmes animaux, élevés en étable sous moustiquaire, mais avant l'infection. Le sérum « target », qui permet de suivre l'avancement de la réaction enzymatique, est un sérum positif dont on conserve une grande quantité fractionnée en aliquotes au congélateur.

Matériel de laboratoire et réactifs

Le lecteur de microplaques ELISA est un Titertek Multiskan^R PLUS utilisé à une longueur d'onde de 405 nm. Les microplaques utilisées proviennent de chez Dynatech (MicrotiterND M129 B lot 12.365).

Les conjugués RAB-IgG(H + L)/PO et RAB-IgM/PO proviennent de chez Serotech. Le substrat de la réaction colorée est l'ABTS [2,2'-azino-di-(3-éthylbenzothiazoline sulphonate)] de chez Sigma, préparé ainsi pour chaque plaque : 20 ml acide citrique (0,96 p. 100 ; pH 4), 100 µl ABTS (54 mg ABTS, 2,5 ml H₂O), 80 µl H₂O₂ (0,5 ml H₂O₂ 30 p. 100, 7 ml H₂O). Les tampons utilisés sont : PBS 0,015 M (pH 7,2-7,5 ; NaCl 40 g ; KCl 1 g ; KH₂PO₄ 1 g ; Na₂HPO₄ 12H₂O 14,5 g ; H₂O qsp 51) et carbone buffer 0,1 mM (pH 9,6 ; Na₂CO₃ 1,58 g ; NaHCO₃ 2,93 g ; H₂O qsp 11). Le Tween 20 est également de chez Sigma.

Préparation des antigènes

Les parasites sont préparés en recueillant le sang des animaux sur héparine par ponction intracardiaque à l'acmé de l'infection, puis en l'additionnant de tampon

phosphate-glucosé contenant de la phytohémagglutinine (PHA). Cette dernière permet l'agglutination des hématies lors d'une centrifugation à basse vitesse. Le surnageant de trypanosomes est alors filtré sur DEAE-cellulose (4). Les différents éléments figurés du sang sont retenus dans la colonne et l'on obtient une suspension pure de trypanosomes. Les parasites sont lavés plusieurs fois en PBS puis conservés en azote liquide.

Les trypanosomes purifiés sont congelés en azote liquide puis décongelés (4 °C) au moins cinq fois. Ils sont ensuite centrifugés à 18 000 tpm pendant 30 min à 4 °C (r = 5,5 cm). Le surnageant est alors récupéré et sa concentration en protéines mesurée (8), puis il est fractionné et conservé à -20 °C.

Analyse des différents critères physico-chimiques

La reproductibilité des résultats en fonction de la qualité des plaques, des fluctuations du pH et de la température, ainsi que de la quantité et la qualité des lavages, est étudiée par l'expérimentation d'un sérum témoin disposé uniformément dans les 96 puits d'une plaque soumise aux variations des différents critères.

D'autre part, afin de minimiser les variations intra- et inter-plaques observées, chaque sérum est testé plusieurs fois sur la même plaque. Un agencement optimal est mis en évidence en réalisant le test ELISA sur 4 plaques contenant le même sérum dans les 96 puits, puis en calculant les moyennes et écarts-types des densités optiques pour diverses associations des sérums en groupes.

RÉSULTATS

Caractéristiques des tampons

Pour que chaque incubation se fasse dans des conditions homogènes, il est nécessaire que tous les composants soient conservés au froid et amenés à température ambiante avant utilisation. Afin d'éviter la formation de gradients de température intra-plaque, toutes les incubations se font également à température ambiante. Ces précautions permettent de limiter le *edge-effect*, ou différence de température, pouvant atteindre 2 °C, entre les puits périphériques et centraux de chaque plaque, provoquant une variation non négligeable dans l'adsorption de l'antigène.

Le pH des tampons doit être vérifié avant chaque utilisation. Il a de plus été observé que les résultats

sont plus reproductibles lorsque le volume des différents tampons et substrats est porté à 200 μ l par puits, au lieu de 50 μ l, volume généralement employé dans les ELISA.

Saturation

Afin d'éviter une adsorption non spécifique des différentes immunoglobulines, il apparaît nécessaire de saturer les sites de la plaque restés libres après fixation de l'antigène. Le ligand employé ici étant un anticorps de lapin anti-immunoglobulines bovines, il ne faut pas employer à cet effet de l'albumine bovine (BSA) mais du sérum de lapin. On utilise ce dernier à 2 p. 100 dans le tampon de dilution des sérums à tester après l'avoir décomplémenté 30 min à 56 °C. Cela permet de réduire le bruit de fond non spécifique observé lors de la lecture des puits ne contenant que du PBS en lieu et place du sérum. Ainsi, les densités optiques obtenues dans les puits « blancs » sont d'un ordre de grandeur de 0 à 0,050 en utilisant la BSA, de 0 à 0,020 seulement avec le sérum de lapin.

Antigènes

Deux antigènes ont été testés : l'un préparé à partir d'une souche de *T. evansi*, l'autre à partir d'une souche de *T. congolense*. Le critère retenu pour sélectionner l'espèce source d'antigène est la meilleure détection des anticorps de trois sérums de bovins infectés. Les résultats (Fig. 1) montrent que l'emploi d'antigène *T. congolense* permet une meilleure distinction des sérums positifs et du pool de sérums négatifs. Le test t de comparaison des moyennes des écarts positifs/négatifs montre une différence significative ($p < 5$ p. 100) pour la dilution 1/100 (Tabl. I). L'emploi d'antigène *T. congolense* est donc préférable lorsque cela est possible.

TABLEAU I Étude statistique de la différence de réponse aux antigènes *T. evansi* et *T. congolense*.

	n	Moyenne	Ecart-type	t. Student	Degré de liberté
<i>T. evansi</i>	3	125	25,5	2,96	4
<i>T. congolense</i>	3	185			

La moyenne des écarts de DO entre les sérums 1, 2, 3 et le négatif est calculée, pour les deux antigènes, à la dilution 1/100 des sérums.

Concentration de l'antigène

L'estimation de la quantité optimale d'antigène à incuber est nécessaire avant toute mise en route d'un

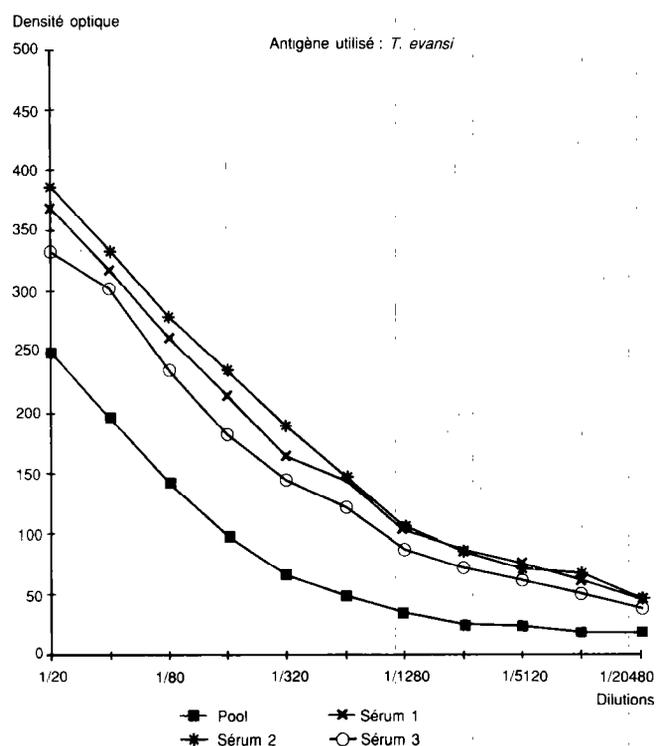
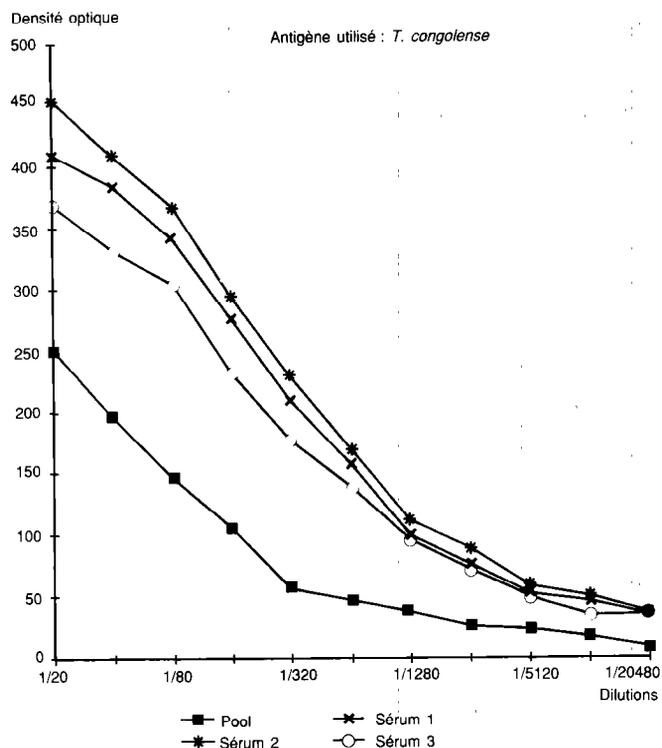


Fig. 1 : Trois sérums positifs et un pool négatif sont testés avec deux antigènes différents provenant de *T. evansi* et *T. congolense*.

test ELISA. La concentration d'antigène à déposer dans les puits est déterminée empiriquement par la méthode suivante : adsorption de différentes quantités d'antigène et test d'un sérum positif (+) et d'un sérum négatif (-); le tableau II indique la disposition et la dilution de chaque composant.

TABLEAU II Détermination de la quantité optimale d'antigène. Disposition et dilution de chaque composant.

Titre sérum		20	40	80	160	320	640	20	40	80	160	320	640
Ag (µg/ml)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	A	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
5	B	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
7,5	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
10	D	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
3	E	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
5	F	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
7,5	G	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
10	H	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

+ = sérum positif ; - = sérum négatif.

Dans le but de choisir les critères les mieux adaptés, une plaque est préparée pour chaque combinaison des paramètres suivants : tampon de dilution (PBS ou carbonate) et dilution du conjugué (1/1000, 1/2000, 1/3000, 1/4000). Huit plaques sont donc nécessaires pour titrer l'antigène en fonction de tous ces critères. La dilution optimale de l'antigène sera celle pour laquelle la moyenne des DO du sérum positif au 1/320 moins la moyenne des DO du sérum négatif au 1/40 est la plus grande, séparant donc au mieux un sérum positif d'un sérum négatif. Le tampon de dilution et la dilution du ligand optimaux sont ceux pour lesquels cette différence est la plus grande.

Pour les antigènes préparés ici, par congélation/décongélation, ce sont des dilutions de l'antigène de 7,5 µg/ml (tampon PBS et conjugué au 1/2000) qui ont donné les meilleures distinctions des témoins positifs et négatifs (Tabl. III). Ce critère, fonction de la qualité de la préparation de l'antigène, doit obligatoirement être testé à chaque nouvelle préparation de protéines.

L'emploi, comme tampon de dilution de l'antigène, de PBS ou de carbonate a donné des résultats très semblables. Finalement, le PBS a été retenu par simplification, ce même tampon étant utilisé à d'autres étapes de la technique. Étant donné qu'une très faible proportion de l'antigène se fixe sur la paroi plastique (phase solide), il est nécessaire de laver au moins cinq fois les puits après cette incubation. Afin de standardiser le remplissage par le tampon de lavage de chaque

TABLEAU III Résultats obtenus pour le titrage de l'antigène.

Ag (µg/ml)	Moy. DO +/320	Moy. DO -/40	Ecart
3	0,295	0,170	0,125
5	0,413	0,206	0,207
7,5	0,594	0,225	0,369
10	0,575	0,264	0,309

La plaque dont les résultats sont exposés ici est celle pour laquelle le tampon est du PBS et le ligand est dilué au 1/2000 (moy. DO +/320 = moyenne des 2 DO obtenues pour le pool de sérums positifs dilué à 1/320 et moy. DO -/40 = moyenne des 2 DO obtenues pour le pool de sérums négatifs dilué à 1/40).

puits, les plaques sont immergées. Après une incubation de 5 min, le tampon de lavage est expulsé par mouvements brusques au-dessus de l'évier.

Agencement des sérums

La disposition retenue, donnant les écarts-types les plus faibles, est représentée dans le tableau IV. La plaque est divisée en quatre quartiers identiques contenant un exemplaire de chacun des 24 sérums. La moyenne des quatre densités optiques obtenues est effectuée et acceptée comme valable si son écart-type est faible. Chaque quartier doit contenir dans la première colonne un sérum *target*, un sérum positif, un sérum négatif, du PBS. Dans les cinq autres colonnes de chaque quartier, les 20 sérums à tester sont répartis. L'ensemble de ces sérums est dilué au 1/100 car à cette dilution les sérums positifs sont bien distincts du négatif (Fig. 1).

TABLEAU IV Agencement des sérums (voir texte).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
B	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12
C	13	14	15	16	17	18	13	14	15	16	17	18
D	19	20	21	22	23	24	19	20	21	22	23	24
E	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
F	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12
G	13	14	15	16	17	18	13	14	15	16	17	18
H	19	20	21	22	23	24	19	20	21	22	23	24

Protocole de lecture

Afin de pallier les variations inter-plaques, chaque plaque n'est pas lue à un temps donné mais à une DO donnée, atteinte par un sérum *target* préparé à

l'avance en grande quantité et dont la densité optique est constamment représentative du degré d'avancement de la réaction. Ceci permet d'avoir des plaques comparables car lues dans un contexte immunoenzymatique identique. En effet, on constate avec cette méthode une bonne reproductibilité des résultats obtenus pour le témoin positif et pour le témoin négatif (Fig. 2). En pratique, la colonne 1 de chaque plaque, contenant deux des quatre échantillons du *target*, est lue de minute en minute après l'ajout du substrat. Lorsque la moyenne de ces deux DO atteint un seuil prédéterminé, les plaques sont lues entièrement.

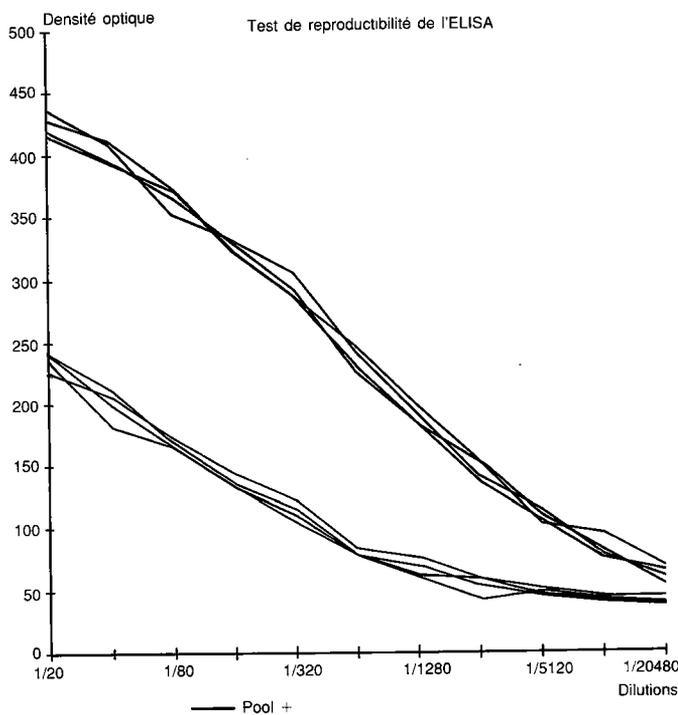


Fig. 2 : Deux pools de sérums sont testés à différentes dilutions sur quatre plaques différentes avec le protocole optimisé de la technique ELISA.

Gestion des résultats

L'utilisation de l'ordinateur permet une meilleure gestion des résultats. Ainsi, l'emploi d'un traitement de texte simplifie la tenue d'une feuille de route pour chaque plaque testée (annexe 1) et l'utilisation d'un tableur se révèle particulièrement intéressante. En effet, la redondance des sérums, testés quatre fois par plaque, nécessite le calcul de la moyenne et de l'écart-type de chacun des 24 sérums. Après la saisie, automatisée ou manuelle, des 96 DO correspondant à une plaque dans les colonnes d'un tableur, ce dernier

ELISA N° 56	
Date de la manipulation:.....	08/08/89
Intitule:.....	Cinétique post-traitement
Marque de la plaque:.....	Dynatech M129B (lot 12.365)
Antigène	
Nature de l'antigène.....	KARANKASSO/83/CRTA/57
Date de préparation:.....	Avril 1989
Concentration de la solution mère:.....	1,75mg/ml (Lowry 1)
Concentration utilisée:.....	7,5ug/ml
Tampon de dilution utilisé:.....	PBS (pH 7,4)
Temps d'incubation:.....	16 heures
Sérums	
Echantillons:.....	T. congo 5
Témoin positif:.....	pool + au 1/100
Témoin négatif:.....	pool - au 1/100
"Target":.....	815(8/08/86) au 1/100
Temps d'incubation:.....	3 heures
Réaction colorée	
Nature du ligand:.....	RAB/IgG(H+L)-PO
Dilution du ligand:.....	1/2000
Temps d'incubation:.....	2 heures

Annexe 1 : Exemple de feuille de route à remplir pour chaque plaque.

permet un calcul rapide et sans erreur des moyennes et écart-types (annexe 2). Il permet de soustraire le bruit de fond (moyenne des DO des puits PBS) à chaque valeur calculée. Il est également possible de rapporter le résultat du *target* à une valeur stricte d'avancement de la réaction prédéterminée. Par voie de conséquence, celui de tous les sérums est modifié et devient alors réellement comparable plaque à plaque.

CONCLUSION

L'étude de différents paramètres a permis, dans le cas de sérums de bovins infectés par *T. congolense*, la mise au point d'un protocole améliorant la reproductibilité des dosages immunoenzymatiques. Deux notions importantes ont été abordées: la répétition du test de chaque sérum et le protocole de lecture de la réaction colorée.

R. Bocquentin, C. Duvallet

ELISA 56													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A													
B													
C	Saisie automatique ou manuelle												
D	des densités optiques												
E													
F													
G													
H													
	moyenne	1	2	3	4	5	6						
A													
B		MOYENNE(L(-12)C(-3);L(-12)C(+3);											
C		L(-8)C(-3);L(-8)C(+3))											
D													
	écart type	1	2	3	4	5	6						
A													
B		ECARTYPE(L(-20)C(-3);L(-20)C(+3);											
C		L(-16)C(-3);L(-16)C(+3))											
D													
	correction	1	2	3	4	5	6						
A													
B		L(-16)C-L20C5* X /(L18C5-L20C5)											
C													
D													
	résultats	1	2	3	4	5	6						
A													
B		SI(L(-8)C2 Y ;"+ ";"")&SI(L(-8)Cs Z ;"- ";"")											
C													
D													
	sérums	1	2	3	4	5	6						
A	Target												
B	T+												
C	T-												
D	PBS												

Annexe 2 : Exemple de feuille de calcul sur tableur donnant les moyennes, écarts-types, données corrigées, résultats et identification des 20 sérums correspondants. Les formules indiquées représentent le contenu des 24 cellules de chacun des 4 tableaux ; X, Y, Z représentent respectivement le seuil du target, le seuil négatif et le seuil positif.

La redondance du même sérum, testé quatre fois sur une plaque, permet de limiter les variations intra-plaques en diminuant au maximum le rôle intempestif de l'emplacement de l'échantillon sur les microplaques (*edge effect*). La moyenne des quatre densités optiques obtenues pour un sérum est associée à un écart-type qui la valide ou au contraire amène à retester le sérum.

Le suivi de la réaction enzymatique de transformation du substrat en produit coloré est assuré par l'évolution de la densité optique d'un pool de sérums donné, le *target*. Utilisé de façon strictement identique sur toutes les plaques, ce dernier sera un indicateur de l'avancement de la réaction beaucoup plus précis qu'un temps donné de lecture. En effet, on constate des variations non négligeables, de l'ordre de plu-

sieurs minutes, pour qu'un même sérum atteigne la même densité optique lors de deux essais différents. Il est donc nécessaire de comparer les plaques ayant le même degré d'avancement, c'est-à-dire la même atteinte pour le *target*, plutôt qu'un même temps de lecture atteint pour une plaque.

Ces deux notions, redondance et temps de lecture, permettent de comparer des sérums testés lors d'essais différents : la moyenne est calculée pour chaque sérum ainsi que l'écart-type, puis la feuille de calcul du tableur corrige les valeurs obtenues. Les corrections sont de deux types : la moyenne obtenue pour les puits PBS, utilisé comme blanc, est ôtée à chaque moyenne puis ces dernières sont affectées d'un coefficient correspondant au seuil prédéterminé du *target* divisé par la valeur réellement atteinte par ce dernier (annexe 2). On se trouve alors en présence de données exprimées dans le même contexte et donc parfaitement comparables entre sérums. Ainsi, le test répété d'un pool de trois sérums positifs et d'un pool de sérums négatifs montre la bonne reproductibilité obtenue avec les différentes améliorations du protocole (Fig. 2, annexe 3).

Préparation de l'antigène :	
Purification des trypanosomes (colonne de DEAE-Cellulose)	4 heures
Congélation / décongélation (12H/LN ₂) (12H/4°C)	≥ 5 fois
Récupération des protéines (18000rpm / 30min / 4°C)	
Dosage quantitatif (méthode de Lowry)	3 heures
Titration de la concentration optimale d'antigène	1 journée
Tests sérologiques :	
Sensibilisation des plaques (200 ul Ag / PBS;Tween 0.1%)	Nuit/temp. amb.
Lavages (PBS;Tween 0.1%)	5 x 5min
Dilution des sérums (200 ul 1/100 /PBS;Tween 0.1%;RSI 2%)	
Incubation en 4 quartiers de 24 sérums	3H/temp. amb.
Lavages (PBS;Tween 0.1%)	5 x 5min
Dilution et incubation du conjugué (200 ul 1/2000 /PBS;Tween 0.1%)	2H/temp. amb.
Lavages (PBS;Tween 0.1%)	5 x 5min
Incubation du substrat à l'abri de la lumière	= 30min
Lecture de la plaque lorsque le target a atteint le seuil prédéterminé	
Gestion des résultats :	
Saisie des 96 D.O. dans un tableur	

Annexe 3 : Protocole simplifié de la technique ELISA après optimisation.

La redondance imposée ne permet que le test de 20 sérums par plaque, mais il s'agissait ici du test qualitatif d'un petit nombre de sérums et non du *screening* d'une population importante. C'est pourquoi l'aspect qualitatif du test a été amélioré au détriment de l'aspect quantitatif, nécessaire pour le suivi de populations importantes.

BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (C.). Improvement of the reproducibility of the ELISA test for anti-*Trypanosoma congolense* antibody-detection in cattle. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 179-186.

Simplicity and the potential automatization make the ELISA test a universal tool for the detection of antibodies, and, more recently, of antigens. But the reproducibility of results is not very good, due to many varying factors. We tried to improve the reproducibility of the ELISA test for the detection of anti-*Trypanosoma congolense* antibodies in cattle. For that, buffers are always used at room temperature to avoid temperature gradients in the plates. All volumes are increased to 200 μ l per well. Non-activated rabbit serum is used to block non-specific sites and to reduce background signal. Better results were obtained with a homologous antigen (*T. congolense*) than with a heterologous one (*T. evansi*). Titration of the antigen concentration to be used must be checked for each new batch. A distribution is proposed which would permit a testing of each serum four times per plate and thus to calculate the mean and standard deviation for each serum. Finally, we propose that the reading should no longer be a function of time after contact between enzyme and substrat, but a function of the progress of the reaction measured in a target serum. Results show a very good reproducibility and in addition we propose a computerized monitoring system. *Key words* : Cattle - ELISA Test - *Trypanosoma congolense* - Burkina Faso.

REMERCIEMENTS

Nous remercions P.H. CLAUSEN pour ses conseils sur la technique ELISA, le don d'une souche de *T. evansi* et la lecture du manuscrit, ainsi que le Dr GIDEL, directeur du CRTA.

BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (C.). Mejoramiento de la reproducción del test ELISA adaptado a la detección de anticuerpos anti-*Trypanosoma congolense* en bovinos. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 179-186.

La posibilidad de simplificar y automatizar el test ELISA, lo convierten en un instrumento eficaz para la detección de anticuerpos y de antígenos. Sin embargo, la reproducción de los resultados presenta generalmente problemas, ocasionados por razones múltiples. Se buscó mejorar la repetición del test ELISA en un sistema de detección de anticuerpos anti-*Trypanosoma congolense* en los bovinos. Los tampones fueron siempre utilizados a temperatura ambiente para evitar los gradientes de temperatura. Todos los volúmenes fueron de 200 μ l por pozo. El uso de suero de conejo deplementado de conejo permitió reducir la fricción de fondo, mediante la saturación de los sitios inespecíficos. El uso de *T. congolense* como antígeno homólogo dió resultados ligeramente superiores a los de un antígeno heterólogo (*T. evansi*). Para cada nueva preparación de antígeno debe realizarse la titulación de la concentración de antígeno a utilizar. Existe la posibilidad de probar cada suero cuatro veces en una misma placa, lo que permite obtener una mediana y una desviación estándar. Finalmente, la lectura no se hace a partir de la duración del momento de contacto entre la enzima y el sustrato, sino del avance real de la reacción gracias a un suero control. Los resultados muestran una excelente reproductibilidad, siendo recomendable el uso de computadores. *Palabras claves* : Bovino - Test ELISA - *Trypanosoma congolense* - Burkina Faso.

BIBLIOGRAPHIE

1. DUVALLET (G.). Observations de bovins Baoulé et Zébu précédemment non infectés, après infection cyclique à *Trypanosoma congolense*. In : Production animale dans les régions d'Afrique infestées par les glossines. Réunion ILCA-ILRAD, nov. 1987, Nairobi, Kenya, 1988. P. 318-328.
2. ENGVALL (E.), PERLMANN (P.). Enzyme linked immunosorbent assay : quantitative assay of immunoglobulin G. *Immunochemistry*, 1971, 8 : 871.
3. KRICKA (L.J.), CARTER (T.J.N.), BURT (S.M.), KENNEDY (J.H.), HOLDER (R.L.), HALLIDAY (M.I.), TELFORD (M.E.), WISDOM (G.B.). Variability in the adsorption properties of microtitre plates used as solid supports in enzyme immunoassay. *Clin. Chem.*, 1986, 26 : 741-744.
4. LANHAM (S.M.), GODFREY (D.G.). Isolation of salivarian trypanosomes from man and other mammals using DEAE-cellulose. *Expl. Parasit.*, 1970, 28 : 521-534.
5. LETHONEN (O.P.), VILJANEN (M.K.). Antigen attachment in ELISA. *J. Immun. Methods*, 1980, 34 : 61-70.
6. LETHONEN (O.P.), VILJANEN (M.K.). Antigen density in ELISA : Effect on avidity dependency. *J. Immun. Methods*, 1980, 36 : 63-70.
7. LIU (M.K.), PEARSON (T.W.). Detection of circulating trypanosomal antigens by double antibody ELISA using antibodies to procyclic trypanosomes. *Parasitology*, 1970, 95 : 277-290.

R. Bocquentin, C. Duvallet

8. LOWRY (O.H.), ROSEBROUGH (N.J.), FARR (A.L.), RANDALL (R.J.). Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. biol. Chem.*, 1951, **193** : 265.
9. LUCKINS (A.G.). Detection of antibodies in trypanosome infected cattle by means of a microplate enzyme-linked immunosorbent assay. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1977, **9** : 53-62.
10. LUCKINS (A.G.), RAE (P.F.). Comparative studies on experimental infections with *Trypanosoma evansi* using enzyme-linked immunosorbent assay. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1976, **70** : 286.
11. NANTULYA (V.M.). An antigen detection enzyme immunoassay for the diagnosis of *rhodesiense* sleeping sickness. *Parasite Immun.*, 1989, **11** : 69-75.
12. RAE (P.F.), LUCKINS (A.G.). Detection of circulating trypanosomal antigens by enzyme immunoassay. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1984, **78** : 587-596.
13. VOLLER (A.), BARTLETT (A.), BIDWELL (D.E.). Enzyme immunoassays for parasitic diseases. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1976, **70** : 98-106.
14. WRIGHT (P.F.). Enzyme immunoassay : observations of aspects of quality control. *Vet. Immun. Immunopath.*, 1987, **17** : 441-452.
15. WRIGHT (P.F.), KELLY (W.A.), GALL (D.E.J.). Application of a timing protocol to the detection of interplate variability in the indirect enzyme immunoassay for detection of anti-*Brucella* antibody. *J. Immunoassay*, 1985, **6** : 189-205.

Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d'Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux ?

E. Thys¹J. Vercruyse²

THYS (E.), VERCRUYSE (J.). Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d'Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux ? *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 187-191.

Les auteurs passent en revue les différents aspects de la prévention des nématodoses gastro-intestinales des petits ruminants d'Afrique et s'interrogent sur la faisabilité de campagnes de prophylaxie médicale à grande échelle en zone sahélo-soudanienne, compte tenu des connaissances actuelles en épidémiologie, immunité naturelle et apparition de résistance aux anthelminthiques, et des contraintes socio-économiques. Ils concluent qu'en attendant la mise au point de systèmes économiques et cohérents, il convient de limiter cette prophylaxie et de se contenter de traiter les malades. *Mots clés* : Petits ruminants - Nématode gastro-intestinal - Prophylaxie - Afrique sahélo-soudanienne.

INTRODUCTION

Le cheptel ovin et caprin d'Afrique est considérable et l'annuaire statistique de la FAO de 1987 (12) indique pour ce continent un nombre de 195 242 000 moutons et de 162 524 000 chèvres, ainsi qu'un rapport petits ruminants-bovins de 1,97.

Par ailleurs, le milieu tropical est reconnu comme très favorable au développement des parasites en général. On estime que 97 p. 100 des petits ruminants d'Afrique sont porteurs de vers de l'appareil digestif (8). Compte tenu de l'aspect spoliateur reconnu à ces organismes et de la disponibilité d'anthelminthiques efficaces, le pas est rapidement franchi de conseiller des schémas de prophylaxie médicale à grande échelle pour toute une région ou même un pays. La prophylaxie contre les nématodoses est, en général, mise en première ligne des stratégies.

Avant de se lancer dans une opération d'une telle envergure, il paraît toutefois important de pouvoir en chiffrer avec exactitude le rapport coût-bénéfice et d'en apprécier l'impact épidémiologique à long terme.

Dans cet article, le problème est abordé plus particulièrement pour la zone sahélo-soudanienne de l'extrême nord du Cameroun.

1. DEPF, Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales, Yaoundé, Cameroun.

2. Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Médecine Vétérinaire, Casinoplein 24, 9000 Gand, Belgique.

Reçu le 28.06.89, accepté le 16.01.90

SCHÉMA PROPHYLACTIQUE CLASSIQUE

Le schéma prophylactique classique préconisé pour les zones sahélo-soudanienne est donné par TRONCY (28) pour les ruminants en général et GRABER et PERROTIN (14) qui font une distinction pour le mouton. Il est basé sur deux vermifugations annuelles :

— la première a lieu en fin de saison des pluies et a pour but de limiter les populations de vers acquises par les animaux durant cette saison, et particulièrement *Oesophagostomum*, survivant en saison sèche sous forme de larve intranodulaire (28) ;

— la seconde a lieu à la fin de la saison sèche pour détruire les larves au stade L4 de trychostrongylidés en état d'hypobiose, ainsi que les adultes restants, de façon à éviter un ensemencement trop important des pâturages.

GRABER et PERROTIN (14) préconisent, dans les régions humides, d'utiliser ce schéma de base et d'augmenter la fréquence des traitements, surtout en saison sèche, pour empêcher que les animaux ne maigrissent trop.

FABIYI (11) conseille, pour les chèvres de la savane nigérienne, trois vermifugations : en début de saison sèche, en début de saison des pluies et au milieu de cette dernière.

IMPACT ÉCONOMIQUE DES NÉMATODOSES GASTRO-INTESTINALES

La prévalence et l'intensité de l'infestation par les nématodes sont généralement mesurées par coproscopie quantitative exprimée en oeufs par gramme de fèces (OPG). Ce comptage dépend d'un grand nombre de facteurs, ce qui rend l'interprétation plus difficile. Il dépend tout d'abord de la fécondité de chaque espèce de nématode. Les femelles d'*Haemonchus* sont par exemple très prolifiques (de cinq à dix mille oeufs par jour). La réceptivité d'un hôte à une infestation parasitaire dépend de plusieurs facteurs. On connaît des

E. Thys, J. Vercruysse

rares ou des lignées de moutons plus résistantes que d'autres (facteurs génétiques). Les jeunes sont toujours plus réceptifs et plus sensibles que les adultes. Par ailleurs, le nombre de parasites dépend également de l'état nutritionnel de l'hôte, de son état physiologique (pic autour de la mise bas des brebis) et de son sexe. L'influence de la saison sur le comptage des oeufs est suffisamment démontrée dans les différents biotopes africains (zone humide ou sèche) comme au Sénégal, en Éthiopie, en Sierra Leone, au Mali et également dans les différentes régions du Cameroun. Des facteurs tels que la consistance des selles jouent également un rôle. Enfin, il faut tenir compte du phénomène d'auto-guérison (*self-cure*) qui a aussi été observé au milieu de la saison des pluies au Cameroun (4, 5, 6, 10, 19, 25, 26, 27, 33).

L'interprétation est donc, d'une part, difficile du point de vue clinique, comme le démontre VERCRUYSSÉ (34) qui observe, au Sénégal, que si la corrélation entre le comptage des oeufs et la présence de selles liquides est évidente, il n'en reste pas moins que 38 p. 100 des animaux examinés avaient un comptage indiquant une infestation pathogène sévère; établir un seuil pathogène est par conséquent très délicat. D'autre part, d'un point de vue épidémiologique, cette technique ne donnerait des résultats approchant des comptages exhaustifs de vers à l'abattoir que si le nombre d'échantillons de selles est très important (25). ROBERTS et SWAN (24) trouvent ainsi un coefficient de détermination r^2 de 0,83 entre le comptage des oeufs et le nombre d'*Haemonchus contortus*. Mais la principale critique adressée à cette technique est de ne pas donner d'information sur la composition de la population de vers chez l'hôte (32). BRUNSDON (7) conseille fortement de se baser sur les comptages de vers plutôt que sur ceux des oeufs pour établir la prévalence de ces parasites.

Ces difficultés à déterminer l'importance des populations de nématodes chez les animaux représentent un des obstacles à l'estimation des pertes économiques provoquées par la présence des parasites. La mesure de l'impact économique des verminoses est basée sur l'évaluation financière des pertes en poids, en effectifs et, suivant les parasitoses, les saisies à l'abattoir. Les pertes par avortement, infertilité, etc. sont plus rarement incluses, compte tenu du peu de renseignements disponibles et des nombreux facteurs influençant ces paramètres. Des formules peuvent être élaborées pour chiffrer les pertes financières en tenant compte des différents facteurs, comme l'ont fait OGUNRINADE et OGUNRINADE, au Nigeria, pour la fasciolose (21). Les estimations des pertes au plan national sont souvent basées sur des sondages ou des expériences effectuées dans certaines régions, mais les effectifs considérés sont généralement trop petits par rapport à la totalité du cheptel du pays. De plus, la variabilité en biotopes crée un autre problème à l'extrapolation. C'est le cas du Cameroun qui présente un grand

éventail de biotopes. Par ailleurs, il y a actuellement peu d'information sur les causes spécifiques de mortalité des petits ruminants en Afrique et les chiffres existants montrent une forte variabilité. Les helminthes sont souvent traités ensemble dans ces calculs. Les pertes chiffrées peuvent être lourdes, comme le montrent par exemple AKEREJOLA et collab. (2) pour le Nigeria où ils indiquent des pertes de 144 millions de naira par an, soit neuf milliards deux cent millions de francs CFA.

NJAU et collab. (20) ont étudié les causes de mortalité chez 1 025 moutons des plateaux d'Éthiopie. Les pertes dues aux nématodes gastro-intestinaux n'étaient que de 0,1 p. 100. Les causes majeures de mortalité étaient la fasciolose (44,7 p. 100) et les pertes périnatales (18,1 p. 100). L'âge moyen des moutons morts à la suite d'infestation par la grande douve était de 17,8 mois. La maladie a sévi surtout en saison sèche, probablement aggravée par la malnutrition. ADEOYE (1) trouve dans le sud-ouest du Nigeria 2,6 p. 100 de mortalité par les trématodes ou nématodes chez la chèvre, contre 27,3 p. 100 chez les moutons. Enfin, il est à signaler que dans une étude poussée effectuée au Mali par TRAORÉ et WILSON (27) aucune rubrique distincte de mortalité due aux nématodes gastro-intestinaux n'est reprise et ils concluent que les méthodes de contrôle de ces parasites devraient être plutôt stratégiques que totales. Ils indiquent également une mortalité plus élevée pour les cas de fasciolose : 27,7 p. 100 chez les moutons et 6,6 p. 100 chez les chèvres.

Aucune étude systématique de longue durée par comptage d'oeufs et, *a fortiori*, par comptage et différenciation de vers n'existe dans le domaine des petits ruminants pour la région de l'extrême nord du Cameroun. Le phénomène d'hypobiose, qui est une réalité dans des zones similaires (28, 33) et qui a son importance dans la conception d'une lutte efficace, n'est pas étudié. Des données précises sur les répercussions économiques n'existent pas non plus. A l'heure actuelle, on ne pourrait mettre en place une campagne de vermifugation en place qu'en se basant sur des supputations générales d'efficacité et l'extrapolation de schémas conçus ailleurs, ce qui est fortement déconseillé.

VALEUR D'UNE PROPHYLAXIE MÉDICALE

ADEOYE (1) constate qu'un traitement vermifuge améliore les performances de reproduction des petits ruminants. Un essai effectué en Côte-d'Ivoire (8) sur des moutons traités à 2 mois au tartrate de morantel montre, après 4 mois, une plus-value pondérale de

14,4 p. 100 par rapport au lot témoin. Une étude effectuée par VASSILIADES (31) en zone sahélienne, au Sénégal, sur l'efficacité du fenbendazole donne également des renseignements économiques intéressants. Il compare deux villages éloignés de 10 km l'un de l'autre ; l'un sert de témoin et l'autre voit tous ses petits ruminants traités suivant le schéma classique : une première fois en fin de saison sèche et une seconde fois en fin de saison des pluies. La mortalité dans le lot traité est inférieure d'environ 5 p. 100 et il enregistre, pour un échantillon d'animaux du lot traité âgés de 6 mois au départ, un gain pondéral, 6 mois après, supérieur de 40 p. 100 à celui du lot témoin.

Il est intéressant de mettre en parallèle un essai effectué par ANDERSON (3) qui constate que des castrés de deux dents vermifugés tous les quinze jours mais maintenus sur des prairies infestées ne gagnent pas de poids par rapport à un lot traité maintenu dans les mêmes conditions. Une fois transportés sur des pâturages non contaminés par des larves et maintenus sous traitement, les animaux commencent à prendre du poids. Ceci tend à démontrer l'importance de la charge en larves des parcours. Une lutte contre les nématodes doit donc inclure une approche plus épidémiologique, tenant compte des réinfestations possibles (7, 16). Le fait que la plupart des vermifuges n'aient pas d'effet retard et n'empêchent pas la réinfestation explique que des campagnes de vermifugation puissent être décevantes, surtout en élevage extensif.

La gestion des troupeaux de petits ruminants en Afrique regroupe souvent des animaux de différents propriétaires et l'utilisation de parcours communs. Il suffit donc qu'une partie ne soit pas vermifugée pour que se maintienne une charge larvaire permettant la réinfestation. Ceci explique peut-être le succès de l'essai de VASSILIADES (31) qui, en vermifugeant tous les animaux du village, contrôlait ainsi indirectement le pâturage.

L'argument suivant est souvent avancé : l'étendue du parcours utilisé en extensif réduit singulièrement la concentration de larves donc le risque de réinfestation (8). En zone aride, il semble bien que dans la plupart des cas les conditions climatiques défavorables expliquent une réduction de la population de parasites internes, (15, 27). Ceci est sans doute vrai mais il faut aussi tenir compte de la concentration d'animaux, le soir, lorsque les petits ruminants sont ramenés au village. DOUFISSA (9) constate qu'en milieu rural, à l'extrême nord du Cameroun, les bergeries et les enclos sont rarement débarrassés de leur fumier (37,5 p. 100 des propriétaires attendent au minimum un an). Les excréments y restent humides à cause de l'urine et la réinfestation par *Strongyloides* sp. et *Bunostomum* sp. est dès lors possible. Il serait intéressant de vérifier les charges parasitaires dans ces logements. Une gestion du pâturage avec rotation ou

un système de « clean grazing » avec traitement stratégique (17) n'est pas envisageable non plus compte tenu du mode de conduite du troupeau. La valeur de la rotation de pâturage est par ailleurs mise en doute en raison de la forte densité ponctuelle en larves infestantes qu'on obtient justement ainsi (4). Dans des régions plus humides du Cameroun où le système de pâturage au piquet est utilisé, l'augmentation de concentration de larves à un endroit pourrait avoir un rôle important dans la réinfestation des chèvres (10).

Dans la conception d'une campagne de vermifugation, le choix d'un anthelminthique adapté est aussi important que les modalités de son administration. Un vermifuge administré une fois par mois pendant 6 mois peut parfois être suffisant pour provoquer une résistance (30). Le sous-dosage provoque également des résistances (13). Ces problèmes ont été récemment abordés en Zambie par MUIRO (18). Une telle éventualité doit être considérée comme une conséquence possible d'une utilisation d'anthelminthique à grande échelle. L'administration des vermifuges ne pourra pas, en effet, être contrôlée partout.

Un troisième et dernier élément à considérer dans la lutte contre les verminoses est la composante immunitaire de l'hôte (7, 29). PRESTON et ALLONBY (23) ont montré au Kenya que le mouton Masai local est beaucoup plus résistant que les ovins importés tels que le Mérinos. Ceci permet de supposer que les moutons de l'extrême nord du Cameroun présentent une résistance naturelle intéressante. Par ailleurs, il apparaît que l'utilisation des vermifuges interfère avec la mise en place de l'immunité chez l'hôte. Un arrêt de la prophylaxie rendrait l'animal à nouveau plus sensible aux conséquences des infestations (29).

STRATÉGIE ÉCONOMIQUE D'UNE PROPHYLAXIE MÉDICALE

Peut-on convaincre tous les propriétaires de la nécessité de vermifuger tous leurs animaux et ceci chaque année ? Comme ce sont les éleveurs de la région qui paient les frais des traitements médicamenteux, le coût sera déterminant car, au plan clinique, on se rend compte qu'ils sont réticents à engager ces frais pour leurs animaux. Ceci est confirmé par REYNOLDS (24) pour l'Afrique en général. Dans le meilleur des cas (schéma classique de deux vermifugations par an), le coût estimé par animal de moins de 30 kg représente 145 francs CFA. Suivant la taille du troupeau, le propriétaire sera parfois obligé de vendre un animal pour se procurer les liquidités nécessaires, ce qui représente un pas important à franchir que tout le

monde ne fera pas. Une campagne financée par l'État signifierait pour les 1 900 000 petits ruminants de la province de l'extrême nord du Cameroun une dépense minimale de 275 millions de francs CFA, soit un investissement économique important à renouveler chaque année. On constate que la vente des animaux se fait au gré des besoins immédiats du propriétaire ; élevage, prophylaxie antiparasitaire et vente ne sont donc pas articulés ensemble.

Une stratégie de vermifugation ne peut être établie sans tenir compte de ces facteurs socio-économiques. Seuls des systèmes simples et cohérents, faisant apparaître une rentabilité possible pour l'éleveur, doivent être élaborés.

CONCLUSION

L'absence de données épidémiologiques précises sur la région rend les mesures de prévention médicale

THYS (E.), VERCRUYSE (J.). Is preventive treatments against gastro-intestinal nematodes of small ruminants in Sahelo-Sudanian Africa still advisable ? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 187-191.

The different aspects of preventive treatments of gastro-intestinal nematodes of small ruminants in the Sahelo-Sudanian zones of Africa are discussed. A better understanding of the epidemiology, the natural development of immunity, the occurrence of anthelmintic resistance and of the socio-economic constraints is required before applying specific control measures for gastro-intestinal nematodes. Meanwhile, in small ruminants, curative rather than preventive treatments should be preconized. *Key words* : Small ruminant - Gastro-intestinal nematodes - Prophylaxis - Sahelo-Sudanian Africa.

contre les nématodes imparfaites et même dangereuses dans certains cas. En effet, la mauvaise utilisation des vermifuges peut favoriser la création de souches de vers résistants. La mise au point d'un système pratique et financièrement acceptable, adapté au contexte, est actuellement compromise par le manque de stratégie et de cohérence entre les différentes phases de la filière production et leurs opérateurs.

Il apparaît donc plus profitable, dans ce type de région, de limiter la prophylaxie et d'envisager de traiter les individus malades présentés au dispensaire. Ceci permet de limiter la mortalité et les traitements se font alors sous contrôle.

Les études épidémiologiques en cours permettront de mieux appréhender l'aspect médical de la prophylaxie. La mise au point de systèmes simples et cohérents doit se faire de telle manière que la rentabilité en apparaisse clairement à l'éleveur.

THYS (E.), VERCRUYSE (J.). Es aún aconsejable el tratamiento preventivo contra los nemátodos gastrointestinales de los pequeños rumiantes en la zona sudano-sahelina de Africa ? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 187-191.

Se discuten los diferentes aspectos de la prevención contra los nemátodos gastrointestinales en la zona sudano-sahelina de Africa y a la vez se cuestiona la factibilidad de campañas de profilaxis médica en gran escala, teniendo presente los conocimientos epidemiológicos actuales, la inmunidad natural y la aparición de resistencia a los antihelmínticos, así como los obstáculos socio-económicos. Se concluye que, en espera de una puesta en marcha de sistemas económicos coherentes, es conveniente limitar la profilaxis y contentarse de proporcionar tratamiento a los enfermos. *Palabras claves* : Pequeños rumiantes - Nemátodo gastrointestinal - Profilaxis - Africa sudano-sahelina.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADEOYE (S.A.). Diseases profiles of sheep and goats in two 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.
2. AKEREJOLA (T.W.), SCHILLHORN VAN VEEN (T.W.), NJOKU (C.O.). Ovine and caprine diseases in Nigeria. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1979, **27** : 65-70.
3. ANDERSON (N.). Trichostrongylid infections of sheep in a winter rainfall region. I. Epizootiological studies in the Western District of Victoria. 1966-67. *Aust. J. agric. Res.*, 1972, **23** : 1113-1129.
4. ARMOUR (J.). The epidemiology of helminth disease in farm animals. *Vet. Parasit.*, 1980, **6** : 7-46.
5. ASANJI (M.F.), WILLIAMS (M.O.). Variables affecting the population dynamics of gastrointestinal helminth parasites of small farm ruminants in Sierra Leone. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1987, **35** (4) : 308-313.
6. BELOT (J.), HARDOUIN (J.). Observations sur l'élevage traditionnel du petit ruminant et de la volaille en milieu villageois au Cameroun. Antwerpen, IMT, 1981.
7. BRUNDSON (R.V.). Principles of helminth control. *Vet. Parasit.*, 1980, **6** : 185-215.

8. CHARRAY (J.), COULOMB (J.), HAUMESSER (J.B.), PLANCHENAULT (D.), PUGLIESE (P.L.). Les petits ruminants d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Ouest. Synthèse des connaissances actuelles. Paris, IEMVT et Ministère de la Coopération, 1980.
9. DOUFISSA (A.). L'élevage de la chèvre au Cameroun. Antwerpen, IMT, 1983.
10. DUBOIS (J.), HARDOUIN (J.). L'élevage des petits ruminants en milieu villageois au Cameroun. II. Santé animale. *Tropicicultura*, 1988, **6** (4) : 139-143.
11. FABIYI (J.P.). Seasonal fluctuations of nematode infestations in goats in the Savannah belt of Nigeria. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1973, **21** (3) : 277-286.
12. FAO. Annuaire statistique. Rome, FAO, 1987.
13. GIBSON (T.E.). Factors influencing the application of anthelmintics in practice. *Vet. Parasit.*, 1980, **6** : 241-254.
14. GRABER (M.), PERROTIN (C.). Helminthes et helminthoses des ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Maisons-Alfort, Éditions du Point vétérinaire, 1983. 378 p.
15. GRAY (S.F.), KENNEDY (F.P.). Gastro-intestinal parasites in sheep in an arid environment. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1981, **21** : 179-182.
16. HERD (R.P.), PARKER (C.F.), McCLURE (K.E.). Epidemiologic approach to the control of sheep nematodes; *J. Am. vet. med. Ass.*, 1984, **184** (6) : 680-687.
17. MITCHELL (G.D.B.), FITZSIMONS (J.). Control of ovine gastrointestinal helminthiasis by the use of « clean » grazing and strategic dosing in the field. *Res. vet. Sci.*, 1983, **35** (1) : 100-105.
18. MUIMO (R.). Strongyle infections of goats on commercial farms in Zambia. In : Conference and trust planning meeting on small ruminants in Africa, Bamenda, Cameroon, 18-26 January 1989.
19. NIELSEN-PERNEDER (M.). Projet d'aide aux éleveurs traditionnels de moutons au Cameroun. Rapport technique n° 1 : Parasitologie. Antwerpen, Bamenda, IMT-IRZ, 1985.
20. NJAU (B.C.), KASALI (O.B.), SCHOLTENS (R.G.), MESFIN DEGEFA. Field and laboratory studies of causes of sheep mortality in the Ethiopian Highlands, 1986-87. *ILCA Bull.*, 1988, **31** : 23-26.
21. OGUNRINADE (A.), OGUNRINADE (B.I.). Economic importance of bovine fascioliasis in Nigeria. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1980, **12** : 155-160.
22. PRESTON (J.M.), ALLONBY (E.W.). The susceptibility of different breeds of sheep to *Haemonchus contortus* infections in East Africa. *Res. vet. Sci.*, 1979, **26** : 134-140.
23. REYNOLDS (L.). Small ruminant production. The present situation and possible nutritional interventions for improvement. *ILCA Bull.*, 1986, **25** : 13-16.
24. ROBERTS (J.L.), SWAN (R.A.). Quantitative studies of ovine egg counts and total worm counts. *Vet. Parasit.*, 1981, **8** : 165-171.
25. SYMOENS (C.). Projet d'aide aux éleveurs traditionnels de moutons au Cameroun. Antwerpen, IMT, Yaoundé, IRZ, 1987. (Rapport technique n° 3).
26. TEKELYE BEKELE, MUKASA-MUGERWA (E.), SCHOLTENS (R.G.). Seasonal changes in nematod faecal egg counts of sheep in Ethiopia. *ILCA Bull.*, 1987, **29** : 9-11.
27. TRAORE (A.), WILSON (R.T.). Livestock production in Central Mali : Environmental and pathological factors affecting morbidity and mortality of ruminants in the agropastoral system. *Prev. vet. Med.*, 1988, **6** : 63-75.
28. TRONCY (P.M.). Helminthoses du bétail et des oiseaux de basse-cour en Afrique tropicale. In : Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Tome I. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 1981. P. 9-300. (Manuels et précis d'élevage n° 10).
29. URQUHART (G.M.). Application of immunity in the control of parasitic disease. *Vet. Parasit.*, 1980, **6** : 217-239.
30. VAN WYK (J.A.), MALAN (F.S.). Resistance of field strains of *Haemonchus contortus* to Ivermectin, Closantel, Rafoxanide and the benzimidazoles in South Africa. *Vet. Rec.*, 1988, **123** : 226-228.
31. VASSILIADES (G.). Essai de traitement anthelminthique par le fenbendazole chez les ovins. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (3) : 293-298.
32. VERCRUYSSSE (J.). A survey of seasonal changes in nematode faecal egg count levels of sheep and goat in Senegal. *Vet. Parasit.*, 1983, **13** : 239-244.
33. VERCRUYSSSE (J.). The seasonal prevalence of inhibited development of *Haemonchus contortus* in sheep in Senegal. *Vet. Parasit.*, 1984, **17** : 159-163.
34. VERCRUYSSSE (J.). The importance of gastro-intestinal parasites in the etiology of diarrhoea in sheep in Senegal. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1988, **36** : 186-187.

D.A. Salifu¹T.B. Manga²I.O. Onyali¹

A survey of gastrointestinal parasites in pigs of the Plateau and Rivers States, Nigeria

SALIFU (D.A.), MANGA (T.B.), ONYALI (I.O.). Enquête sur les parasites gastro-intestinaux chez des porcs du Nigeria (Plateau State et Rivers State). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 193-196.

Des prélèvements de fèces provenant de 1 000 porcs ont été recueillis dans les régions de Jos et de Port Harcourt (Plateau et Rivers State) entre janvier 1987 et mars 1988. Dans la région de Jos, l'incidence parasitaire était la suivante : *Ascaris suum* 53,1 p. 100, *Trichuris suis* 8,5 p. 100, *Hyostromylus rubidus* 13,1 p. 100, *Metastrongylus salmi* 3,7 p. 100, *Strongyloides ransomi* 87,7 p. 100, *Oesophagostomum dentatum* 35,1 p. 100 et *Eimeria* spp. 2,4 p. 100 alors qu'à Port Harcourt elle se répartissait ainsi : *Ascaris suum* 10,4 p. 100, *Trichuris suis* 47,2 p. 100, *Oesophagostomum dentatum* 50 p. 100, *Hyostromylus rubidus* 2 p. 100, *Ancylostoma duodenale* 83,2 p. 100 et *Eimeria* spp. 3,6 p. 100. La proportion élevée d'helminthoses était due au mauvais entretien comme aux conditions sanitaires défectueuses. Le contact avec des excréments humains, une alimentation pauvre et le manque de vermifugation étaient aussi très évidents. Les différents taux de l'incidence parasitaire à Jos et à Port Harcourt étaient aussi dus aux conditions d'humidité, variables dans ces États. *Mots clés* : Porcin - Helminthe gastro-intestinal - *Eimeria* - Nigeria.

INTRODUCTION

The most important diseases of pigs in Nigeria are due to parasitic infections (2). The epizootiological factors affecting outbreaks of parasitic diseases have not been extensively studied in this country although investigations carried out by EUSOBIO (2) and FABIYI (3) have given some indications of the factors involved.

With the increasing awareness of pig farming in Nigeria, the danger from parasites is undoubtedly greatest when large numbers of pigs are kept especially under poor management conditions, indicated by poor sanitary conditions, access to human faeces and lack of veterinary attention. The expanding pig industry in Nigeria calls for extensive studies on parasitic infections under free range and intensive management systems. In Nigeria, there is also the possibility that the pig serves as an alternative host for human parasites.

This study was therefore carried out to establish the incidence of pig parasites in the Jos area of the

Plateau State, characterized by defined rainy and dry seasons, and in the Port Harcourt area of the Rivers State, which is moist all the year round, as a first step of effective control measures.

MATERIALS AND METHODS

Collection of faecal samples

Faecal samples were collected rectally from a total of 1 000 pigs of various breeds, which were mainly Large White, Duroc and their crosses, between January 1987 and March 1988. The pigs for examination were randomly selected and as far as possible included an equal number of animals of each sex. These animals ranged from one month to three years in age and were raised under the intensive and semi-intensive systems.

A total of 250 and 750 faecal samples were collected from the Port Harcourt and Jos areas, respectively. Egg counts were carried out by the method of MAFF (5) and eggs were identified as described by SOULSBY (6).

Faecal culture

When necessary, faeces were cultured using the Hadori-Mori culture filter techniques (8). Larvae were identified as described by SOULSBY (6).

Adult worms : Adult worms recovered during meat inspection were identified as described by SOULSBY (6, 7).

RESULTS

The gastrointestinal parasites encountered during this study and their infection rates in each age group and sex, in both Port Harcourt and Jos areas have been reported in tables I and II, respectively. Eight species were identified after faecal culture.

1. Parasitology Department, National Veterinary Research Institute, Vom, Plateau State, Nigeria

2. Veterinary Division, Ministry of Agriculture, Port Harcourt, Rivers State, Nigeria.

Reçu le 12.9.89, accepté le 8.11.89.

TABLE I Parasite species and infection rates in each age group and sex in the Port Harcourt area.

Parasite species	Sows total n. = 51	Boars total n. = 51	Piglets total n. = 31	Weaners total n. = 80	Glits total n. = 18	Boars total n. = 31
<i>Ascaris suum</i>	42	18	6	52	15	18
<i>Trichuris suis</i>	15	17	6	56	7	17
<i>Oesophagostomum dentatum</i>	40	24	—	41	14	6
<i>Hyostromylyus rubidus</i>	—	—	—	3	2	—
<i>Ancylostoma duodenale</i>	42	34	23	32	15	22
<i>Eimeria</i> spp.	4	—	—	—	5	—

Figures in the table represent the number of infected animals.

TABLE II Parasite species and infection rates in each age group and sex in the Jos area.

Parasite species	Sows total n. = 100	Boars total n. = 100	Piglets total n. = 250	Weaners total n. = 100	Glits total n. = 100	Boars total n. = 100
<i>Ascaris suum</i>	90	75	20	84	80	50
<i>Trichuris suis</i>	10	20	—	14	20	—
<i>Strongyloides ransomi</i>	95	90	220	86	92	75
<i>Oesophagostomum dentatum</i>	63	73	—	32	60	35
<i>Hyostromylyus rubidus</i>	20	38	—	40	—	—
<i>Metastrongylyus salmi</i>	8	—	—	—	20	—
<i>Eimeria</i> spp.	9	—	10	20	—	—

Figures in the table represent the number of infected animals.

The rate and percentage of infection for each species encountered during this study have been reported in tables III and IV. The egg counts ranged from 6-1 6000 eggs per gram faeces (tables III, IV).

Ancylostoma duodenale had the highest prevalence in the Port Harcourt area while it was *Strongyloides ransomi* in the Jos area (tables III, IV).

DISCUSSION

All age groups and sexes of pigs were susceptible to gastrointestinal parasite infection, but it appeared that the sows and the boars were the main source of transmission to the young ones. Infection was observed right from the piglet stage to the weaner stage.

TABLE III Number of infected pigs, percentage of infection and range of egg counts in the Port Harcourt area.

Parasites	Infected pigs	Percentage	Range of egg count/g faeces
<i>Ascaris suum</i>	151	60.4	10-2 000
<i>Trichuris suis</i>	118	47.2	400-600
<i>Oesophagostomum dentatum</i>	125	50.0	20-200
<i>Hyostromylyus rubidus</i>	5	2.0	6-20
<i>Ancylostoma duodenale</i>	208	83.2	200-15 000
<i>Eimeria</i> spp.	9	3.6	10-50

TABLE IV Number of infected pigs, percentage of infection and range of egg counts in the Jos area.

Parasites	Infected pigs	Percentage	Range of egg count/g faeces
<i>Ascaris suum</i>	398	53.10	10-15 000
<i>Trichuris suis</i>	64	8.50	20-200
<i>Strongyloides ransomi</i>	658	87.70	100-16 000
<i>Oesophagostomum dentatum</i>	263	35.10	30-400
<i>Hyostromylyus rubidus</i>	98	13.10	20-100
<i>Metastrongylyus salmi</i>	28	3.70	10-50
<i>Eimeria</i> spp.	18	2.40	20-100

The sows were infected with all the eight species encountered in this study and a similar picture was shown by the weaners that had all along been with the sows. This indicates that the weaners might have picked up these infections from their dams during suckling (tables I, II).

It was observed that no matter the cleanliness of the pen, complete prevention of gastrointestinal parasite infestation of pigs was not possible. Most of the gastrointestinal parasites encountered had high prevalence rates (tables III, IV). This high worm burden resulted in weight loss and increased the time of reaching market weight in most of the farms where this study was carried out. The dressing percentage loss will actually determine the losses in each pig farm. Accurately determining the percentage loss will not be possible since every farm has its own peculiarities. This actually agrees with the report of BLOOD *et*

al. (1) showing that it is impossible to give accurate estimates of losses resulting from parasitic infections.

Despite the high rate of infections observed, some pigs in some farms showed no clinical signs due to a good feeding regimen. This tends to confirm the report of BLOOD (1) indicating that the effect of parasitism on animals increases as a result of lack of good nutrition.

During this study, it was observed that *Ancylostoma duodenale*, a human hookworm, had the highest prevalence in the Port Harcourt area where 83.2 % of the 250 pigs were infected. This was possible because pigs had access to human faeces. This led to parasitological examination of some of the human faeces that were indiscriminately disposed in areas where pigs had this infection and it was observed that a high percentage (56.7 %) of the 205 human faeces were positive for *A. duodenale*. This finding thus confirms the reports of SOULSBY (6, 7) indicating that *A.*

duodenale, a human hookworm, had been reported in pigs in Europe, Asia, North Africa, China and Japan. The adult worms that were recovered from some slaughtered pigs in abattoirs on microscopical examination had dorsally bent mouth opening guarded by two pairs of ventral tooth and one small tooth on either side. In the Jos area, it was *Strongyloides ransomi* infecting 87.7 % of the 750 pigs examined which exhibited the highest infection rates in pigs.

In both states, *Ascaris suum* infected a high percentage of pigs (tables III, IV), in keeping with the reports of FORSUM *et al.* and STEPHENSON *et al.* and ZIMMERMAN (4, 8, 10).

There was not much difference in terms of sex susceptibility to the various parasites encountered. The devastating effects of these parasites on pigs can be prevented by combining an efficient sanitary programme with a good deworming and a balanced nutrition.

SALIFU (D.A.), MANGA (T.B.), ONYALI (I.O.). A survey of gastrointestinal parasites in pigs of the Plateau and Rivers States, Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 193-196.

Faecal samples were collected from a total of 1 000 pigs from the Port Harcourt and Jos areas of the Rivers and Plateau States, respectively, between January 1987 and March 1988. In the Jos area the parasite incidence was : *Ascaris suum* 53.1 %, *Trichuris suis* 8.5 %, *Hyostrogylus rubidus* 13.1 %, *Metastrongylus salmi* 3.7 %, *Strongyloides ransomi* 87.7 %, *Oesophagostomum dentatum* 35.1 % and *Eimeria* spp. 2.4 % while in Port Harcourt the incidence rate was *Ascaris suum* 10.4 %, *Trichuris suis* 47.2 %, *Oesophagostomum dentatum* 50 %, *Hyostrogylus rubidus* 2 %, *Ancylostoma duodenale* 83.2 % and *Eimeria* spp. 3.6 %. The high rate of parasitic infections was due to poor management practices as shown by poor sanitary conditions. Access to human faeces, poor feeding and lack of deworming were also very evident. The different rates in the incidence of parasites in Jos and Port Harcourt areas were due to the varying moisture conditions in these states. *Key words* : Pig - Gastrointestinal helminth - *Eimeria* - Nigeria.

SALIFU (D.A.), MANGA (T.B.), ONYALI (I.O.). Estudio sobre los parásitos gastro-intestinales en cerdos de la meseta y la rivera, Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 193-196.

Se colectaron un total de 1 000 muestras de heces de cerdos de PortHarcourt y Jos, zonas de la rivera y la meseta, entre enero 1987 y marzo 1988 respectivamente. En la zona de Jos, la incidencia parasitaria fue : *Ascaris suum* 53,1 p. 100, *Trichuris suis* 8,5 p. 100, *Hyostrogylus rubidus* 13,1 p. 100, *Metastrongylus salmi* 3,7 p. 100, *Strongyloides ransomi* 87,7 p. 100, *Oesophagostomum dentatum* 35,1 p. 100 y *Eimeria* spp. 2,4 p. 100. En PortHarcourt la incidencia fue : *Ascaris suum* 10,4 p. 100, *Trichuris suis* 47,2 p. 100, *Oesophagostomum dentatum* 50 p. 100, *Hyostrogylus rubidus* 2 p. 100, *Ancylostoma duodenale* 83,2 p. 100 y *Eimeria* spp. 3,6 p. 100. La alta incidencia de infecciones parasitarias se debió a malas prácticas de manejo, evidenciadas por malas condiciones sanitarias. También fue evidente la contaminación con heces humanas, la mala alimentación y la ausencia de prácticas de desparasitación. La diferencia en las tasas de incidencia entre Jos y PortHarcourt, se debió a las variaciones en las condiciones de humedad entre las dos zonas. *Palabras claves* : Cerdo - Helminto gastrointestinal - *Eimeria* - Nigeria.

REFERENCES

1. BLOOD (D.C.), HENDERSON (J.A.), RADOSTITIS (O.M.). Veterinary Medicine. Colchester, London, Spottiswade Ballantyne, 1979. P. 750-764.
2. EUSOBIO (J.A.). Pig production in the tropics. Hong Kong, Wing Tai Cheung Printing, 1980 (3) : 56-63.
3. FABIYI (J.P.). Helminths of pigs on the Jos Plateau, Nigeria : relative prevalence, abundance and economic significance. *J. Helminthol.*, 1979, 53 (1) : 65-71.
4. FORSUM (E.), NESHEIM (M.C.), CROMPTON (W.T.). Nutritional aspects of *Ascaris* infection in young protein deficient pigs. *Parasitology*, 1981, 83 : 497-512.
5. MAFF. Manual of veterinary parasitology laboratory techniques. 2nd ed. London, HMSO (Technical Bulletin n° 18).

D.A. Salifu, T.B. Manga, I.O. Onyali

6. SOULSBY (E.J.L.). Textbook of veterinary clinical parasitology. I. Helminths. London, Williams Clowes and Sons. 1965. P. 228.
7. SOULSBY (E.J.L.). Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. London, Baillière and Tindall, 1982. P. 208.
8. STEPHENSON (L.S.), POND (W.G.), NESHEIM (M.C.) KROOK (L.P.), CROMPTON (D.W.T.). *Ascaris suum* : nutrient absorption, growth and in testinal pathology in young pigs experimentally infected with 15-day old larvae. *Exp. Parasit.* 1980, **49** : 15-25.
9. WHO. Hadori-Mori culture filter method. WHO-CCTA. African conference on Ancylostomiasis. Genève, WHO, 1963. P. 225 (Technical reports n° 225).
10. ZIMMERMAN (D.R.), SPEAR (M.L.), SWITZER (W.P.). Effect of mycoplasma infection, Pyrantel treatment and protein nutrition on performance of pigs exposed to soil containing *Ascaris suum* ova. *J. Anim. Sci.*, 1973, **36** : 894-899.

Communication

A case report of *Thelazia* infection in a 15-month old heifer in Vom, Plateau State, Nigeria

D.A. Salifu¹

E.S. Haruna²

A.A. Makinde³

S.T. Ajayi¹

SALIFU (D.A.), HARUNA (E.S.), MAKINDE (A.A.), AJAYI (S.T.). Étude d'un cas d'infection à *Thelazia* chez une génisse âgée de 15 mois à Vom, Plateau State, Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 42 (2) : 197-198.

Un cas d'infection oculaire chez une génisse, avec cécité bilatérale, opacité de la cornée, larmoiement excessif et jetage nasal, a été rapporté. Une guérison complète a été obtenue après un traitement de 6 à 10 gouttes d'une solution de lévamisole à 10 p. 100. Un total de 127 animaux adultes a recouvré la vue. *Mots clés* : Génisse - Oeil - Thélaziose - Lévamisole - Nigeria.

Introduction

Thelazia rhodesii are small milky-white worms parasitic on the eyes of cattle, sheep, goats and buffaloes (5). Their favorite habitat is the lachrymal ducts, but they often wander across the cornea or beneath the nictating membrane or eye lids.

Histologically conjunctivitis, hyperplasia of the lachrymal ducts and other inflammatory changes can be observed in the eyes. In other countries thelaziasis is associated with excessive lachrymation, photophobia, conjunctivitis and occasional keratitis and blindness in cattle and horses (3).

The number of worms present in the eyes, however, does not always correspond to the clinical manifestations of the disease as clinical signs may be absent (4). Several chemotherapeutic agents have been tried at different times by different authors (1, 2, 6) with good prognosis.

The importance of thelaziasis in cattle in Nigeria has not, however, been fully determined as it may be easily confused with infectious bovine kerato-conjunctivitis.

1. National Veterinary Research Institute, Parasitology Department, Vom, Plateau State, Nigeria.

2. National Veterinary Research Institute, Livestock Investigations Department, Vom, Plateau State, Nigeria.

3. National Veterinary Research Institute, Bacteriology Department, Vom, Plateau State, Nigeria.

Reçu le 10.07.89, accepté le 07.11.89.

This report is the first to highlight the devastating effects of thelaziasis on affected animals. These effects often lead to the inability of the animals to locate their feed and water leading to starvation while if the affected animal is a male it reduces its reproductive ability.

Materials and methods

A heifer was reported with bilateral blindness, excessive lachrymation, opaque cornea and nasal discharge. On examination of the eyes, small slender milky-white worms were seen wandering across the cornea, beneath the eye lids and nictating membrane while some were at both canthi of the eyes.

Both eyes were subjected to light test for signs of blindness and the animal was led near its food and left there to see if it could locate it. The cornea of both eyes were observed for opacity.

The eyes were flushed with normal saline and then 6-10 drops of a 10 % solution of levamisole were put into both eyes. Recovered worms were preserved in 10 % formal saline and microscopically examined after cleaning with lactophenol. The eyes were first examined every day for two weeks and later once every week for one month.

Results

Both eyes did not respond to the light test and the animal could not locate its food indicating total blindness. Cornea opacity was observed in both eyes.

A total of 127 adult *Thelazia rhodesii* worms were recovered and identified. Both eyes were infested and there was complete recovery seven days after a single treatment with 6-10 drops of a 10 % levamisole solution as no more worms were recovered during this study lasting one month and a half.

Discussion

This report shows that *Thelazia rhodesii* was responsible for the temporary bilateral blindness, opacity of the cornea, excessive lachrymation and nasal discharge observed in the affected animal. One application of a 10 % levamisole solution was found to be highly effective against the *T. rhodesii* infection. It is recommended to treat affected cattle in this way since the drug is readily available. This confirms the results of VASSILIADES *et al.* (6) in 1975, in Senegal, who found an application of eye-drops of 1 % levamisole effective, as well as a drench of levamisole chlorhydrate at a dose of 5 mg/kg body weight.

Communication

Other drugs like tetramisole (2) and 2 % aqueous solution of piperazine adipate (1) have also been found to be quite effective against *Thelazia* infection in cattle. VASSILIADES *et al.* (6) reported that other drugs were also very effective against *Thelazia* infection in cattle: 4 % morantel tartrate in the eyes; tetramisole as a drench at a dose of 15 mg/kg.

SALIFU (D.A.), HARUNA (E.S.), MAKINDE (A.A.), AJAYI (S.T.). A case report of *Thelazia* infection in a 15-month old heifer in Vom, Plateau State, Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2): 197-198.

A case of eye infection in a heifer was reported with bilateral blindness, cornea opacity, excessive lachrymation and nasal discharge. Treatment with 6-10 drops of a 10 % solution of levamisole resulted in a complete recovery, a total of 127 adult *Thelazia rhodesii* being recovered from the eyes. *Key words*: Heifer - *Thelazia* infection - Eye - Anthelmintics - Levamisole - Nigeria.

References

1. BASU (A.K.). Incidence of eye worm infection in cattle and buffaloes and its treatment. *Indian vet J.*, 1982, **59** (2): 394-395.
2. MICHALSKI (L.). Therapeutic efficacy of levamisole and tetramisole in *Thelazia* infection. *Medycyna Weterynaryjna*, 1976, **32**(7): 417-419.
3. MITCHELL (K.S.), HUGUES (A.L.). Keratitis in cattle associated with the presence of *Thelazia* species. *Vet. Rec.*, 1953, **65**: 879.
4. SHARON (P.), KENNY (M.). Thelaziasis in cattle and horses in the United States. *J. Parasit.*, 1978, **64** (6): 1147-1148.
5. SOULSBY (E.J.L.). Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. 6th ed. Baltimore, Williams and Wilkin Co, 1965. P. 274-276.
6. VASSILIADES (G.), BOUFFET (P.), FRIOT (D.), TOURÉ (S.M.). Traitement de la thélaziose oculaire bovine au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1975, **28** (3): 315-317.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'enquête menée au cours de l'année 1988 a porté sur la prospection de quatre villages de la vallée de Dimonika et Mvouti. Les mouches ont été capturées à l'aide de pièges pyramidaux (10) placés sur les gîtes à glossines (le long des cours d'eau, près des sentiers, en périphérie des savanes intraforestières près du village de Makaba). Les captures se sont étalées sur plusieurs mois.

L'origine des repas de sang est identifiée par le test des précipitines, réalisé par le Pr STAACK (Institut für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes, Berlin, RFA).

Les taux d'infestation des glossines sont établis par observation directe après dissection des mouches selon la technique de LLOYD et JOHNSON (16) pour le labre et l'hypopharynx; les glandes salivaires et l'intestin sont extraits selon la technique de PENCHENIER et ITARD (23). Les formes intestinales et proboscidiennes du parasite sont identifiées par sonde DNA par GIBSON (8) au Comparative Pathology Laboratory de Langford, Grande-Bretagne (Pr GODFREY, Head of Medical Research Council, Trypanosomiasis Research Group). Des sondes pour *T. congolense* (forme forêt et forme savane), *T. simiae* et *T. brucei* ont été utilisées pour cette étude. Les trypanosomes sont également identifiés selon leurs localisations, selon la relation: *Trypanozoon*-glandes salivaires, *Duttonella*-proboscis seul, *Nannomonas*-proboscis + intestin, ou leurs mouvements et leur morphologie pour les trypanosomes reptiliens. Ceux-ci sont rassemblés sous la dénomination de *T. sp. cf. grayi*.

L'âge des mouches est estimé par deux méthodes: une méthode physiologique pour les femelles (3) et l'analyse du taux de ptéridines pour les deux sexes (15). Il permet de préciser un paramètre important pour les populations de tsé-tsé: leurs structures démographiques.

La courbe de survie est calculée à partir de la composition par groupe d'âge de la population selon la méthode de GOUTEUX (9) et permet d'évaluer le taux de survie journalier, les âges moyen et maximal. Le statut nutritionnel est déterminé par les taux de graisse et d'hématine. Les analyses biochimiques sont faites par LANGLEY, au Tsetse Research Laboratory de Langford, Grande-Bretagne (Pr JORDAN).

Dans le même temps, un échantillon de sang d'animaux identifiés par une boucle plastique à l'oreille est prélevé par ponction jugulaire, à l'aide de vacutainers. Les anticorps trypanosomiens sont recherchés dans le sérum par test d'agglutination sur carte (Testryp Catt) (21) à différents niveaux de dilution. Ce test quantitatif est complété par un test d'hémagglutination indirecte en plaque de microtitration (Celloghost).

RÉSULTATS

Les vecteurs du trypanosome

Les piégeages réalisés dans la zone du projet révèlent la présence de *G. palpalis palpalis* et l'absence de glossines du groupe *fusca*, en particulier de *G. nashi*, encore signalée en 1982 à Dimonika même (6). Au cours des captures réalisées au mois de juin la densité de mouches était de trois par piège et par jour. Il est important de noter que les populations de tabanidés sont très largement représentées dans cette zone forestière.

Tropisme alimentaire

Le tableau I montre les résultats de l'analyse des repas de sang obtenus par le test des précipitines (28, 29).

TABLEAU I Répartition des repas de sang par espèce et par région.

Espèce	Nbre échantillons	Pourcentage
Savane (Bouenza)		
Homme	9	4,9
Porc	171	92,9
Reptile	1	0,5
Cheval	2	1,0
Rongeur	1	0,5
Total	184	
Forêt (Mayombe)		
Homme	3	9,4
Crocodile	3	9,4
Varan	6	18,7
Potamochère suidés	10	31,2
Porc	1	3,1
Céphalope	4	12,5
Guib harnaché	2	6,2
Hippopotame	2	6,2
Rongeur	1	3,1
Total	32	

L'étude du tableau révèle un tropisme alimentaire des mouches particulièrement prononcé pour les suidés (34,3 p. 100 en zone forestière et 92,9 p. 100 en zone de savane). Les reptiles sont également très recherchés (21,1 p. 100 en forêt). Les petites antilopes de forêt sont plus piquées que l'homme. Aucun repas pris sur moutons et chèvres, pourtant présents dans les lieux de capture, n'a été observé. Le tableau II ne permet pas de distinguer de différences notables dans le tropisme alimentaire des deux sexes: l'éventail des hôtes est quasiment identique.

TABLEAU II Préférence trophique en fonction du sexe chez *G. palpalis*.

	Homme	Reptile	Suidés	Antilope	Hippo- potame	Rongeur
Femelles	1	4	6	4	1	1
Mâles	2	5	4	2	0	0

Structure de la population par groupe d'âge

Le tableau III montre une nette différence entre les deux sexes de *G. palpalis*. Les femelles vivent beaucoup plus longtemps que les mâles, comme le démontre la comparaison de l'âge ptéridien des deux sexes.

TABLEAU III Distribution des glossines par groupe d'âge.

Groupe	0	I	II	III	IV+4n	V+4n	VI+4n	VII+4n
Jour (1 ^{er} et 2 ^e cycle)	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80
Femelle								
Age ovarien	12	20	7	11	25	26	23	20
Age ptéridien	23	16	16	15	30	12	7	3
Mâle								
Age ptéridien	77	43	13	2	1	1		

L'âge moyen, calculé d'après les courbes de survie, est de 50 jours à partir de l'âge ovarien (âge max. = 331 jours, taux de survie de 0,986) et de 31 jours (max. = 240, survie = 0,977) à partir de l'âge ptéridien. Ce dernier chiffre correspond bien à l'âge moyen calculé directement (33 jours). L'âge moyen des mâles calculé directement est de 10 jours. L'échantillon analysé, qui provient de la périphérie d'un village (Koulila), montre un déficit en jeunes femelles et met l'accent sur le taux de mortalité journalier très élevé des mâles (20,8 p. 100 contre 2,3 p. 100 pour les femelles).

Taux d'infestation des glossines

Ce taux est de 46,3 p. 100 pour les femelles et de 29,1 p. 100 chez les mâles.

Identification des différents types de trypanosomes

Chez les femelles, les parasites les plus fréquents sont par ordre d'importance *T. vivax*, *T. congolense* (forêt)

et *T. grayi*). Chez les mâles, en accord avec leur taux de survie moins élevé, les taux d'infection sont plus faibles pour *T. vivax* et *T. congolense*, mais non pour *T. sp. cf. grayi* dont le cycle entièrement intestinal est plus court. L'infection à *T. grayi* est donc relativement plus fréquente chez les mâles (Tabl. IV et V). Notons le cas exceptionnel d'un mâle *G. palpalis* porteur de très nombreuses microfaires intestinales, malheureusement indéterminées. L'un des mâles les plus âgés était porteur d'une infection proboscidiennne sans infection intestinale visible ou identifiable par sonde DNA. Cette infection a été déterminée comme étant à *T. congolense*, ce qui montre la disparition, dans certains cas, des formes intestinales (immatures) de ce trypanosome en relation avec l'âge de la mouche.

TABLEAU IV Fréquence des différents types de Trypanosoma chez les glossines femelles.

Type	Nbre observ. positives	Pourcentage
<i>T. vivax</i>	41	71,9
<i>T. congolense</i> (forêt)	5	8,7
<i>T. congolense</i> (savane)	0	0
<i>T. brucei</i>	0	0
<i>T. simiae</i>	0	0
<i>T. grayi</i>	6	10,5
Indéterminé	5	8,7
Total infecté	57	46,3
Total disséqué	123	

TABLEAU V Fréquence des différents types de Trypanosoma chez les glossines mâles.

Type	Nbre observ. positives	Pourcentage
<i>T. vivax</i>	13	52,0
<i>T. congolense</i> (forêt)	3	12,0
<i>T. congolense</i> (savane)	0	0
<i>T. brucei</i>	0	0
<i>T. simiae</i>	0	0
<i>T. grayi</i>	6	24,0
Indéterminé	3	12,0
Total infecté	25	29,1
Total disséqué	86	

Infections mixtes

Trois infections mixtes à *T. congolense* et *T. sp. cf. grayi* ont été observées (Tabl. VI et VII). L'absence de sonde pour *T. vivax* a rendu difficile la mise en évidence des infections mixtes *T. congolense/T. vivax*. Pourtant, une telle infection a pu être démontrée indirectement dans un cas. Il s'agissait d'une femelle âgée (groupe VII, soit environ 70 jours ou plus), lourdement infectée dans le proboscis, mais positive au sondage (*T. congolense*) uniquement dans l'intestin. Il s'agissait donc d'une infection mixte à *T. vivax* + *T. congolense* immatures. Dans tous les autres cas où les parasites ont été vus à la fois dans le proboscis et l'intestin, les sondages (*T. congolense*) des extraits intestinaux et proboscidiens étaient également positifs.

TABLEAU VI Fréquence des infections trypaniques chez les deux sexes de *G. palpalis*.

		Femelle	Mâle
Nombre d'observations positives	Glandes salivaires	0	0
	Proboscis seul	39	13
	Proboscis + intestin	7	2
	Intestin seul	8	9
Total	Infecté	54	24
	Disséqué	123	96
Pourcentage		44	25

Étude du statut nutritionnel de la population de glossines

Les résultats sont donnés dans le tableau VIII. La forte différence de poids observée entre les mâles et les femelles est normale et due à la différence de taille, les femelles étant plus grandes que les mâles, et leurs réserves de graisse plus importantes. En revanche, la fréquence et l'amplitude des repas de sang (taux d'hématine) ne diffèrent pas significativement entre les deux sexes. Ce point est intéressant, car ce résultat, noté chez des glossines forestières, ne concorde pas avec ce qui a été observé dans la région de Brazzaville et s'explique peut-être par un choix d'hôte beaucoup plus varié en forêt, nivelant les différences comportementales existant entre les deux sexes.

TABLEAU VIII Résultats de l'analyse nutritionnelle de *G. palpalis palpalis* échantillonnées.

Sexe	Effectif	Poids sec * (mg)	Graisse (mg)	Hématine (µg)
Femelle	80	7,99 (1,69)	2,77 (2,00)	9,93 (13,53)
Mâle	43	4,97 (1,17)	1,63 (1,17)	14,54 (25,38)
Test F		108,48	11,91	1,73
Signification (seuil de 5 %)		TS	TS	NS

* Le poids sec est donné sans matière grasse et sans hématine. L'erreur standard sur la moyenne est indiquée entre parenthèses.

TABLEAU VII Identification des infections trypaniques chez les deux sexes de *G. palpalis*.

	<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i> (forêt)	<i>T. congolense</i> (savane)	<i>T. simiae</i>	<i>T. brucei</i>	<i>T. sp. cf. grayi</i>	Indéterminé
Femelle							
Sonde DNA	?	6	0	0	0	?	
Localisation *	46-39 (37-32)		10-6 (8-5 %)		0	6 (5)	5 (4)
Mâle							
Sonde DNA	?	4	0	0	0	?	
Localisation (%)	13-13 (16-14)		4 (4 %)		0 0	6 (6)	3 (3)

* Les taux d'infection maximaux font intervenir la possibilité d'infection mixte. Les cas d'infection très faible (immature ou en régression) ne sont pas détectés par les sondes DNA.

Sérologie des petits ruminants

Les résultats des tableaux IX et X peuvent indiquer un contact étroit avec *T. vivax*, car plus de 50 p. 100 des animaux (n = 350 ovins, 400 caprins) sont séropositifs à 5 μ l, 39 à 63 p. 100 ont une ou deux croix au Testryp Catt. Après dilution du sérum au 1/5, ils sont tous négatifs, à l'exception d'une brebis qui reste positive à la dilution 1/10. Ces sérums ont été repris au Cello-gnost (hémagglutination indirecte en plaque de micro-titration); ils donnent tous des résultats négatifs, montrant l'absence d'infection sérologiquement décelable à *T. brucei*.

TABLEAU IX Résultats sérologiques des sérums d'ovins et de caprins.

Taux de dilution	Ovins		Caprins	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
5 μ l	52 %	41 %	63 %	54 %
1/5	1 %	4 %	—	—
1/10	—	—	—	—

TABLEAU X Résultats quantitatifs des sérums d'ovins et de caprins.

Niveaux de positivité	Ovins		Caprins	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
+	29 %	22 %	13 %	8 %
++	24 %	17 %	50 %	38 %
+++	0 %	2 %	0 %	8 %

DISCUSSION

La présence de la seule *G. palpalis palpalis* et la régression des glossines du groupe fusca (*G. nashi*, *G. pallicera newsteadi* et *G. haningtoni*) est un fait remarquable. *G. nashi*, en particulier, était encore abondante il y a seulement 6 ans (16). Ces importants vecteurs de trypanosomes animales étaient étroitement inféodés au gros gibier (buffles, éléphants). Le tropisme alimentaire de cette espèce pour les reptiles rapporté par ITARD (11) apparaît dans le tableau I (28,1 p. 100). Les suidés sauvages et domestiques sont les principaux hôtes des glossines (34 p. 100). Les herbivores sauvages sont moins agressés (19

p. 100 des repas). Cela peut être attribué au caractère moins attractif de ces espèces mais aussi à une raréfaction de ce type de gibier dans cette zone, comme l'atteste la totale disparition des glossines du groupe *fusca* dans les captures. Dans notre échantillon aucun repas ne provient de petits ruminants. Ce qui rejoint les observations de plusieurs auteurs (5, 11, 25).

Cette absence de repas pris sur moutons et chèvres pourrait être liée à la plus grande difficulté pour les glossines à se gorger sur ces animaux et confirme leur faible attractivité montrée expérimentalement. L'attractivité des moutons et des chèvres pourrait être sensiblement égale à celle des petites antilopes, mais celles-ci se reposent le jour et sont donc des proies faciles pour *G. palpalis* dont le pic d'activité est diurne (10 h-14 h); les mouches se gorgeant sur elles lorsqu'elles sont au repos dans les fourrés. Les ovins et les caprins se débarrassent, eux, des tsé-tsé qui les harcèlent par des mouvements de la peau, des oreilles et de la queue. Les recherches actuelles sur les attractants pourront peut-être aider à la compréhension de ces préférences alimentaires.

L'utilisation de la sonde DNA a permis de mettre en évidence un cas d'infection proboscidiennne à *T. congolense* sans infection intestinale décelable. Si l'on ne tient pas compte des infections à *T. sp.* cf *grayi*, 4 infections intestinales chez les femelles et 3 chez les mâles, soit 7 cas sur 219, n'ont pas été identifiées par sondage au DNA, et dans tous les cas il s'agissait d'infections faibles ou très faibles. Avec la technique utilisée ici, la méthode des sondes DNA est donc moins sensible que la lecture *in vivo* et donc plus utile pour la détermination que pour le dépistage.

Il est intéressant de noter l'absence complète d'infection des glandes salivaires. Le taux d'infection par des *Trypanozoon* est généralement extrêmement bas, aussi bien dans le cas de foyer de maladie du sommeil (25, 7) que de trypanosomose animale (17). CROFT et collab. (4) suggèrent que ce fait « *is probably due to the inadequacy of the dissection technic in differentiating congolense-like and brucei-like infections* ». L'utilisation de sonde DNA, pouvant mettre en évidence les infections immatures (intestinales), montre qu'il s'agit bien ici d'une absence d'infection à *Trypanozoon*, par ailleurs parfaitement corrélée avec les observations parasitologiques effectuées sur les animaux domestiques.

Les taux d'infection observés pour *T. vivax* (35 p. 100 chez les femelles et 15 p. 100 chez les mâles) sont remarquablement élevés, supérieurs à tout ce qui est signalé dans la littérature pour cette espèce de glossine. JORDAN (12) trouve une infection moyenne de 1,3 p. 100 dans le Sud-Nigeria et le Sud-Cameroun et ne considère pas que *G. palpalis* soit un important vecteur dans ces zones forestières. Selon cet auteur, « *the incidence of infection in G. palpalis was gene-*

D. Bourzat, J.P. Gouteux

rally very low. Cases of bovine trypanosomiasis do occur in areas where *G. palpalis* is the only tsetse species present, but it is not considered to be an important vector». De même, RYAN et collab. (24) rapportent une infection moyenne de 3,1 p. 100 par *T. vivax* et 2,2 p. 100 par *T. congolense* en zone forestière de la Côte-d'Ivoire. Les meilleurs vecteurs pour *T. vivax* ont généralement un taux d'infection relativement bas, entre 2,5 p. 100 et 15 p. 100 (différents auteurs, revue par MOLOO, 1982). Cependant, des infections à *T. vivax* extrêmement élevées (supérieures à 50 p. 100) ont été exceptionnellement rencontrées chez *G. morsitans submorsitans* (1, 13). Cette disparité des taux d'infection serait à mettre en relation avec l'existence de stocks particuliers de *T. vivax*. En effet, MOLOO et collab. (20) ont montré expérimentalement la difficulté, voire l'impossibilité d'infecter des glossines, notamment *G. palpalis palpalis*, par certains stocks de *T. vivax*; MOLOO et KUTAZA (19) trouvent des taux d'infection mature extrêmement bas pour cette espèce infectée expérimentalement avec deux isolats de *T. congolense* (Tanzanie et Nigeria), variant de 0,5 à 0,8 p. 100. La zone d'étude posséderait donc une coadaptation particulièrement réussie entre les stocks locaux de *T. vivax* et les populations de *G. palpalis palpalis*.

Le type de trypanosome le plus fréquemment rencontré sur l'échantillon de petits ruminants est *T. vivax*. Les résultats du Testryp Catt et du test Cellognost confirment l'absence de *T. brucei brucei* au Congo. Par contre, les résultats positifs après dilution au 1/10 peuvent indiquer un faible contact avec *T. congolense*.

Au sud-ouest du Nigeria, KRAMER (14) trouve 14 p. 100 de chèvres et 11 p. 100 de moutons avec des sérologies positives à *T. vivax* et à *T. congolense*. OPASINA (22), dans la même région, obtient des pourcentages plus élevés : 18 p. 100 d'ovins et

34,3 p. 100 de caprins séropositifs. Dans le nord de la Côte-d'Ivoire, SCHUETTERLE et collab. (27) montrent une parasitémie à *T. vivax* beaucoup plus importante chez les ovins que chez les caprins.

CONCLUSION

Cette première investigation met en évidence un contact étroit entre le parasite et les petits ruminants de cette zone forestière du Mayombe. Bien qu'apparemment les glossines se gorgent rarement sur les ovins et caprins, ils n'en seraient pas moins piqués, comme l'attestent les sérologies positives supérieures à celles observées dans d'autres zones géographiques comparables. Le rôle des vecteurs autres que les glossines pourrait être à considérer pour les prochaines études.

L'influence de cette parasitose sur les paramètres sanguins et sur les paramètres de reproduction devra être également mesurée dans la suite de l'expérimentation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le CIPEA, l'ORSTOM Brazzaville et la DGRST sans qui cette étude n'aurait pas eu lieu. Les techniciens et employés de la STARDI de Dimonika et de l'ORSTOM ont réalisé les prélèvements et analyses : qu'ils soient associés à ce travail.

BOURZAT (D.), GOUTEUX (J.P.). Preliminary data on glossina-small ruminant contact in the Mayombe forestry massif in Congo. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 199-206.

In this work, the authors report on the first observations of *Glossina*-small ruminant contact in the Mayombe forestry mountains (Congo). *Glossina palpalis palpalis* is the most important group of glossina in this area, while a regression of the *Fusca* group is noticeable. Study of the nutritional tropism revealed marked preferences for reptiles and suidae. Infestation rates were 43.9 % and 25.0 % among females and males, respectively. The most frequent parasites were *T. vivax*, *T. congolense* and *T. grayi*. Evidence of the absence of salivary gland infection was given by means of a DNA probe. Despite the absence of blood meal taken on small ruminants, the serology of these animals revealed a close contact between sheep and goats and the parasite. *Key words* : Sheep - Goat - Glossina - Feeding behaviour - Trypanosoma - Congo.

BOURZAT (D.), GOUTEUX (J.P.). Datos preliminares sobre el contacto glosinas-pequeños rumiantes en la cordillera forestal de Mayombe (Congo). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 199-206.

En este estudio se presentan las primeras observaciones del contacto glosinas-pequeños rumiantes en la cordillera forestal de Mayombe (Congo). *G. palpalis palpalis* es el grupo de glosinas más importante en esta zona, notándose una disminución del grupo fusca. El estudio del tropismo alimenticio de las moscas muestra una marcada preferencia por los suinos y los reptiles. Las tasas de infección fueron de 43.9 p. 100 para las hembras y de 25.0 p. 100 para los machos. Los parásitos más frecuentes fueron : *T. vivax*, *T. congolense* y *T. grayi*. La ausencia de infección en las glándulas salivales se evidenció mediante sondas de ADN. A pesar de la ausencia de alimentación con sangre de pequeños rumiantes, la serología de estos animales reveló un contacto estrecho entre ovicaprinos y el parásito. *Palabras claves* : Pequeños rumiantes - Glosina - *Glossina palpalis palpalis* - Preferencia alimenticia - *Trypanosoma* - Congo.

BIBLIOGRAPHIE

1. BALDRY (D.A.T.). Distribution and trypanosome infection rates of *Glossina morsitans submorsitans* Newst. sp. along a trade cattle route in south-western Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1969, **58** : 537-548.
2. BALDRY (D.A.T.). Local distribution and ecology of *Glossina palpalis* and *G. tachinoides* in forest foci of West African human trypanosomiasis with special reference to associations between peri-domestic tsetse and their hosts. *Insect Sci. Applic.*, 1980, **1** : 85-93.
3. CHALLIER (A.). Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des glossines. Études faites sur *Glossina palpalis gambiense* Vanderplank, 1949. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1965, **58** : 250-259.
4. CROFT (S.L.), KUZOE (F.A.S.), RYAN (L.), MOLYNEUX (D.H.). Trypanosome infection rate of *Glossina* spp. (Diptera : Glossinidae) in transitional forest savanna near Bouaflé, Ivory Coast. *Tropenmed. Parasit.*, 1984, **35** : 355-359.
5. ENGLAND (E.C.), BALDRY (D.A.T.). Observations on the relative attractiveness to *Glossina pallidipes* of different animal baits, a tsetse trap, and a fly-round patrol. *Bull. OMS*, **47**, 1972 : 789-793.
6. EOUZAN (J.P.). Enquête « glossines » à Dimonika. Rapport de tournée. Brazzaville, ORSTOM, 1982. 6 p.
7. FELGNER (P.U.), BRINKMANN (U.), ZILLMANN (U.), MEHLITZ (D.), ABUSHIRA (S.). Epidemiological studies on the animal reservoir of Gambiense sleeping sickness. II. Parasitological and immunodiagnostic examination of the human population. *Tropenmed. Parasit.*, 1981, **32** : 134-140.
8. GIBSON (W.C.), DUKES (P.), GASHUMBA (J.K.). Species specific DNA probes for the identification of African trypanosomes in the tsetse flies. *Parasitology*, 1988, **97** : 63-73.
9. GOUTEUX (J.P.). Analyse des groupes d'âge physiologique des femelles de glossines. Calcul de la courbe de survie, du taux de mortalité, des âges maximal et moyen. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1982, **20** : 189-197.
10. GOUTEUX (J.P.), LANCIEN (J.). Le piège pyramidal à tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) pour la capture et la lutte. Essais comparatifs et description de nouveaux systèmes de capture. *Trop. Med. Parasit.*, 1986, **37** (1) : 61-66.
11. ITARD (J.). Les glossines ou mouches tsé-tsé. Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD, 1986. 155 p. (Études et synthèses de l'IEMVT n° 15).
12. JORDAN (A.M.). An assessment of the economic importance of the tsetse species of the Southern Nigeria and the Southern Cameroon based on their trypanosome infection rates and ecology. *Bull. ent. Res.*, 1961, **52** (3) : 431-441.
13. JORDAN (A.M.). Bovine trypanosomiasis in Nigeria. V. The tsetse fly challenge to a herd of cattle trekked along a trade cattle route. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1965, **59** : 270-276.
14. KRAMER (J.W.). Incidence of trypanosomiasis in West African dwarf sheep and goats in Nsukka, Eastern Nigeria. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1985, **14** : 423-428.
15. LANGLEY (P.A.), HALL (M.J.R.), FELTON (T.). Determining the age of tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera : Glossinidae) : an appraisal of the pteridine fluorescence technique. *Bull. ent. Res.*, 1988, **78** : 387-395.
16. LLOYD (L.), JOHNSON (W.B.). The trypanosome infections of tsetse flies in Northern Nigeria and a new method of estimation. *Bull. ent. Res.*, 1924, **14** : 265-288.
17. MEHLITZ (D.), ZILLMANN (U.), SCOTT (C.M.), GODFREY (D.G.). Epidemiological studies on the animal reservoir of Gambiense sleeping sickness. III. Characterization of *Trypanozoon* stocks by iso-enzymes and sensitivity to human serum. *Tropenmed. Parasit.*, 1982, **33** : 113-118.
18. MOLOO (S.K.). Studies on transmission of two east African stocks of *Trypanosoma vivax* to cattle, goats, rabbits, rats and mice. *Acta trop.*, 1982, **39** : 51-59.
19. MOLOO (S.K.), KUTAZA (S.B.). Comparative study of the infection rates of different laboratory strains of *Glossina* species by *Trypanosoma congolense*. *Med. vet. Ent.*, 1988, **2** : 253-257.
20. MOLOO (S.K.), KUTAZA (S.B.), DESAI (J.). Comparative study of the infection rates of different *Glossina* species for East and West African *Trypanosoma vivax* stocks. *Parasitology*, 1987, **95** : 542-575.
21. NOIREAU (F.), GOUTEUX (J.P.), FRÉZIL (J.L.). Sensibilité du test d'agglutination sur carte (testryp catt) dans les infections porcines à *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* en République populaire du Congo. *Annls Soc. belge Méd. trop.*, 1986, **66** : 63-68.
22. OPASINA (B.A.). Tsetse fly distribution in relation to sheep and goat production in south-west Nigeria. Addis Ababa, ILCA, 1985.
23. PENCHENIER (I.L.), ITARD (J.). Une nouvelle technique de dissection rapide des glandes salivaires et de l'intestin des glossines. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1986, **19** : 55-57.
24. RYAN (L.), KÜPPER (W.), MOLYNEUX (D.H.), CLAIR (M.). Relationship between geographical and dietary factors and trypanosome infection rates of tsetse flies in the field (Diptera : Glossinidae). *Ent. Gener.*, 1986, **12** (1) : 77-81.

D. Bourzat, J.P. Gouteux

25. SACHS (R.), MEHLITZ (D.), STAAK (C.). Host preference and trypanosome infection of three tsetse species (*Glossina palpalis*, *G. pallicera* and *G. nigrofusca*) in rain forest zones of Liberia, West Africa. Proc. 10th Int. cong. on trop. med. and malaria, Manila, Philippines, 1980. P. 216-217.
26. SALIOU (P.), DUVALLET (G.), BINZ (G.), KANGHA (K.). Le foyer de maladie du sommeil de Bouaflé (Côte-d'Ivoire). *Bull. soc. Path. exot.*, 1978, **71** : 181-188.
27. SCHUETTERLE (A.). Effect of trypanosome infection on livestock health and production traits in Northern Côte-d'Ivoire. Addis Ababa, ILCA. 1987.
28. STAAK (C.), ALLMANG (B.), KAMPE (V.), MEHLITZ (D.). The complement fixation test for the species identification of blood meals from tsetse flies. *Tropenmed. Parasit.*, 1981, **32** : 97-98.
29. STAAK (C.), KAMPE (V.), KORKOWSKI (G.). Species identification of blood-meals from tsetse flies (Glossinidae) : results 1979-1985. *Trop. Med. Parasit.*, 1986, **37** : 59-60.
30. WOO (P.T.K.). The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta trop.*, 1970, **27** : 385-386.

D. Cuisance¹
H. Politzar²
I. Tamboura³
P. Mérot³

Coût de l'emploi de barrières de pièges et d'écrans insecticides pour la protection de la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou, Burkina Faso

CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MÉROT (P.). Coût de l'emploi de barrières de pièges et d'écrans insecticides pour la protection de la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou, Burkina Faso. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 207-217.

Le CRTA de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) a procédé durant quatre années à une campagne de lutte intégrée contre les glossines dans une zone pastorale de 300 000 ha avec la pose de 7 200 écrans insecticides durant la saison sèche, suivie de lâchers de mâles irradiés en saison des pluies. Après divers essais, trois barrières contre les glossines riveraines, constituées soit de pièges de capture, soit de pièges ou d'écrans insecticides (deltaméthrine CE) espacés de 100 m, ont été mises en place. L'observation régulière durant plus de trois ans a montré la grande efficacité de ces systèmes dont le coût d'installation et de fonctionnement la première année a été d'environ 200 000 francs CFA par kilomètre avec les pièges de capture (non imprégnés), 190 000 avec les pièges insecticides et 150 000 avec les écrans insecticides. Les années suivantes, les frais de maintenance ont été respectivement de 70 000, 85 000 et 64 000 francs CFA par kilomètre et par an. Dans cette zone climatique et pour ce type de rivières et de galeries, l'étanchéité est obtenue avec 7 km de pièges insecticides ou 10 km de pièges de capture vis-à-vis *G. tachinoides* et *G. p. gambiensis*. Une utilisation mixte pièges-écrans pourrait constituer une formule intéressante. Le quadrillage d'une zone de passage de *G. m. morsitans* s'est révélé efficace mais d'un prix d'installation et d'entretien assez élevé ; il sera vraisemblablement abaissé par l'emploi d'attractifs odorants. **Mots clés :** *Glossina* - Lutte anti-insecte - Piège insecticide - Écran insecticide - Coût - Burkina Faso.

INTRODUCTION

Une campagne de lutte originale s'est déroulée de 1981 à 1985 dans un périmètre de 300 000 ha à vocation pastorale, destiné à délester en partie la région sahélienne touchée par la sécheresse. Deux méthodes de lutte contre les glossines ont été employées en intégration : la pose d'écrans insecticides en saison sèche, suivie de lâchers de mâles irradiés en saison des pluies, cette dernière devant neutraliser les reliquats de population de glossines (6, 17). Leur alternance durant deux années de phase opérationnelle a effectivement abouti à une suppression des tsé-tsé dans cette zone.

1. IEMVT-CIRAD, S/c Centre ORSTOM, BP 5045, 2051 avenue du Val Montferrand, 34032 Montpellier Cedex, France.

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

3. Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (CRTA), BP 454, 01 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Reçu le 15.11.89, accepté le 20.12.89.

Cette stratégie de lutte a nécessité la mise en place d'un système de barrières destiné à empêcher la réinvasion de la zone traitée par des populations sauvages de glossines immigrantes. L'isolement ainsi réalisé doit être complété par une législation pastorale appropriée réglementant les entrées du bétail. Cette seconde mesure a été confiée aux responsables FED* de la mise en valeur de la zone. L'isolement par des barrières efficaces a incombé au CRTA** chargé de la lutte antiglossinaire. Des observations antérieures ayant montré la faible efficacité des barrières de déboisement (5) et les résultats prometteurs des techniques de piégeage (8, 9, 10), ces dernières ont été adoptées par le CRTA qui les a appliquées à l'isolement de la zone d'intervention (15, 16).

Une prospection systématique a montré que tout le réseau hydrographique était occupé par deux espèces ripicoles (*Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides*) tandis que les savanes de la partie sud-est abritaient *G.m. morsitans*. La stratégie adoptée a donc consisté à bloquer, d'une part, les réseaux hydrographiques et, d'autre part, la partie de savane concernée. Mis en place à partir de janvier 1981, le système de barrières a été observé durant plus de trois années afin de contrôler son efficacité (4). Cette durée a permis en outre d'établir les coûts de mise en place, d'entretien et de surveillance dans les conditions locales et de faire une évaluation comparative (Carte 1).

DESCRIPTION DES BARRIERES

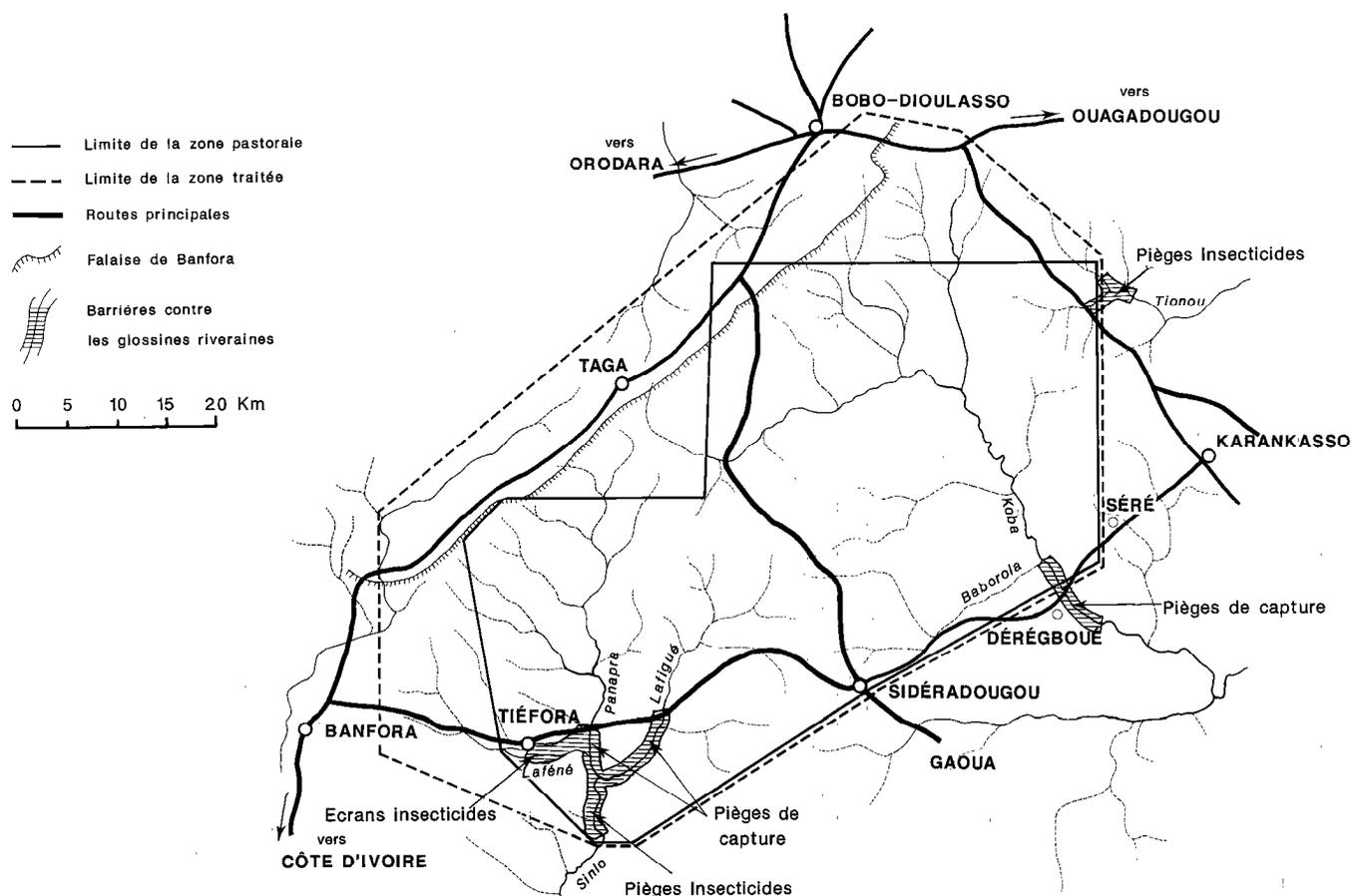
Barrières contre les glossines riveraines

La zone pastorale de Sidéradougou est à cheval sur deux bassins versants : l'un, occidental, est drainé par les rivières Panapra, Lafigué et Sinlo dont les eaux vont vers la rivière Komoé, l'autre, oriental, est drainé par les rivières Koba et Tionou dont les eaux se dirigent vers la Mouhoun. Trois barrières permanentes

* Fonds Européen de Développement.

** Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales.

D. Cuisance, H. Politzar, I. Tamboura, P. Mérot



Carte 1 : Zone pastorale de Sidéradouguou.

contre les glossines ont donc été installées sur ces rivières qui collectent les eaux de toute la zone et dont les sources (plus de 80) sont attenantes à la ligne de relief que constitue la falaise de Banfora :

- barrière I : mise en place sur trois sections de galeries (Laféné, Panapra-Lafigué, Sinlo) ;
- barrière II : mise en place sur une section du Koba ;
- barrière III : mise en place sur une section du Tionou.

Ces barrières sont constituées de pièges ou d'écrans. Les pièges sont soit ceux de capture classiques (pièges biconiques bleus Challier-Laveissière) (1, 2), qui, outre leur action de destruction des glossines, permettent une surveillance des densités (trois fois par semaine), soit des pièges imprégnés d'insecticide (8) tuant toute glossine qui les touche. Les écrans, trempés également dans l'insecticide, sont suspendus à une potence métallique fichée au sol (10).

Le tissu bleu en pur coton (usine Voltex de Koudougou) est peu onéreux (278 francs CFA/m en 0,90 m de

large). Le tulle moustiquaire et le tissu noir sont achetés au marché de Bobo-Dioulasso.

D'une façon générale, l'espacement entre pièges et entre écrans est de 100 m pour les barrières destinées aux glossines riveraines, de 250 à 300 m pour les séries de pièges de capture du Panapra-Lafigué destinés à la surveillance (Tabl. I). Chaque emplacement de piège ou d'écran est préparé par suppression de la végétation ripicole sur 5 à 10 m, afin d'être mieux éclairé. Le choix de l'emplacement des barrières sur le cours des rivières est fonction de la délimitation de la zone mais surtout de la situation entomologique (distribution et densité des glossines), et également de leur accessibilité en toute saison. Dans la mesure du possible, on a préféré les tronçons de rivières à lit encaissé afin d'éviter les larges débordements de saison des pluies interdisant alors l'accès et même la pose pendant plusieurs mois.

Trois fois par semaine depuis 3 ans, chaque barrière est surveillée et entretenue par 1 à 2 personnes se déplaçant à bicyclette sur les pistes créées le long des cours d'eau. Toutes les barrières sont situées sur le

TABLEAU I Composition des différentes barrières.

	Barrières	Lieu	Longueur (km)	Espacement des pièges ou écrans (m)	Nombre de pièges de surveillance	Nombre de pièges insecticides	Nombre d'écrans insecticides
Galeries	I*	Laféné	7	100	0	0	70
		Panapra	7	250	20	0	0
		Lafigué	13	250	40	0	0
	II	Sinlo	7	100	8	70	0
		Koba	10	100	100	0	0
		Tionou	6	100	5	53	0
Savane	IV	Koba	12 travées (\times 6 km) + route (57 km)	100 50	130	796	964

* A l'origine constituée des tronçons Panapra et Lafigué, cette barrière avait une efficacité insuffisante. Elle a été renforcée par les tronçons Sinlo et Laféné, assurant alors une étanchéité totale.

cours moyen des rivières sauf celle sur le Tionou (barrière III) qui est en tête de galerie.

Barrière contre les glossines de savane

Les moyens mis en oeuvre contre les espèces de savane dans les campagnes récentes ont été soit des barrières de déboisement, soit des barrières insecticides.

A Sidéradougou, du fait d'une localisation assez bien délimitée de *G. m. submorsitans* et du sens d'invasion essentiellement dirigé Sud-Nord le long de la vallée du Koba, un dispositif de pièges et d'écrans est installé fin 1982, en savane, au niveau de ce « couloir » (17). Ce dispositif (barrière IV) est constitué de :

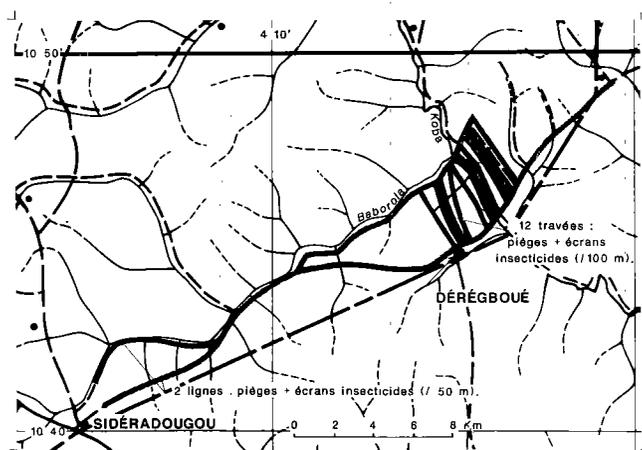
— 12 travées parallèles au cours de la rivière Koba, espacées entre elles de 250 à 500 m, longues de 6 km chacune et jalonnées de pièges et d'écrans en alternance tous les 100 m ;

— deux pistes orientées Est-Ouest de 27 et 30 km chacune, jalonnées de la même façon mais avec un espacement plus réduit de 50 m entre pièges et écrans ;

— 130 pièges de capture, dont 100 le long de la rivière Koba (Carte 2).

TRAITEMENT INSECTICIDE

A l'exception de quelques essais avec d'autres produits (3), le seul insecticide employé est la deltamé-



Carte 2 : Barrière contre *G. morsitans submorsitans*. Schéma du dispositif.

trine (CE ; 12 g/l) à la dose de 200 mg environ de matière active pour les écrans et de 400 mg pour les pièges.

L'application se fait par trempage dans la solution préparée dans une touque de 200 l. Après un court essorage, le matériel est étalé au sol ou sur un fil pour le séchage. Ces manipulations sont réalisées par une équipe non spécialisée. Pour les réimprégnations périodiques des travées en savane, le traitement insecticide des pièges est fait par trempage et celui des écrans par aspersion avec un pulvérisateur à dos afin de réduire le coût des interventions par gain de temps.

Le rythme de renouvellement des traitements est fonction des saisons, de la fréquence et de l'intensité

D. Cuisance, H. Politzar, I. Tamboura, P. Mérot

des pluies en particulier. En général, il y a une réimprégnation tous les deux mois et demi à trois mois en saison sèche et tous les 1,5 mois en saison des pluies. On compte au total six traitements par an et par barrière dont trois en saison sèche (8 mois) et trois en saison des pluies (4 mois).

EFFICACITÉ

L'efficacité des barrières contre les glossines riveraines est contrôlée par les captures effectuées trois fois par semaine pendant 3 ans au moyen des pièges de surveillance mis en place sur les principales rivières. La première année, des pressions très fortes sont exercées par lâcher, en aval de ces barrières, de 100 000 glossines d'élevage (4) ; l'étanchéité est totale, tant vis-à-vis des glossines sauvages que des glossines d'élevage. L'efficacité de la barrière destinée aux glossines de savane est estimée en moyenne à 88 p.100, avec des variations intimement liées au rythme des réimprégnations insecticides, le taux de 100 p.100 étant atteint juste après chaque réimprégnation. Toutefois, du fait de son étendue, cette barrière exerce une forte action dépressive sur les densités des populations voisines de *G. m. submorsitans*, ce qui accroît nettement son taux d'efficacité en fin de campagne, face à des vagues d'immigration de plus faible intensité.

COUT D'INSTALLATION ET DE FONCTIONNEMENT LA PREMIERE ANNÉE

Les prix indiqués sont ceux pratiqués de 1983 à 1984, sauf pour les travaux avec le bulldozer (1982). On examinera successivement les coûts d'installation et de fonctionnement pour la première année puis celui de la maintenance pour les années suivantes.

Barrières contre les glossines riveraines

Création des pistes d'accès et entretien

En raison des interventions fréquentes et régulières durant l'année, il était indispensable d'ouvrir des pistes pour pouvoir accéder facilement aux barrières. Les longueurs indiquées sont souvent supérieures à celles de la barrière proprement dite du fait de la

nécessité de contourner en véhicule certains obstacles naturels ou d'éviter certains endroits partiellement inondés en saison des pluies. Praticables par un véhicule léger, ces pistes longent au plus près la galerie forestière. Leur coût a été de 15 000 F CFA/km (3). Il est nécessaire de procéder régulièrement, deux fois par an, à un débroussaillage. Le CRTA s'est équipé d'un tracteur muni d'une lame qui a permis, en plus, de réaliser d'autres travaux. Le coût a été de 6 640 F CFA/km (3). Le travail est rapide, correct et économique. Il représente, selon la longueur des barrières, 7 à 16 p. 100 du coût.

Création des points de piégeage

Afin d'accroître le pouvoir attractif des pièges ou des écrans, chaque emplacement est méthodiquement nettoyé sur une aire circulaire de 5 à 10 m de rayon afin d'assurer une meilleure visibilité et un ensoleillement maximal. Ce travail assez difficile, en particulier dans les galeries de *Syzygium guineense* (Koba) ou de *Diospyros mespiliformis* (Panapra), coûte en moyenne 7 000 F CFA par emplacement. La création des pistes et des points de piégeage représente 47,7 p.100 (barrière I), 43,1 p. 100 (barrière II) et 45,5 p. 100 (barrière III) du coût global de la première année.

Pièges et écrans

Le prix d'un piège Challier-Laveissière varie suivant les possibilités d'approvisionnement en matériel, les fluctuations rapides des prix (tissu, fer) et le coût de la façon (feronnier et couturier employés par le CRTA) (Tabl. II).

Le prix d'un piège de capture est de 7 500 F CFA environ et celui d'un piège insecticide de 5 000 F CFA. Ces différences sont dues :

- à la qualité du piquet : tube métallique galvanisé pour le piège de capture et fer à béton pour le piège insecticide ;
- à la présence d'un support apical métallique pour le piège de capture, remplacé dans le piège insecticide par un gobelet en matière plastique qui évite de percer le tulle moustiquaire ;
- à la présence d'une cage de récolte pour le piège de capture.

Le prix d'un écran suspendu à une potence métallique fichée en terre est revenu à 950 F CFA (3). Ce système de suspension permet de déplacer sans problème l'écran le long des berges, suivant la montée ou la descente des eaux au cours des saisons. En outre, il est possible de choisir la zone d'éclaircissement maximal, ce qui n'est pas le cas avec l'écran suspendu à une branche d'arbre.

TABLEAU II Coût des pièges et écrans (francs CFA*, 1983).

Piège de capture	
Tissu bleu 100 p. 100 coton (2 × 0,9 m)	556
Tissu noir (2 × 0,90 m)	900
Tulle moustiquaire (2 × 1 m)	750
Cercle métallique (+ façon)	1 000
Cône (+ façon)	2 000
Piquet (tube) (+ façon)	1 000
Cage (+ tulle)	1 000
Tailleur engagé à plein temps	150
Tailleur particulier	1 000 à 1 500
Total	7 356 à 8 706
Piège insecticide	
Tissu bleu 100 p. 100 coton (2 × 0,9 m)	556
Tissu noir (2 × 0,9 m)	900
Tulle moustiquaire (2 × 1 m)	750
Cercle métallique	1 000
Piquet (fer à béton) (+ façon)	500
Gobelet (plastique)	100
Insecticide (deltaméthrine)	200
Tailleur engagé à plein temps	150
Tailleur particulier	1 000 à 1 500
Total	4 056 à 5 406
Écran insecticide	
Tissu bleu (100 p. 100 coton)	278
Potence	
— fer à béton	429
— façon + soudure	105
Ficelle (fixation sur barre)	11
Insecticide (deltaméthrine)	100
Couturier engagé à plein temps	20
Imprégnation	5
Total	948

* 1 franc CFA = 0,02 franc français.

Selon les tronçons qui constituent la barrière I, le coût des différents procédés est le suivant, en pourcentage du prix global de chaque tronçon : 6,1 p. 100 (écrans insecticides), 26,5 p. 100 (pièges de capture) et 26,3 p. 100 (pièges insecticides).

Surveillance

Une visite régulière des lieux de piégeage et un entretien sommaire sont effectués par du personnel non spécialisé équipé de bicyclettes.

Pour les barrières constituées de pièges de capture (récolte des glossines), la fréquence des visites est de trois fois par semaine. En dessous, il est difficile de retrouver les insectes capturés, qui disparaissent par prédation. Pour les barrières constituées de pièges insecticides et d'écrans insecticides, une fois suffit.

La surveillance consiste à vérifier le bon état des pièges et des écrans et leur localisation par rapport à la montée ou à la descente des eaux. Elle comprend aussi le nettoyage de l'emplacement du piège ou de

l'écran par un élagage de la végétation qui pourrait les masquer, et des petites réparations de couture. Suivant la longueur des barrières, il faut 1 à 3 personnes, intervenant régulièrement et parfois de façon impromptue, au moment des violentes tornades. Il faut au minimum une personne pour effectuer une surveillance correcte de 50 pièges environ (5 km de galerie), cette norme pouvant varier légèrement selon les lieux.

Réimprégnations

Du fait de la rémanence du produit (deltaméthrine) et des conditions météorologiques saisonnières, le nombre des réimprégnations insecticides appliquées aux barrières de pièges ou d'écrans insecticides est en moyenne de 6 par an. Pour des raisons de sécurité, l'opération consiste à enlever en une matinée la moitié seulement des pièges ou écrans, à les laver sommairement, les réimprégner, les faire sécher et les remettre en place. Le même protocole a lieu l'après-midi pour la seconde moitié.

Le coût de ces traitements représente respectivement 24,5 p. 100 (Laféné), 18,9 p. 100 (Sinlo) et 15,7 p. 100 (Tionou) du prix de chaque tronçon. Suivant les moyens utilisés (pièges ou écrans), la hiérarchie des coûts est la suivante :

Barrières de pièges insecticides (Sinlo, Tionou)

- création de pistes et de points de piégeage : 45,9 à 47 p. 100 ;
- matériel (pièges) : 26 p. 100 ;
- réimprégnations : 15 à 19 p. 100 ;
- entretien des pistes : 7 à 9 p. 100 ;
- surveillance : 3 à 3,5 p. 100.

Barrières de pièges de capture (Panapra, Lafigué, Koba)

Les deux premiers postes sont les plus importants. L'entretien des pistes et la surveillance viennent en troisième ou quatrième rang selon la longueur des pistes à entretenir.

Barrières d'écrans (Laféné)

Le matériel est ici peu onéreux et ne vient qu'en troisième position après les infrastructures et les réimprégnations :

- création de pistes et de points de piégeage : 55,9 p. 100 ;
- réimprégnations : 24,5 p. 100 ;
- entretien des pistes : 9,7 p. 100 ;
- matériel (écrans) : 6,1 p. 100 ;
- surveillance : 3,8 p. 100.

D. Cuisance, H. Politzar, I. Tamboura, P. Mérot

TABLEAU III Coût détaillé de l'installation et du fonctionnement des barrières mises en place dans la zone de Sidéradougou (francs CFA, 1983)..

• Barrière I	
Laféné	
Création des points de piégeage (éclairage) :	
70 emplacements \times 7 000 F = 490 000	610 000
Création des pistes (manœuvres) :	
15 000 F \times 8 km = 120 000	
Entretien des pistes :	
6 640 F \times 2 fois/an \times 8 km = 106 240	106 240
Écrans insecticides : 70 \times 950 F = 66 500	66 500
Réimprégnations :	
— insecticides : 70 \times 100 F \times 6 traitements = 42 000	
— personnel : 1 manœuvre \times 800 F \times 6 = 4 800	267 600
1 chauffeur \times 2 000 F \times 6 = 12 000	
— véhicule : 150 F \times 232 km \times 6 = 208 800	
Surveillance (1 fois/semaine) :	
1 manœuvre \times 800 F \times 52 = 41 600	41 600
Total	1 091 940
Panpra-Lafigué	
Création des points de piégeage :	
60 emplacements \times 7 000 F = 420 000	727 500
Création des pistes :	
15 000 F \times 20,5 km = 307 500	
Entretien des pistes :	
6 640 F \times 2 fois/an \times 20,5 km = 272 240	272 240
Pièges de capture : 60 \times 7 500 = 450 000	450 000
Surveillance (3 fois/sem.) :	
2 manœuvres \times 800 F \times 52 \times 3 = 249 600	249 600
Total	1 699 340
Sinlo	
Création des points de piégeage :	
70 \times 7 000 F = 490 000	595 000
Création des pistes :	
15 000 F \times 7 km = 105 000	
Entretien des pistes :	
6 640 F \times 2 fois/an \times 7 = 92 960	92 960
Pièges insecticides : 70 \times 5 000 F = 350 000	350 000
Réimprégnations :	
— insecticide : 70 \times 200 F \times 6 traitements = 84 000	
— personnel : 2 manœuvres \times 800 F \times 6 = 9 600	252 000
1 chauffeur \times 2 000 F \times 6 = 12 000	
— véhicule : 150 F \times 256 km \times 6 = 230 400	
Surveillance (1 fois/sem.) :	
1 manœuvre \times 800 F \times 52 \times 1 = 41 600	41 600
Total	1 331 560

L'examen de ces différents postes montre que, suivant le mode de piégeage choisi (pièges de capture, pièges insecticides ou écrans insecticides), le prix de revient global varie de 1 à 2 millions de francs CFA par barrière, ou, rapporté à leur longueur, représente un coût compris entre 143 079 F CFA/km et 203 896 F CFA/km.

Par ordre décroissant et à densité égale au kilomètre linéaire (1 piège ou écran/100 m), les coûts sont les suivants en fonction du procédé utilisé par tronçon (Tabl. III) :

— pièges de capture : 203 896 F CFA/km (Koba) ;

• Barrière II : Koba	
Création des points de piégeage :	
100 \times 7 000 F = 700 000	880 000
Création des pistes :	
15 000 F \times 12 km = 180 000	
Entretien des pistes :	
6 640 F \times 2 fois/an/12 km = 159 360	159 360
Pièges de capture :	
100 \times 7 500 F = 750 000	750 000
Surveillance (3 fois/sem.) :	
2 manœuvres \times 800 F \times 52 \times 3 = 249 600	249 600
Total	2 038 960
• Barrière III : Tionou	
Création des points de piégeage :	
58 \times 7 000 F = 406 000	526 000
Création des pistes :	
15 000 F \times 8 km = 120 000	
Création des pistes :	
6 640 F \times 2 fois/an \times 8 km = 106 240	106 240
Pièges insecticides : 53 \times 5 000 F = 265 000	302 500
Pièges de capture : 5 \times 7 500 F = 37 500	
Réimprégnations :	
— insecticide : 53 \times 200 F \times 6 traitements = 63 600	
— personnel : 1 manœuvre \times 800 F \times 6 = 4 800	181 200
1 chauffeur \times 2 000 F \times 6 = 12 000	
— véhicule : 150 F \times 112 km \times 6 = 100 800	
Surveillance (1 fois/sem.) :	
1 manœuvre \times 800 F \times 52 \times 1 = 41 600	41 600
Total	1 157 540
• Barrière IV : Koba	
Création des points de piégeage :	
— 8 travées (bulldozer) :	
38 603 F \times 48 km = 1 852 944	
— 1 travée (tracteur) :	
83 900 F \times 6 km = 503 400	3 494 625
— 1 travée (manœuvres) :	
8 manœuvres \times 800 F \times 15 j = 96 000	
— 2 travées (déjà existantes)	
Création des pistes :	
(27 km le long Baborola) 38 603 F \times 27 = 1 042 281	
Entretien des pistes et des travées :	
6 640 F \times 2 fois/an \times 87 km = 1 155 360	1 155 360
Pièges insecticides :	
796 \times 5 000 F = 3 980 000	
Pièges de capture :	
30 \times 7 500 F = 225 000	5 120 800
Ecrans insecticides :	
964 \times 950 F = 915 800	
Réimprégnations :	
— insecticide :	
796 \times 200 F \times 6 traitements = 955 200	
964 \times 100 F \times 6 traitements = 578 400	
— personnel :	2 463 600
5 manœuvres \times 800 F \times 10 j \times 6 = 240 000	
2 chauffeurs \times 2 000 F \times 10 j \times 6 = 240 000	
— véhicule : 150 F \times 500 km \times 6 = 450 000	
Surveillance (2 fois/sem.) :	
3 manœuvres \times 800 F \times 52 \times 2 = 249 600	249 600
Total	12 483 985

— pièges insecticides : 190 222 F CFA/km (Sinlo), 192 923 F CFA/km (Tionou) ;

— écrans insecticides : 155 848 F CFA/km (Laféné).

Barrière contre les glossines de savane

La dispersion de *G. m. morsitans* nécessite un barrage non plus seulement linéaire, sur le bord d'un cours d'eau, mais reposant sur un quadrillage régulier de la zone de savane fréquentée par cette espèce. Ce système englobe les bords des rivières Koba (voir précédemment) et Baborola. Il s'étend en outre sur 12 travées en savane et le long d'une route.

Création des pistes et des points de piégeage

Une seule piste est ouverte. Elle longe la rivière Baborola (27 km). Il faut créer les 12 travées de 6 km chacune qui constituent à la fois les points de piégeage et les pistes d'accès. Les moyens utilisés pour leur ouverture varient avec les possibilités du moment (bulldozer, tracteur, équipe de manoeuvres). Le coût est de 3 500 000 F CFA environ, soit 28 p. 100 du prix global de la barrière.

Pièges et écrans

La dispersion de l'espèce et l'attractivité relativement faible des écrans et des pièges à son égard nécessitent de couvrir toutes ces lignes avec des pièges et des écrans espacés de 50 m (au lieu de 100 m). Plus de 900 pièges (796 pièges insecticides et 130 pièges de capture) et 964 écrans insecticides sont mis en place, ce qui représente le poste le plus coûteux (5 120 00 F CFA), soit 41 p. 100 du prix de la barrière.

Entretien des pistes

La longueur de ce réseau (87 km) nécessite l'emploi du tracteur et de sa lame pour un entretien régulier, au moins deux fois par an, afin de conserver aux pièges et écrans toute leur visibilité (coût : 1 555 360 F CFA, soit 9,3 p. 100).

Surveillance

Elle consiste à veiller au bon état des pièges et écrans insecticides (une fois par semaine) et à la collecte des glossines dans les cages des pièges de capture (trois fois par semaine). En moyenne, 3 personnes effectuent ce travail à raison de 2 jours par semaine tout au long de l'année (coût : 249 600 F CFA, soit 2 p. 100).

Réimprégnations

Après un lavage préalable, nécessaire du fait de l'exposition à la poussière (harmattan, véhicules, troupeaux), on réimprègne soit par trempage pour les pièges, soit avec un pulvérisateur à dos pour les

écrans. Deux équipes en véhicule effectuent chaque réimprégnation en 10 jours environ (coût : 2 463 000 F CFA, soit 19,7 p. 100).

Par comparaison avec les coûts des barrières précédentes, il apparaît que le matériel (pièges et écrans) est ici le poste le plus coûteux (41 p. 100), suivi par la création des travées et pistes (28 p. 100). Le reste est proportionnellement comparable (Tabl. IV).

COUT DE FONCTIONNEMENT LES ANNÉES SUIVANTES

Barrières contre les glossines riveraines

Les années suivantes, certains postes de dépenses (création des pistes et des points de piégeage), qui représentent pour l'ensemble des barrières riveraines la fraction la plus élevée du coût de la première année (43 à 56 p. 100), disparaissent. D'autres postes de dépenses sont maintenus : les réimprégnations insecticides, l'entretien des pistes et la surveillance des dispositifs.

Certaines dépenses comme le renouvellement du matériel sont atténuées : les parties métalliques sont réutilisables dans leur majorité (tube, cercle, support, potence). En revanche, les matériaux sensibles aux intempéries doivent être remplacés : tissus, tulle moustiquaire des pièges et des cages de capture. Le coût du matériel périssable est d'environ 3 000 F CFA par piège et de 450 F CFA par écran.

Barrières de pièges insecticides (Sinlo, Tionou)

Le coût des réimprégnations insecticides est devenu le poste le plus onéreux, suivi de près par celui du renouvellement du matériel :

- réimprégnations : 36-42,2 p. 100 ;
- renouvellement du matériel : 34,6-35,2 p. 100 ;
- entretien des pistes : 15,6-21,1 p. 100 ;
- surveillance : 5,7-8,3 p. 100.

Barrières de pièges de capture (Panapra-Lafigué Koba)

Le poste le plus coûteux est le renouvellement des pièges pour le Koba (42,3 p. 100) et l'entretien des

D. Cuisance, H. Politzar, I. Tamboura, P. Mérot

TABLEAU IV Récapitulation des coûts dans le temps (francs CFA, 1983)

Coût la première année										
Biotopes	Barrières	Rivières	Pistes et points	Pièges ou écrans	Réimprégnations	Entretien pistes	Surveillance	Total	Prix/km	
Galeries	I	Laféné	610 000 (55,9)	66 500 (6,1)	267 600 (24,5)	106 240 (9,7)	41 600 (3,8)	1 091 940	155 848	143 079
		Panapra Lafigué	727 500 (42,7)	450 000 (26,5)	0	272 240 (16,1)	249 600 (14,7)	1 699 340	84 967	
		Sinlo	595 000 (44,7)	350 000 (26,3)	252 000 (18,9)	92 960 (7,0)	41 600 (3,1)	1 331 560	190 222	
	II	Koba	880 000 (43,1)	750 000 (36,8)	0	159 360 (7,8)	249 600 (12,3)	2 038 960	203 896	
	III	Tionou	526 000 (45,5)	302 500 (26,1)	181 200 (15,7)	106 240 (9,2)	41 600 (3,5)	1 157 540	192 923	
Savane	IV	Koba	3 494 625 (28,0)	5 120 800 (41,0)	2 463 600 (19,7)	1 155 360 (9,3)	249 600 (2,0)	12 483 985		
Coût les années suivantes										
Galeries	I	Laféné	0	31 500 (7,0)	267 600 (59,9)	106 240 (23,8)	41 600 (9,3)	446 940	63 848	61 387
		Panapra Lafigué	0	180 000 (25,6)	0	272 240 (38,8)	249 600 (35,6)	701 840	35 092	
		Sinlo	0	210 000 (35,2)	252 000 (42,2)	92 960 (15,6)	41 600 (5,7)	596 560	85 222	
	II	Koba	0	300 000 (42,3)	0	159 360 (22,5)	249 600 (35,2)	708 960	70 896	
	III	Tionou	0	174 000 (34,6)	181 200 (36,0)	106 240 (21,1)	41 600 (8,9)	503 040	83 840	
Savane	IV	Koba	0	2 911 000 (42,9)	2 463 600 (36,3)	1 155 360 (17,1)	249 600 (3,7)	6 779 560		

Entre parenthèses : pourcentage.

pistes pour le Panapra-Lafigué (38,8 p.100), cette différence étant due à la plus grande densité de pièges au kilomètre sur le Koba. Le coût de la surveillance vient en second (35,2 et 35,6 p.100) puisqu'il y a trois contrôles par semaine pour ce type de barrières.

Barrière d'écrans (Laféné)

Pour ce dispositif, le poste de dépenses dominant concerne les réimprégnations (presque 60 p.100 du total) puis l'entretien des pistes (23,8 p.100) et la

surveillance (9,3 p.100). On constate que le prix du renouvellement des écrans est faible (7 p.100)

Selon les techniques de barrières mises en oeuvre, le prix de revient de leur maintien au kilomètre linéaire les années suivantes est, par ordre décroissant : 84 000 à 85 000 F CFA par kilomètre pour les pièges insecticides, 70 000 F CFA pour les pièges de capture et 63 848 F CFA pour les écrans insecticides. On a volontairement écarté de cette comparaison le tronçon Panapra-Lafigué, constitué de pièges de capture très espacés (250-300 m) dont l'efficacité s'avère insuffisante, ce qui nécessite son renforcement par la pose de barrières sur les tronçons Sinlo et Laféné.

Barrière contre les glossines de savane

En savane, les pièges et les écrans subissent, beaucoup plus qu'en galerie, les effets du soleil, du vent et de la pluie (décoloration, déchirures, usure, etc.). Leur renouvellement total une fois par an constitue un minimum. Si les écrans et les pièges se trouvent sur des lieux de passage du bétail, leur renouvellement peut être bisannuel.

Renouvellement du matériel (42,9 p. 100), réimprégnations (36,3 p. 100), entretien des pistes (17,1 p. 100) surveillance (3,7 p. 100), tel est l'ordre des postes de dépenses pour ce type de barrière.

L'importance du coût des deux premiers postes et la grande quantité d'écrans et de pièges nécessaires dans les conditions actuelles d'efficacité expliquent les frais élevés de maintenance pour cette barrière savanicole (6 780 000 F CFA/an). Pour l'ensemble des barrières, il conviendrait d'ajouter à ces prix la part de l'inflation annuelle, variable suivant les années et suivant les matériaux.

DISCUSSION

Si on compare le coût des différentes modalités de barrières contre les glossines riveraines, on remarque que l'écart est faible entre pièges de capture (203 000 F CFA/km) et pièges insecticides (192 000 F CFA par km). Il convient donc de définir la longueur minimale assurant l'étanchéité maximale recherchée. L'expérience montre que dans cette zone climatique, pour ce type de galeries forestières, et pour la pression de glossines observée, une barrière de 10 km de pièges de capture ou de 7 km de pièges insecticides (1 piège tous les 100 m) constitue un moyen très efficace, à condition d'être convenablement installée et surveillée.

L'emploi des écrans insecticides est moins onéreux (155 000 F CFA/km). Bien que des expériences antérieures aient montré leur bonne efficacité (10), celle-ci ne sera assurée qu'au prix de réimprégnations insecticides plus fréquentes. Le tissu en pur coton, utilisé pour des raisons d'économie, ne facilite pas la rétention du produit insecticide (11, 12, 13). L'emploi de tissus semi-synthétiques, plus coûteux, permettrait d'espacer davantage les réimprégnations.

De même, l'accroissement des doses d'imprégnation (jusqu'à 400 mg/m²) pourrait réduire le nombre de réimprégnations puisque le matériel imprégné serait efficace bien au-delà de 3 mois (11). Cette solution dépendra de l'éventuel gain financier.

En ce qui concerne les pièges, l'effet de capture est renforcé par l'effet insecticide, beaucoup plus long grâce au tulle en polyester favorisant une grande rémanence de la deltaméthrine CE (12). Le choix du procédé dépendra également du coût d'entretien durant les années suivantes. Or, si le piège de capture est revenu un peu plus cher que le piège insecticide au moment de l'installation, les frais de maintenance sont sensiblement plus élevés (85 000 F CFA contre 71 000 F CFA par km); l'écran demeure toujours au prix le plus bas (64 000 F CFA par km). L'emploi combiné des écrans et des pièges pourrait être, dans l'état actuel de ces procédés, une solution mixte, efficace et économiquement acceptable.

L'espacement des pièges ou des écrans intervient dans le coût du kilomètre de barrière. Quel est donc l'espacement idéal? Les observations faites dans divers biotopes montrent que cet espacement n'est pas standard.

Sur des galeries comparables de cette région, un espacement de 100 m est apparu nécessaire: il explique la bonne efficacité observée sur le Koba (barrière II) et celle, très insuffisante, constatée sur les tronçons Lafigué-Panapra où l'espacement a été de 250-300 m entre les pièges.

Toutefois pour certains biotopes, l'espacement nécessaire peut être inférieur à 100 m. Pendant la campagne proprement dite, il a fallu un espacement de 20 m entre les écrans placés dans les bois « sacrés » ou dans des « forêts » de *Ficus* sp. pour obtenir une réduction de densité des populations de glossines riveraines comparable à celle observée sur les galeries classiques avec un espacement de 100 m (6, 14). Il convient donc d'adapter avec vigilance le procédé aux divers environnements après vérification expérimentale.

L'avènement de produits attractifs permettra vraisemblablement d'être moins dépendant de ce facteur « espacement » des pièges ou des écrans.

Ce type de barrières ne peut s'appliquer qu'à des tronçons de rivières à lit moyennement large en toutes saisons. L'efficacité risque de baisser lorsque le lit majeur est inondé sur plusieurs centaines de mètres durant plusieurs mois.

Dans le cas de la barrière contre *G. m. morsitans*, il a fallu compenser la faible efficacité relative des écrans ou des pièges vis-à-vis de cette espèce par un accroissement de leur nombre, ce qui explique les coûts d'installation et de maintenance. En outre, situé en savane, ce matériel subit violemment les intempéries. Or, l'efficacité qui est excellente immédiatement après chaque réimprégnation insecticide baisse assez rapidement. Même si l'utilisation de tissus semi-synthétiques peut y remédier en partie, il convient de s'orienter vers l'emploi d'attractifs odorants, particulièrement

D. Cuisance, H. Politzar, I. Tamboura, P. Mérot

pour cette espèce très dispersée et coutumière de déplacements saisonniers en « vagues » assez bien marquées.

Dès 1984, le nombre de pièges et d'écrans a été réduit considérablement (de 33 à 5-6 au km²) grâce à l'emploi du 1-octen-3-ol et de l'acétone ; ces deux produits utilisés simultanément augmentent jusqu'à 6,7 fois l'efficacité des cibles vis-à-vis de *G. m. submorsitans* (18).

Au cours de cette campagne, les doses d'insecticide sur les pièges et les écrans des barrières sont le double de celles préconisées (10), ceci en vue de réduire le nombre des interventions, qui sont cependant de six par an avec les matériaux utilisés. Enfin, la surveillance de ces barrières est indispensable pour éviter les vols ou la disparition à la suite d'une montée des eaux.

CONCLUSION

Dans le cadre de la campagne de lutte intégrée menée contre les glossines dans la zone pastorale de Sideradougou, le CRTA a mis en place trois barrières contre les glossines riveraines et une barrière contre les

glossines de savane, constituées de pièges et d'écrans, utilisés comme moyens d'isolement d'un périmètre de 300 000 ha.

Après divers essais pour adapter aux conditions locales des systèmes efficaces en toutes saisons, le CRTA a retenu pour ce type de galeries forestières et de rivières soit une longueur de 7 km de pièges insecticides, soit une longueur de 10 km de pièges de capture vis-à-vis de *G. tachinoides* et de *G. p. gambiensis*. Ils ont assuré une excellente étanchéité, vérifiée depuis 3 années par des contrôles hebdomadaires.

Les coûts d'installation sont voisins de 200 000 F CFA par kilomètre pour un coût de maintenance de 80 000 F CFA par kilomètre et par an les années suivantes.

Pour plus de sécurité, les pièges seront préférés aux écrans, une utilisation conjointe pouvant constituer une alternative intéressante.

Le quadrillage d'une portion de savane fréquentée par *G. m. morsitans* a été efficace en brisant les « vagues » d'invasion intermittentes de cette espèce. L'installation et la maintenance ont été d'un coût élevé, abaissé toutefois par l'emploi d'attractifs odorants.

Enfin, l'efficacité de ces barrières ne peut être obtenue qu'au moyen d'une surveillance méthodique et régulière dont le coût est peu élevé et qui peut être effectuée par un personnel non spécialisé équipé sommairement, mais bien encadré.

CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MÉROT (P.). Cost-in-use of insecticide impregnated barriers of traps and screens in the pastoral area of Sideradougou, Burkina Faso. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 207-217.

The CRTA of Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) has initiated during four years an integrated campaign against *Glossina* in a pastoral area of 300 000 ha where 7200 insecticide impregnated screens were set up during the dry season followed by the release of irradiated males during the rainy season. During the preliminary phase, three barriers were built against riverain tsetse species. They consisted either of non impregnated or impregnated traps or impregnated screens (deltamethrine EC) placed at 100 m intervals. Regular observations for more than 3 years reveal the high efficiency of these systems whose setting up and running costs during the first year were about 200 000 FCFA/km for the non impregnated traps, 190 000 FCFA/km for the insecticide traps and 150 000 FCFA/km for the insecticide screens. During the following years, maintenance costs were 70 000 FCFA, 85 000 FCFA and 64 000 FCFA/km, respectively, per year. In these climatic areas and for this type of rivers and gallery forests, the barrier is obtained with 7 km insecticide traps or 10 km capture traps against *G. tachinoides* and *G. gambiensis*. The combined use of traps and screens could be an interesting solution. The mixed use of screens and insecticide traps in an area infested with the savanna species, *G. m. submorsitans*, proved to be efficient, but too expensive in terms of setting up and maintenance. This cost could probably be reduced by using odorants attractants. *Key words* : Glossina - Tsetse control - Insecticide trap - Insecticide screen - Cost - Burkina Faso.

CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MÉROT (P.). Costo del uso de barreras de trampas y pantallas insecticidas para la protección de la zona pastoral de recepción de Sideradougou, Burkina Faso. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 207-217.

El CRTA de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) llevó a cabo una campaña integrada de cuatro años contra las glosinas, en una zona pastoral de 300 000 ha, mediante la instalación de 7200 pantallas insecticidas durante la estación seca, seguida de liberaciones de machos irradiados en la estación lluviosa. Después de varios ensayos, se instalaron tres barreras contra las glosinas de río, constituidas de trampas de captura o de simples trampas o de pantallas insecticidas (deltamethrine CE), distanciadas de 100 m. La observación regular, durante más de tres años, demostró la gran eficiencia de estos sistemas, cuyo costo de instalación y de funcionamiento durante el primer año fue de 200 000 francos CFA por kilómetro para las trampas de captura (no impregnadas), 190 000 para las trampas insecticidas y 150 000 francos CFA por kilómetro para las pantallas insecticidas. Los costos de mantenimiento durante los años siguientes fueron respectivamente : 70 000, 85 000 y 64 000 francos CFA por kilómetro por año. En este tipo de clima y para este tipo de ríos y de galerías, el bloqueo se obtiene con 7 km de trampas insecticidas o 10 km de trampas de captura entre *G. tachinoides* y *G. p. gambiensis*. El uso mixto de trampas y pantallas podría constituir una fórmula interesante. El cuadrulado de una zona de pasaje de *G. m. morsitans* se mostró eficaz, pero el precio de la instalación y del mantenimiento fue bastante elevado, sin embargo, mediante la utilización de odorantes atractivos es muy posible que disminuya. *Palabras claves* : Glosina - Lucha contra las glosiñas - Trampa insecticida - Pantalla insecticida - Costo - Burkina Faso.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.), LAVEISSIERE (C.). Amélioration du rendement du piège biconique pour les glossines (*Diptera, Glossinidae*) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1977, **15** (3) : 283-286.
2. CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : *Diptera, Muscidae*) : description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1973, **11** (4) : 251-262.
3. CUISANCE (D.), MÉROT (P.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.). Coût de l'emploi d'écrans insecticides dans la lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina Faso). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (n° spécial) : 89-98.
4. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.). Étude sur l'efficacité contre *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides* de barrières constituées d'écrans ou de pièges biconiques imprégnés de DDT, de deltaméthrine ou de dieldrine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (2) : 159-168.
5. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), BOURDOISEAU (G.), FÉVRIER (J.), SELLIN (E.). Efficiency of chemical and mechanical barriers, reinforced by biconic traps, against *Glossina palpalis gambiensis*. In : 16e réunion CSIRTC, Yaoundé, Cameroun, 29 oct.-3 nov. 1979. P. 487-492 (Publ. OUA/STRC n° 111).
6. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), MÉROT (P.), TAMBOURA (I.), BAUER (B.), KABORE (I.), FILLEDIER (J.). La campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou (Burkina Faso). In : 18e réunion CSIRTC, Harare, Zimbabwe, 4-9 mars 1985. P. 334-343 (Publ. OUA/STRC n° 113).
7. GATES (D.B.), COBB (P.E.), WILLIAMSON (D.L.), BAKULI (B.), DAME (D.A.), BLASER (E.). Integration of insect sterility and insecticides for control of *Glossina morsitans morsitans* Westwood (*Diptera* : *Glossinidae*) in Tanzania. III. Test site characteristics and the natural distribution of tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 1983, **73** : 373-381.
8. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.). Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide en zone de savane humide. 4. Expérimentation à grande échelle. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1981, **19** (1) : 41-48.
9. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.). Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide en zone de savane humide. 5. Note de synthèse. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1981, **19** (1) : 49-54.
10. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.). Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticide. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1981, **19** (4) : 271-283.
11. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), MANNO (A.). Tests d'efficacité et de rémanence d'insecticides utilisés en imprégnation sur tissus pour la lutte par piégeage contre les glossines. 3. Deuxième série : nouveaux composés, nouvelles formulations, additifs, effets de la dose. In : LAVEISSIERE (C.). Épidémiologie et contrôle de la trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest. Thèse doct., Sci. Nat., Univ. Paris-Sud, Centre Orsay, 1986.
12. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), MANNO (A.), KUPPER (W.). Tests d'efficacité et de rémanence d'insecticides utilisés en imprégnation sur tissus pour la lutte par piégeage contre les glossines. 2. Première série de tests en saison humide et en saison sèche. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1985, **23** (3) : 217-230.
13. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), TRAORÉ (T.). Tests d'efficacité et de rémanence d'insecticides utilisés en imprégnation sur tissus pour la lutte par piégeage contre les glossines. Protocole expérimental. L'effet « knock-down » des pyréthrinoides. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1985, **23** (1) : 61-67.
14. MÉROT (P.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), CUISANCE (D.). Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines en Haute-Volta par l'emploi d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (2) : 175-184.
15. POLITZAR (H.). Isolement des zones assainies, barrières (comprenant également l'emploi de la technique de l'insecte stérile). Groupe FAO d'experts des aspects écologiques et techniques du programme de lutte contre la trypanosomiase animale africaine et de mise en valeur des zones concernées. Rome. 1re session FAO, 1-5 juin 1981.
16. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). Blocking of a river system against reinvasion by a serie of Challier-Laveissière traps. In : Research Coordination meeting, Vienna, Austria, 10-14 May 1982.
17. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). An integrated campaign against riverine tsetse *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina tachinoides* by trapping and the release of sterile males. *Insect Sci. Applic.*, 1984, **5** : 439-442.
18. POLITZAR (H.), MÉROT (P.). Attraction of the tsetse fly *Glossina morsitans submorsitans* to acetone, 1-octen-3-ol, and the combination of these compounds in West Africa. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (4) : 468-473.
19. SCHOENEFFELD (A.). Essai de lutte contre *Glossina morsitans submorsitans* par utilisation d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (1) : 33-43.

S. Nitcheman¹P. Jacquet¹

Utilisation de souriceaux pour la mise en évidence de l'infectivité des glossines

NITCHEMAN (S.), JACQUET (P.). Utilisation de souriceaux pour la mise en évidence de l'infectivité des glossines. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 219-223.

Pour identifier les glossines infectantes porteuses de trypanosomes métacycliques, des glossines présumées infectées sont individuellement nourries trois fois de suite sur des souriceaux (une mouche par souriceau) dont le contrôle parasitologique permet de détecter les mouches capables de transmettre le parasite. Cette technique qu'on pourrait désigner par le terme de « xénodiagnostic inverse » se révèle bonne, facile à mettre en oeuvre pour la constitution rapide de lots de glossines infectantes utilisés ensuite comme matériel d'étude. En revanche, elle ne peut s'appliquer qu'aux espèces ou souches de trypanosomes auxquelles la souris est sensible. Les résultats confirment le maintien, durant toute sa vie, du potentiel vecteur de la glossine. *Mots clés* : *Glossina* - *Trypanosoma* - Pouvoir infectant - Diagnostic.

INTRODUCTION

Dans une étude comparative de la sensibilité de glossines infectées et non infectées par les trypanosomes à des pyréthrinoïdes de synthèse (11, 12), la méthode de salivation sur lame a été utilisée pour identifier les glossines réellement infectées (1, 2, 4, 9). Cependant, cette méthode n'a pas permis d'obtenir rapidement un nombre suffisant de glossines infectées. Il a donc fallu rechercher un procédé plus efficace. Parmi les méthodes de détection qui conservent la mouche vivante, salivation sur lame ou infection d'animaux de laboratoire, seule cette dernière permet la mise en évidence de l'infectivité.

En effet, il arrive que certaines mouches décelées infectées par la salivation sur lame ne soient pas infectantes (4), d'où l'intérêt de l'utilisation d'animaux de laboratoire pour une détection certaine. Toutefois, cette technique ne s'applique qu'aux espèces ou souches de trypanosomes auxquelles la souris est sensible : *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei brucei*, *T. (T.) brucei rhodesiense*, de nombreuses souches de *T. (Nannomonas) congolense*, certaines souches de *T. (Duttonella vivax)* (6, 8, 16).

1. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT), 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Reçu le 12.12.89, accepté le 02.01.90.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Principe de la méthode

Il consiste à faire piquer individuellement des souriceaux par des glossines présumées infectées par les trypanosomes et à identifier, après examen microscopique du sang des souriceaux, celles chez lesquelles le cycle du parasite est à son terme, c'est-à-dire celles devenues infectantes.

Par analogie avec la technique du xénodiagnostic (3), cette méthode pourrait être désignée par le terme de « xénodiagnostic inverse ». Elle a été expérimentée avec *Glossina morsitans morsitans* et *G. austeni* infectées par *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*.

Matériel

Glossines

Les glossines proviennent du laboratoire de l'IEMVT à Maisons-Alfort :

— *Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850, souche du Zimbabwe, élevée au laboratoire depuis 1965 ;

— *Glossina austeni* Newstead, 1912, souche Langford d'Angleterre, élevée depuis 1966.

Seules des glossines femelles ont été utilisées dans ce travail.

Trypanosomes

Trypanosoma (Nannomonas) congolense Broden, 1904, souche EATRO 325 d'origine ougandaise, infectieuse pour la souris (13) et conservée en azote liquide à - 196 °C depuis 1971.

Lapins nourriciers

Des lapins de race Bouscat servent à l'alimentation régulière des mouches de l'élevage. Les mouches sont infectées par l'intermédiaire de lapins parasités.

S. Nitcheman, P. Jacquiet

Souriceaux

Un élevage de souris de souches NMRI (Naval Medical Research Institute) ou Balb C (lignée non consanguine « Bagg Albino ») est indispensable pour la production régulière et suffisante de souriceaux. Pour des raisons de disponibilité, des souris de souche NMRI ont été utilisées.

Les souriceaux sont âgés d'une semaine à 10 jours, âge auquel la pilosité dorsale apparaît et permet d'inscrire un numéro d'ordre à l'acide picrique, seul marqueur indélébile parmi ceux essayés.

Tubes en plastique

Pour l'isolement des glossines, on emploie des tubes en plastique d'environ 7 cm de long et 3 cm de diamètre. Chaque tube, dont l'ouverture est obturée par un morceau de tulle, ne contient qu'une seule mouche.

Application de la méthode

Facile à utiliser, elle a permis de déceler rapidement un nombre suffisant de mouches infectantes par le contrôle des souriceaux.

Les glossines sont nourries régulièrement dès leur émergence sur lapins parasités pendant trois semaines, puis sont laissées à jeun deux jours pour stimuler leur appétit ; elles sont alors individuellement transférées dans les tubes plastiques.

Chaque mouche est invitée à piquer 2, 3 ou 4 fois de suite le même souriceau à 48 h ou 72 h d'intervalle et est maintenue dans son tube jusqu'à l'examen du sang des souriceaux.

Le contrôle des souriceaux est généralement effectué 48 à 72 h après le dernier repas des mouches, par l'examen d'une goutte de sang au microscope à contraste de phase (grossissement x 400).

RÉSULTATS

La présence de trypanosomes dans le sang du souriceau détermine le caractère infectant de la mouche qui lui correspond.

A l'inverse, lorsque aucun trypanosome n'est observé, la mouche est considérée comme non infectante au moment des tests.

Les résultats des observations sont présentés sous forme de tableaux exprimant les pourcentages des

mouches décelées infectantes, en relation avec les intervalles de temps entre le premier repas sur souriceaux et les contrôles (délais en jours), le nombre de repas effectués dans l'intervalle (Tabl. I), le nombre de contrôles (Tabl. II) et l'âge des mouches (Tabl. III).

Comme l'indique le tableau I, le nombre de repas varie de 2 à 4. Pour un même nombre de repas, les différences de pourcentage ne sont pas significatives.

TABLEAU I Pourcentages de *G. morsitans* femelles infectantes à *T. congolense* en relation avec le nombre de repas et l'intervalle entre le premier repas et les contrôles.

Délai (jours)	Nombre de repas	Nombre de glossines	Glossines infectantes (p. 100)	χ^2 entre 1 ₅ et chacun des autres délais	χ entre les différents groupes de repas (2 et 3 ; 3 et 4)
5	2	36	22,2	2,440 NS	7,026**
6	3	19	42,1		
7	3	371	46,6	7,898**	
8	3	775	43,5	6,338*	
9	3	344	44,8	6,690**	3,201 NS
11	4	337	48,7	9,151**	
12	4	52	50	6,902**	
13	4	21	61,9	9,109**	

TABLEAU II Résultats comparatifs de deux contrôles successifs de souriceaux ayant nourri trois fois des femelles de *G. m. morsitans* présumées infectées par *T. congolense*.

Lot	Nombre de glossines	Délai (jours)	Glossines infectantes (p. 100)
1	38	6 1 ^{er} contrôle	7 (18,4)
		8 2 ^e contrôle	12 (31,6)
2	38	8 1 ^{er} contrôle	15 (39,5)
		10 2 ^e contrôle	17 (44,7)
3	13	9 1 ^{er} contrôle	4 (30,8)
		11 2 ^e contrôle	6 (46,2)

TABLEAU III Pouvoir infectieux à 86 jours d'âge de *G. austeni* femelles décelées infectantes à *T. congolense* et non infectantes à 30 jours d'âge.

	Effectif	Glossines infectantes	Glossines non infectantes
Glossines infectantes à J30 et survivantes à J86	28	27	1
Glossines non infectantes à J30 et survivantes à J86	30	14	16

Pour des nombres de repas différents, on constate :

- une différence significative entre 2 et 3 repas et entre 2 et 4 repas ;
- une différence non significative entre 3 et 4 repas.

Le pourcentage des glossines infectantes pour les intervalles supérieurs à 6 jours est significativement plus élevé que celui obtenu pour un intervalle de 5 jours.

En revanche, l'analyse statistique ne révèle pas de différences significatives entre les pourcentages de glossines infectantes au-delà de l'intervalle de 6 jours. On peut en conclure que trois repas dans un intervalle d'une semaine apparaissent suffisants.

A l'intérieur de chaque lot, on observe un accroissement des pourcentages des glossines infectantes entre le premier et le deuxième contrôle parasitologique des souriceaux. Cependant, aucune conclusion ne peut être tirée de l'analyse statistique en raison des effectifs très faibles.

Cent trente-neuf *Glossina austeni* femelles, âgées de 30 jours et présumées infectées, ont été soumises à trois repas sur souriceaux à 48 h d'intervalle. Les contrôles effectués 7 jours après le premier de ces repas ont mis en évidence 46 p. 100 de glossines infectantes et 54 p. 100 de non infectantes.

Chacun de ces groupes a été conservé et nourri régulièrement sur lapins indemnes de trypanosomes jusqu'à leur 86e jour. Les mouches survivantes décelées infectantes et non infectantes lors du premier test ont alors été à nouveau éprouvées sur souriceaux dans les mêmes conditions que lors du premier contrôle (Tabl. III).

Vingt-sept des 28 mouches infectantes à J30 le sont encore à J86. L'unique mouche n'ayant pu infecter son souriceau a été disséquée : l'intestin moyen, le labre et l'hypopharynx étaient envahis de trypanosomes.

Ce cas indique qu'une glossine antérieurement infectante peut se révéler non infectante (vis-à-vis du souriceau) même après trois repas, bien que l'hypopharynx ait présenté des métatrypanosomes.

A 86 jours, 14 des 30 glossines non infectantes à 30 jours ont réussi à transmettre le parasite à leur souriceau. Une deuxième épreuve de contrôle s'avère donc nécessaire après un premier test négatif.

DISCUSSION

Il est nécessaire de disposer d'un élevage plus ou moins important pour la production régulière des souriceaux. Comme les souris sont très prolifiques, les moyens requis ne sont pas considérables.

Les seuls inconvénients résident dans le nombre de repas individuels sur souriceau (au moins 3) et dans la longueur de la période pendant laquelle le sang des souriceaux est encore négatif à l'examen microscopique.

La technique ne s'applique qu'aux espèces ou souches de trypanosomes infectieuses pour la souris ou adaptées aux rongeurs, comme cela a déjà été signalé.

La méthode de salivation (1, 2), améliorée par BURTT (4), qui utilise des lames recouvertes d'une mince pellicule d'albumen d'oeuf et des cobayes comme leurre, a l'avantage de s'appliquer à toutes les espèces de trypanosomes. Elle a aussi été utilisée pour la collecte et l'étude de la composition chimique de la salive chez les glossines (5, 14).

YOUDEOWEI (15) estime qu'« en pratique, la méthode de BURTT est difficile, fastidieuse et consomme beaucoup de temps ». Il propose l'utilisation de patagium de chauve-souris à travers lequel il fait piquer les mouches dont la salive est recueillie sur une surface délimitée d'une lame porte-objet. Mais le patagium de chauve-souris est encore plus difficile à se procurer.

La technique de salivation sur lame chauffée à 37-38 °C (9) est largement utilisée pour séparer les glossines infectées des autres. Cependant, sa mise en oeuvre n'est pas aussi simple qu'il y paraît ; ses contraintes sont assez nombreuses :

- certaines mouches refusent de sonder la lame même chauffée ; il faut noter qu'une mouche est plus disposée à piquer un souriceau qu'une lame ;

- une mouche infectée ou infectante ne dégorge pas systématiquement des trypanosomes lors d'un sondage, et même si elle en dégorge une faible quantité, l'examen de la lame après coloration peut se révéler négatif ;

S. Nitcheman, P. Jacquet

— la fixation et la coloration de la préparation se révèlent presque toujours assez délicates ;

— les mouches infectées détectées par la salivation ne sont pas nécessairement infectantes.

BURTT (4) a utilisé, parallèlement à la salivation, des rats blancs sains sur lesquels les glossines ont été individuellement nourries et a comparé les deux méthodes. Il en conclut que celle sur rats est un peu plus efficace que celle sur lame ; néanmoins, il préconise la méthode de salivation.

Ici, l'avantage de la méthode des souriceaux est qu'ils sont plus faciles à manipuler que des rats ; de surcroît, l'immaturation de leur système immunitaire n'empêche pas l'apparition précoce et même massive de la parasitémie. Pour un usage pratique, la prise de trois repas dans un intervalle d'une semaine permet la sélection, dans un lot de glossines, d'un pourcentage suffisant d'individus infectants.

En raison de la durée variable du cycle de développement de *T. congolense* chez son vecteur, de 7 à 53 jours (7, 10), la répétition du test sur les mouches non infectantes se révèle nécessaire afin de déceler le plus possible les faux négatifs lors du premier contrôle.

Les résultats du tableau III suggèrent la pérennité du caractère infectant chez la glossine jusqu'à l'âge de

trois mois, espérance de vie de ce vecteur dans les conditions naturelles.

CONCLUSION

L'emploi du « xénodagnostic inverse » doit être réservé aux glossines d'un certain âge et sa répétition s'avère parfois indispensable pour récupérer des insectes tardivement infectants. Néanmoins, c'est une technique fiable et intéressante pour déceler des glossines infectantes au laboratoire.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement les Drs CHALLIER, CLAIR, COZ, GRUVEL, ITARD, MOREL et UILENBERG pour leurs critiques constructives et leurs très judicieux conseils.

NITCHEMAN (S.), JACQUET (P.). Use of suckling mice for the detection of tsetse flies with mature trypanosome infections. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 219-223.

To detect infective tsetse flies hosts of metacyclic trypanosomes, flies presumably infected with trypanosomes were individually fed on suckling mice three times consecutively (one fly per mouse). The blood of the mice was microscopically examined later in order to detect corresponding infective flies. This « inverse xenodiagnosis » is suitable and easy for the rapid detection of infective flies and for the constitution of glossine stocks for experimental purposes. In contrast it can only be used for species or strains of trypanosomes that are infective to mice. The results also emphasize that an infective fly remains dangerous throughout its life as it transmits the parasite continuously. *Key words*: Glossina - Trypanosoma - Infectivity - Diagnosis.

NITCHEMAN (S.), JACQUET (P.). El uso de ratones jóvenes para demostrar la infección tripanosómica de glosinas. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 219-223.

Con el fin de identificar las glosinas infectantes portadoras de tripanosomas metacíclicos, glosinas aparentemente infectadas fueron alimentadas con ratones jóvenes (una mosca por animal), cuyo control parasitológico permitió la detección de las moscas capaces de transmitir el parásito. Esta técnica, que podríamos llamar « xenodiagnóstico inverso », se mostró eficiente, fácil de maniobrar para la constitución rápida de lotes de glosinas infectantes, utilizadas luego como material de estudio. Sin embargo, sólo puede ser aplicada con las especies o líneas de tripanosomas a las cuales son sensibles los ratones. Los resultados confirman el mantenimiento perenne del potencial de la glosina como vector. *Palabras claves*: Glosina - Tripanosoma - Poder infectante - Diagnóstico.

BIBLIOGRAPHIE

1. BRUCE (D.) *et al.* Rep. sleep. Sickn. Commn R. Soc., 1914, **15** : 137, 138, 141.
2. BRUCE (D.) *et al.* Development in *Glossina morsitans* of the trypanosome - *Trypanosoma brucei* vel *rhodesiense* causing disease in man. The Zululand strain. Strain XXV. Rep. sleep. Sickn. Commn R. Soc., 1915, **16** : 144-150.
3. BRUMPT (E.). Le xénodagnostic. Application au diagnostic de quelques infections parasitaires et en particulier à la tripanosomose de Chagas. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1914, **7** : 706-710.

4. BURTT (E.). Salivation by *Glossina morsitans* on to glass slides : a technique for isolating infected flies. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1946, **40** : 141-144.
5. FAIRBAIRN (H.), WILLIAMSON (J.). The composition of tsetse-fly saliva. I. A histochemical analysis. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1956, **50** : 322-333.
6. GATHUO (H.K.W.), NANTULYA (W.M.), GARDINER (P.R.). *Trypanosoma vivax* : adaptation to two East African stocks to laboratory rodents. *J. Protozool.*, 1987, **34** : 48-53.
7. ITARD (J.). Les trypanosomoses animales africaines. In : TRONCY (P.M.), ITARD (J.), MOREL (P.C.). Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 1981. P. 303-469. (Manuels et Précis d'élevage n° 10).
8. LEEFLANG (P.), BUYS (J.), BLOTKAMP (C.). Studies on *Trypanosoma vivax* : infectivity and serial maintenance of natural bovine isolates in mice. *Int. J. Parasit.*, 1976, **6** : 413-417.
9. MULLIGAN (H.W.). The African trypanosomiasis. London, George Allen and Unwin., 1970. P. 87-88.
10. NANTULYA (V.M.), DOYLE (J.J.), JENNI (L.). Studies on *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*. II. Observations on the cyclical transmission of three field isolates by *Glossina morsitans morsitans*. *Acta trop.*, 1978, **35** : 339-344.
11. NITCHEMAN (S.). Comparaison des longévités des glossines (*Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850) infectées par les trypanosomés (*Trypanosoma (Nannomonas) congolense* Broden, 1904) et des glossines saines. *Annlis Parasit. hum. comp.*, 1988, **63** (2) : 163-164.
12. NITCHEMAN (S.), CHALLIER (A.), CARLE (P.R.), CLAIR (M.). Effets des doses sublétales de deltaméthrine sur le couple *Glossina morsitans morsitans-Trypanosoma (Nannomonas) congolense*. C.r. Acad. Sci. Paris, sér. III, 1988, **307** : 423-426.
13. UILENBERG (G.), GIRET (M.). Études immunologiques sur les trypanosomoses. I. Existence d'un type antigénique de base chez une souche de *Trypanosoma congolense* Broden, 1904. Variations après transmission cyclique. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (1) : 37-52.
14. WILLIAMSON (J.). The composition of tsetse-fly saliva. II. Analysis of amino acids and sugars by paper partition chromatography. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1956, **50** : 334-344.
15. YOUDEOWEI (A.). A simple technique for observing and collecting the saliva of tsetse flies (*Diptera, Glossinidae*). *Bull. ent. Res.*, 1975, **65** : 65-67.
16. ZWART (D.). A review of studies on three mouse-infective *T. vivax* strains. *Vet. Sci. Commun.*, 1979, **3** : 187-206.

D. Richard¹H. Guerin²D. Friot¹N. Mbaye¹

Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale

RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231.

L'énergie brute (EB) de divers fourrages d'origine tropicale a été mesurée sur les fourrages suivants : *Brachiaria mutica* en vert et en foin, *Chloris gayana* en foin, *Panicum maximum* en vert (var. K187 B, var. T58) et en foin (var. C1), *Stylosanthes guyanensis*, tapis herbacé de pâturages sahéliens, pailles de mil, de riz et de sorgho, fanes d'arachide et de niébé. La teneur moyenne en EB de ces aliments est de 4 182 kcal/kg MS (de 3 431 à 4 587) et de 4 672 kcal/kg MO (de 4 442 à 5 018). La répartition des fourrages en cinq groupes permet d'obtenir une relation précise entre les teneurs en EB et en MAT exprimées par rapport à la matière organique (ETR = 39 kcal/kg MO, $r = 0,89$, $n = 139$). La digestibilité de l'énergie (DE) de divers fourrages a été mesurée au cours de 62 essais. Elle est comprise entre 35 et 78 p. 100 (45 et 65 p. 100 pour 74 p. 100 des fourrages). Une relation très étroite est observée entre la DE et la DMO (ETR = 0,8, $r = 0,996$). La teneur en énergie digestible des fourrages varie entre 1 560 et 3 315 kcal/kg MS. **Mots clés :** Fourrage - *Brachiaria mutica* - *Chloris gayana* - *Panicum maximum* - *Stylosanthes guyanensis* - Paille - Fane - Digestibilité - Valeur énergétique - Zone tropicale - Afrique.

mêmes équations que celles utilisées pour les fourrages des zones tempérées.

Lors de diverses études menées sur des fourrages d'origine tropicale, les mesures d'énergie brute ont été faites sur des échantillons soit de fourrages de diverses origines, soit de fourrage offert, de fourrage refusé et des fèces correspondantes dans le cas d'essais de digestibilité. Ceci a permis d'établir des équations de prévision des teneurs en énergie brute et digestible de plusieurs types de fourrages. Il a également paru intéressant de rapporter la valeur calorifique des fèces.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

INTRODUCTION

L'apport énergétique est fondamental pour tout mammifère. Dans le cas des ruminants des régions intertropicales, l'énergie ingérée provient principalement des fourrages. L'utilisation digestive de cette énergie est très variable suivant la composition chimique des aliments. La connaissance des teneurs en énergies brute (EB) et digestible (ED) des fourrages est donc une étape importante tant pour l'appréciation de leur valeur énergétique que pour la précision de la couverture des besoins des animaux.

En zone tempérée, diverses études rapportent les teneurs en énergie brute et digestible des aliments (2, 4, 8). En zone tropicale, les données sont plus rares. Par ailleurs, étant donné l'importance des constituants pariétaux des fourrages des régions chaudes, il n'était pas certain que leurs valeurs calorifiques brutes puissent être reliées à leur composition chimique par les

Les fourrages

L'énergie brute a été mesurée sur des fourrages provenant de Côte-d'Ivoire, du Niger et du Sénégal. Ces fourrages étaient des graminées cultivées récoltées en vert ou en sec, des graminées naturelles coupées en vert, une légumineuse cultivée, des fourrages naturels sahéliens plurispécifiques (graminées, dicotylédones) récoltés en saison des pluies et en saison sèche, des pailles de céréales et des fanes de légumineuses. La description détaillée est rapportée dans le tableau I où cinq groupes ont été constitués en fonction des teneurs en EB.

Essais de digestibilité

Les mesures de digestibilité ont été effectuées au Sénégal dans le cadre d'un programme franco-sénégalais (IEMVT-CIRAD et LNERV-ISRA) d'étude de la valeur alimentaire des aliments disponibles pour les ruminants.

Les béliers utilisés, de race Peul-Peul et pesant en moyenne 30 kg, étaient maintenus en cage à digestibilité. Après une période préexpérimentale de 14 jours, les fèces étaient collectées pendant 6 jours. Les aliments étaient distribués en une ou deux fois par jour selon le type de fourrage. Les taux moyens de refus ont été compris entre 20 et 30 p.100. Des échantillons quotidiens de fourrages offert et refusé et

1. LNERV-ISRA, BP 2057, Dakar, Sénégal.

2. IEMVT-CIRAD, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Avec la collaboration de P. LEFEVRE, A. DUCHÉ, A. SYLLA, M. DIOP et T.M. BA.

Reçu le 28.01.90, accepté le 13.02.90

TABLEAU I Description des groupes de fourrages étudiés.

Groupe	Description générale	Fourrages étudiés	Nombre de mesures	
			Énergie brute	Digestibilité
1	Graminées cultivées et naturelles exploitées en vert	<i>Brachiaria mutica</i> , <i>Panicum maximum</i> , var. K 187B, exploitées en vert entre 25 et 63 jours de repousse <i>Echinochloa stagnina</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i>	87	38
	Foins de graminées cultivées	<i>Brachiaria mutica</i> , <i>Chloris gayana</i> , <i>Panicum maximum</i> , var. C1 et T58		
	Fourrages naturels sahéliens en saison des pluies	Tapis herbacé de pâturages naturels de la zone sahélienne (Ferlo au Sénégal) fauché au ras du sol en saison des pluies		
2	Fourrages naturels sahéliens en saison sèche	Tapis herbacé de pâturages naturels de la zone sahélienne (Ferlo au Sénégal) fauché au ras du sol en saison sèche	14	6
	Légumineuse cultivée	<i>Stylosanthes guyanensis</i>		
3	Pailles de mil et sorgho	Originaires des régions sahélienne et soudano-sahélienne	10	4
4	Fanes de légumineuses	Fanes d'arachide et niébé des régions sahélienne et soudano-sahélienne	20	10
5	Paille de riz	Paille de riz (culture sous irrigation)	8	4
Total			139	62

de fèces individuelles ont été faits. Un échantillon moyen a été constitué pour le fourrage offert, les refus et les fèces en fin d'essai. Les analyses chimiques et les mesures d'énergie ont porté sur ces trois échantillons.

Le nombre d'essais de digestibilité pour chaque groupe de fourrages est donné dans le tableau I.

Mesure de l'énergie

Une bombe calorimétrique adiabatique a été utilisée pour toutes les mesures et a été étalonnée avec de

l'acide benzoïque. Les mesures d'EB ont été exécutées en double, l'écart entre celles-ci devant être inférieur à 30 kcal/kg MS.

Analyses chimiques

Pour l'ensemble des échantillons, les teneurs en cendres, en matières azotées totales (MAT = N x 6,25) et en cellulose brute (CB) ont été déterminées selon les méthodes décrites par l'AFNOR (1). Les constituants pariétaux ont été dosés selon la méthode de Van Soest, parois (NDF), ligno-cellulose (ADF) et lignine sulfurique (ADL) sur la majorité des fourrages, à l'exception de 11 échantillons.

Analyses statistiques

Les données ont été traitées avec l'aide du logiciel GENSTAT pour les analyses de variance-covariance et du logiciel STATITCF pour les autres analyses.

RÉSULTATS

Ils sont présentés en fonction des 5 groupes décrits dans le tableau I. Ces groupes permettent de prédire la teneur en EB de la matière organique (EB/MO) en fonction de celle en MAT (MAT/MO) avec la meilleure précision. Par rapport à une régression générale incluant l'ensemble des fourrages étudiés, l'écart-type résiduel (ETR) de l'équation EB/MO = f(MAT/MO) est réduit de 25 p. 100 en répartissant les fourrages dans ces groupes.

Teneurs en énergie brute

La teneur en EB/MO des 139 fourrages étudiés varie de 4 442 à 5 018 kcal (moyenne : 4 672 kcal/kg MO) (Tabl. II). Elle est étroitement liée à la teneur en MAT/MO des différents aliments comme le montre l'équation 1 d'après laquelle les variations des MAT/MO (exprimées en g/kg MO) expliquent 79 p. 100 de la variance totale de l'énergie brute :

$$EB \text{ (en kcal/kg MO)} : 4\,516 + 1,646 \text{ MAT} + \Delta [1]$$

$$ETR = 39, r = 0,89, n = 139$$

$$\Delta = 0 \text{ pour le groupe 1}$$

$$\Delta = + 70 \text{ pour le groupe 2}$$

$$\Delta = + 29 \text{ pour le groupe 3}$$

$$\Delta = - 39 \text{ pour le groupe 4}$$

$$\Delta = - 93 \text{ pour le groupe 5}$$

TABLEAU II Teneur en énergie brute de la matière organique et de la matière sèche ; Principales caractéristiques de la composition chimique des fourrages : moyenne, écart-type et extrêmes.

Groupe de fourrages		Composition par rapport à la matière organique (par kg)			Composition par rapport à la matière sèche (par kg)			
N°	Nombre	Énergie (kcal)	MAT (g)	Lignine (g)	Énergie (kcal)	MO (g)	MAT (g)	Lignine (g)
1	87	4 683	101	65	4 173	891	90	58
		(78)	(39)	(24)	(111)	(22)	(34)	(21)
		4 534-4 874	38-209	33-143	3 758-4 397	808-933	36-183	29-133
2	14	4 754	104	113	4 425	931	96	105
		(104)	(58)	(32)	(153)	(28)	(52)	(31)
		4 646-5 018	47-252	79-176	3 986-4 587	855-966	45-227	79-164
3	10	4 615	43	90	4 332	939	40	85
		(21)	(15)	(18)	(93)	(22)	(14)	(16)
		4 588-4 648	23-62	65-117	4 225-4 463	912-969	22-57	63-109
4	20	4 665	114	119	4 219	904	103	103
		(45)	(28)	(19)	(150)	(34)	(26)	(19)
		4 590-4 754	74-181	93-149	3 875-4 402	827-959	67-164	82-143
5	8	4 500	47	68	3 587	797	37	54
		(38)	(7)	(10)	(90)	(17)	(5)	(8)
		4 442-4 562	41-62	53-82	3 431-3 704	761-816	32-47	42-66

Une relation étroite entre EB et MAT a déjà été mise en évidence tant avec des fourrages des zones tempérées (2, 4) qu'avec ceux des zones subtropicale (6) et tropicale (11).

Parmi les 5 groupes, on peut observer que le groupe 1 comprend des fourrages relativement jeunes : graminées vertes, foin coupés avant 60 jours de repousse, pâturages sahétiens de saison des pluies. Comparées aux graminées vertes cultivées en France, celles des zones tropicales ont une valeur calorifique légèrement supérieure : + 49 et + 43 kcal/kg MS pour des teneurs en MAT/MO de 75 et 150 g respectivement. Cette différence pourrait résulter de la teneur plus élevée en lignine des graminées tropicales, la lignine ayant une valeur calorifique plus élevée (6 219 kcal/kg) (9) que les autres constituants, excepté les lipides.

A même teneur en MAT, des teneurs en EB supérieures sont également observées lorsque l'âge des plantes augmente et que celles-ci deviennent sèches, ce qui apparaît dans le groupe 2 avec les pâturages sahétiens de saison sèche par comparaison au groupe 1 des graminées vertes ou séchées en foin. Comme pour les graminées des zones tempérées, on peut émettre l'hypothèse que cette EB supérieure observée dans le groupe 2 tient à la teneur importante en lignine.

Toutefois, la prise en compte de la lignine (ADL) comme variable explicative, en complément des MAT,

ne permet pas d'améliorer la prévision de l'EB, ce qui tient peut-être à la qualité chimique peu définie de la lignine sulfurique obtenue par la méthode de Van Soest, et à sa composition variable. Cette hypothèse semble confirmée par le fait que les fanes d'arachide et de niébé, malgré leur teneur élevée en lignine, ont une teneur en EB inférieure aux graminées vertes.

Dans le cas du groupe 1, les liaisons entre l'EB, d'une part, et les MAT et les différents constituants chimiques de la paille, d'autre part, ont été calculées. Avec une seule variable explicative, les écarts-types résiduels sont de 39, 53, 58, 67 et 71 avec, respectivement, les MAT, la cellulose brute, l'ADF, le NDF et la lignine, toutes les équations ayant un coefficient de corrélation significatif. La précision n'est pas améliorée en associant à la teneur en MAT un constituant de la paille comme deuxième variable explicative.

Exprimée par rapport à la matière sèche, la teneur moyenne en énergie brute des 139 fourrages étudiés est de 4 182 kcal/kg pour une composition moyenne de 933 g de matière organique, 86 g de MAT et 72 g de lignine par kg de MS. Les valeurs les plus élevées sont observées dans le groupe des pâturages sahétiens de saison sèche et de *Stylosanthes* alors que les plus faibles sont celles des pailles de riz très riches en matières minérales (Tabl. II). Ces teneurs en EB sont liées aux teneurs en matière organique et en MAT.

Énergie des fèces

Les principaux résultats relatifs aux fèces sont rapportés au tableau III.

TABLEAU III Teneur en énergie et composition chimique moyenne de 62 échantillons de fèces : moyenne, écart-type, extrêmes.

	Énergie (kcal)	Matière organique (g)	MAT (g)	Lignine (g)
Par kg de matière sèche	4 266 (286) 3 241-4 764	835 (56) 652-932	98 (21) 61-145	137 (58) 56-276
Par kg de matière organique	5 113 (143) 4 849-5 521	—	118 (27) 75-182	163 (66) 73-324

Les valeurs moyennes les plus élevées sont obtenues sur pâturages naturels sahétiens de saison sèche (4 588 kcal/kg MS avec des teneurs moyennes en MO de 875 g et en lignine de 197 g), alors que les plus faibles sont celles des fèces d'animaux consommant de la paille de riz (3 359 kcal/kg MS avec des teneurs moyennes en MO de 683 g et en lignine de 80 g).

D. Richard, H. Guerin, D. Friot, N. Mbaye

Il existe une relation significative entre la teneur en énergie brute de la matière organique des fèces (EBf) et leur teneur en MAT (MATf en g/kg MO) :

$$\text{EBf (en kcal/kg MO)} = 4\,623 + 5,155 \text{ MATf [2]}$$

$$\text{ETR} = 89, r = 0,79, n = 62$$

Comme pour les fourrages, l'introduction de la teneur en lignine en seconde variable explicative n'améliore pas la précision de l'équation.

Digestibilité de l'énergie et teneur en énergie digestible

La digestibilité moyenne de l'énergie (DE) est de 55,6 (s = 8,8), les extrêmes allant de 35,2 (paille de mil) à 78,4 (*Brachiaria mutica*, repousse de 25 jours en saison sèche froide). La majorité des résultats se situe cependant dans une fourchette plus étroite, entre 40 et 72, pour 58 données sur 62.

La DE présente une liaison très étroite avec la digestibilité de la matière organique (DMO). La valeur moyenne de cette dernière est de 59,2 (s = 8,3, extrêmes 38-80). L'équation de liaison entre DE et DMO est la suivante :

$$\text{DE} = -6,833 + 1,055 \text{ DMO [3]}$$

$$\text{ETR} = 0,805, r = 0,996, n = 62$$

Cette relation étroite résulte du fait que les facteurs de variation de ces digestibilités sont les mêmes. A titre d'illustration, dans le cas de *Panicum maximum* K187 B étudié par ailleurs (7), la DE de repousses de saison sèche chaude et de saison des pluies présente comme la DMO des liaisons significatives avec la composition chimique et l'âge des repousses dans les deux équations suivantes (J : temps de repousse en jours, MAT et CB en g/kg MS).

$$\text{DE} = 33,68 + 0,292 \text{ MAT [4]}$$

$$\text{ETR} = 3,9, r = 0,80, n = 9$$

$$\text{DE} = -11,34 - 0,01 \text{ J} + 0,335 \text{ MAT} + 0,116 \text{ CB [5]}$$

$$\text{ETR} = 3,8, r = 0,87, n = 9$$

La connaissance de la DE permet de calculer la teneur en énergie digestible (ED) des fourrages :

$$\text{ED} = \text{EB} \times \text{DE} = \text{EB} \times (1,055 \text{ DMO} - 6,833) [6]$$

Pour l'ensemble des fourrages étudiés en digestibilité, la teneur en énergie digestible varie de 1 560 à 3 315 kcal/kg MS, et de 1 664 à 3 806 kcal/kg MO (Tabl. IV). Ces variations importantes montrent la

TABLEAU IV Teneur en énergie digestible (kcal) des différents groupes de fourrages étudiés : moyenne (m), écart-type (s), extrêmes.

Groupe de fourrages		Matière sèche			Matière organique		
N°	Nombre	m	s	Extr.	m	s	Extr.
1	38	2 507	333	2 014 3 315	2 815	386	2 293 3 806
2*	6	2 145	262	1 869 2 476	2 289	322	1 913 2 654
3	4	1 684	100	1 560 1 770	1 809	107	1 664 1 917
4	10	2 321	264	1 847 2 719	2 544	276	2 000 2 958
5	4	1 773	115	1 618 1 896	2 252	78	2 154 2 338

* Les résultats du groupe 2 ne comprennent que des essais de digestibilité de pâturage naturel sahélien de saison sèche.

grande diversité des valeurs et la nécessité de bien connaître cette énergie digestible pour apprécier la valeur énergétique des fourrages.

Les teneurs en ED du groupe 1 vont de 2 014 à 3 315 kcal/kg MS, fourchette voisine de celle rapportée par BUTTERWORTH (3) : 2 230 à 3 200 kcal pour des graminées fourragères tropicales.

Ce sont les pailles de mil et de sorgho qui présentent les teneurs les plus faibles en énergie digestible, ce qui est en relation avec leur DMO peu élevée.

La teneur en énergie digestible (kcal/kg) des fourrages est proportionnelle à la teneur en MAT (g/kg MS) :

$$\text{ED} = 1705 + 6,792 \text{ MAT [7]}$$

$$\text{ETR} = 283, r = 0,68, n = 62$$

Ceci est en accord avec les observations de MINSON et MILFORD (6) et de JEFFERY (5), alors que BUTTERWORTH (3) n'observait aucune relation entre les teneurs en ED et en MAT. La précision de l'équation est d'autant plus grande que le groupe de fourrages est homogène. Pour le *Panicum maximum* K187 B, l'ETR (kcal/kg MS) est plus faible si la teneur en CB (g/kg MS) est associée à celle en MAT (g/kg MS) :

$$\text{ED} = 1386 + 13,23 \text{ MAT [8]}$$

$$\text{ETR} = 187, r = 0,79, n = 9$$

$$\text{ED} = -745 + 15,55 \text{ MAT} + 5,35 \text{ CB [9]}$$

$$\text{ETR} = 168, r = 0,86, n = 9$$

DISCUSSION

La plage de variation des teneurs en énergie brute de la matière des fourrages disponibles en zone tropicale est large puisqu'elle va de 3 431 à 4 587 kcal/kg MS : elle est plus importante que celle rapportée par VERMOREL (10) pour les fourrages tempérés : 4 000 à 4 600 kcal. Si les limites supérieures sont semblables, la limite inférieure est beaucoup plus basse en région tropicale et tient d'une part à la teneur élevée en cendres de certains fourrages, d'autre part au faible contenu en MAT des pailles et de quelques fourrages des groupes 1 et 2 ; c'est le cas en particulier des repousses de graminées cultivées âgées de plus de 55 jours ou encore des tapis herbacés des pâturages sahéliens de saison sèche.

Les variations des teneurs en énergie brute de la matière organique sont plus faibles : de 4 442 à 5 018 kcal/kg MO ; elles sont voisines des limites habituelles rapportées pour les fourrages, comme par exemple en zone subtropicale : de 4 470 à 4 950 kcal (6).

La prévision de la teneur en énergie brute de la matière organique est améliorée si les fourrages sont répartis en groupes. L'écart-type résiduel (39 kcal) rapporté pour l'équation $EB/MO = f(MAT/MO)$ est voisin de celui indiqué par DEMARQUILLY et collab. (4), alors que JEFFERY (5) donne un ETR de 148 kcal pour l'équation unique établie pour des graminées, des légumineuses et des mélanges. De même, dans l'équation de prévision de MINSON et MILFORD (6), les MAT n'expliquent que 70 p. 100 de la variance totale avec des résultats obtenus sur *Paspalum*, sorgho et siratro (*Macroptilium atropurpureum*), alors que dans les présents résultats les MAT expliquent 79 p. 100 de la variance.

La répartition en groupes des fourrages proposée ici, peut être étendue à des plantes voisines de celles étudiées. Par exemple, le Siratro est une légumineuse à rattacher au groupe 2 comme le montrent les résultats de MINSON et MILFORD (6). En revanche, certains fourrages non mentionnés dans les groupes proposés doivent être étudiés avec plus de précision. C'est le cas des organes des ligneux consommés par les ruminants en zone tropicale. L'EB de ces plantes n'est pas proportionnelle à leur teneur en MAT (Tabl. V).

La première étape de l'utilisation de l'énergie par le ruminant est son utilisation digestive. La digestibilité de l'énergie est donc importante à connaître. Elle peut être prévue avec précision à partir de la digestibilité de la DMO. Cette relation est voisine de celles rapportées par d'autres auteurs : pour une DMO de 67, l'estimation de la DE est identique à celle calculée avec l'équation de DEMARQUILLY et collab. (4) pour

TABLEAU V Teneur en énergie brute de quelques organes de ligneux.

	Matière organique (g/kg MS)	Énergie (kcal/kg MO)	MAT (g/kg MO)	Lignine (g/kg MO)
Gousses d' <i>Acacia albida</i>	959	4 713	117	92
Feuilles d' <i>Acacia seyal</i>	891	5 409	316	72
Feuilles de <i>Bauhinia rufescens</i>	871	5 022	161	134
Gousses de <i>Bauhinia rufescens</i>	957	4 873	115	188
Feuilles de <i>Guieria senegalensis</i>	960	5 009	128	147

les fourrages de zone tempérée ; pour une DMO de 45, la DE des fourrages tropicaux est inférieure de un point. Cette différence s'atténue légèrement (-0,72) pour les pailles ayant une DMO de 45 en appliquant l'équation de ANDRIEU et DEMARQUILLY (2).

Les teneurs en ED varient dans de larges limites. Les valeurs les plus élevées sont comprises entre 3 000 et 3 315 kcal/kg MS ; elles sont en moyenne inférieures de 10 p. 100 aux teneurs les plus élevées des fourrages de zones tempérées. Ceci est à mettre en relation avec les DMS et les DMO toujours plus faibles des fourrages tropicaux (même exploités très jeunes). Les teneurs les plus faibles en ED, voisines de 1 600 kcal/kg MO, sont celles des pailles de céréales ; elles sont proches de celles rapportées pour les mêmes aliments en zone tempérée. Toutefois, la fréquence des fourrages ayant une teneur en ED inférieure à 2 000 kcal/kg MO est beaucoup plus importante en zone tropicale.

CONCLUSION

Les teneurs en énergie brute des fourrages disponibles en zone tropicale peuvent être connues avec précision à partir des équations rapportées ci-dessus.

C'est cependant l'estimation de la teneur en énergie digestible des fourrages qui est l'étape la plus importante de la prévision de leur valeur énergétique. La

D. Richard, H. Guerin, D. Friot, N. Mbaye

relation étroite entre la DE et la DMO montre qu'une bonne prévision de la DE est fonction de la précision de la DMO. En zone tropicale où les principaux fourrages disponibles (pâturages naturels, sous-produits agricoles) sont souvent de faible qualité pendant de nombreux mois de l'année, c'est entre l'EB et l'ED que les pertes énergétiques sont plus importantes.

Dans la présente étude, l'ED représente entre 35 et 78 p.100 de l'EB ; pour 51 p.100 des fourrages, la digestibilité de l'énergie est inférieure à 55 p.100, et pour 3 p.100 seulement des fourrages elle est supérieure à 70 p.100.

RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). The gross and digestible energy content of forages available in tropical Africa. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231.

The determination of the gross energy (GE) content of tropical forages was carried out using *Brachiaria mutica* as green forage and hay, *Chloris gayana* as hay, *Panicum maximum*, var. K187 B and T58 as green forage and var. C1 as hay, *Stylosanthes guyanensis*, grass from Sahelian pastures and straws (sorghum, millet, groundnut and niebe). The mean GE content was 4 182 kcal/kg dry matter DM (from 3 431 to 4 587) and 4 672 kcal/kg organic matter OM (from 4 442 to 5 018). The distribution of forages into five groups gives an accurate relationship between gross energy (GE) and crude protein (CP) expressed relative to the organic matter (OM) (i.e. GE/OM and CP/OM) (RSD = 39 kcal/kg OM, $r = 0,89$, $n = 139$). The energy digestibility (ED) was calculated in 62 digestibility trials. It ranged from 35 to 78 % and between 45 and 65 % for 74 % of the forages. An accurate correlation was observed between ED and organic matter digestibility (RSD = 0,8, $r = 0,996$). The digestible energy content of the forages ranged between 1 560 and 3 315 kcal/kg DM. **Key words :** Forages - *Brachiaria mutica* - *Chloris gayana* - *Panicum maximum* - *Stylosanthes guyanensis* - Hay - Straw - Digestibility - Digestible energy content - Tropical area - Africa.

Il faut aussi prendre en compte les pertes d'énergie sous forme urinaire, de gaz et surtout d'extra-chaleur pour pouvoir quantifier l'énergie disponible pour les productions. L'analyse des données recueillies sur les urines collectées lors des essais de digestibilité devrait permettre de connaître les pertes énergétiques.

Par ailleurs, des essais d'alimentation en cours couplés à l'étude de l'évolution de la composition chimique corporelle et des produits animaux aboutiront à l'évaluation des quantités d'énergie fixée, étape nécessaire à l'élaboration de recommandations en apports énergétiques.

RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Contenidos de energía bruta y digestible de forrajes disponibles en zonas tropicales. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231.

La energía bruta (EB) de diversos forrajes tropicales fue medida para los siguientes forrajes : *Brachiaria mutica*, fresca y en paja, *Chloris gayana*, en paja, *Panicum maximum*, fresco (var. K187 B, var T58) en paja (var. C1), *Stylosanthes guyanensis*, cobertura herbácea de pastizales sahelinos, pajas de millo, arroz y sorgo, cortes de araquida y niebé. El contenido de EB de estos alimentos es de 4 182 kcal/kg MS (de 3 431 a 4 587) y de 4 672 kcal/kg MO (de 4 442 a 5 018). Mediante la repartición de los forrajes en 5 grupos, se obtuvo una relación precisa entre los contenidos en EB y MAT, expresados en relación a la materia orgánica (MO) (ETR = 39 kcal/kg MO, $r = 0,89$). La digestibilidad de la energía (DE) de diversos forrajes fue medida en 62 experimentos. Esta comprendida entre 35 y 78 p.100 y entre 45 y 65 p.100 para 74 p.100 de forrajes. Se observa una estrecha relación entre la DE y la DMO (ETR = 0,8, $r = 0,996$). El contenido en energía digestible de los forrajes varía entre 1 569 y 3 315 kcal/kg MS. **Palabras claves :** Forraje - *Brachiaria mutica* - *Chloris gayana* - *Panicum maximum* - *Stylosanthes guyanensis* - Paja - Hojarasca - Digestibilidad - Energía digestible - Zona tropical - Africa.

BIBLIOGRAPHIE

1. AFNOR Méthodes d'analyse des aliments de bétail. Paris, AFNOR, 1981. 300 p.
2. ANDRIEU (J.), DEMARQUILLY (C.). Prediction of the digestible and metabolisable energy content of forages from their chemical composition and organic matter digestibility. In : Actes du XVIIe Congrès international des herbages, Nice, France, 4-11 oct. 1989. Versailles, INRA, 1989. Vol. II, p. 875-876.
3. BUTTERWORTH (M.H.). The digestible energy content of some tropical forageS. *J. agric. Sci.*, 1964, 64 : 319-321.
4. DEMARQUILLY (C.), ANDRIEU (J.), SAUVANT (D.). Composition et valeur nutritive des aliments. In : JARRIGE (R.), éd. Alimentation des ruminants. Versailles, INRA, 1978. P. 469-518.
5. JEFFERY (H.). The relation between various energy parameters, chemical composition and digestibility of some pasture swards in a subtropical environment. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1971, 11 : 397-402.
6. MINSON (D.J.), MILFORD (R.). The energy values and nutritive value indices of *Digitaria decumbens*, *Sorghum almum* and *Phaseolus atropurpureum*. *Aust. J. agric. Res.*, 1966, 17 (4) : 411-423.

7. RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), ROBERGE (G.). La valeur alimentaire du *Panicum maximum* K187 B. *In* : Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. Symposium, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 2-6 juin 1987. Paris, INRA, 1989. P. 11-19.
8. SCHIEMANN (R.), JENTSCH (W.), WITTENBURG (H.). Zur Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie und Nährstoffe von der Höhe der Futteraufnahme und der Rationszusammensetzung bei Milchkühen. *Arch. Tierernähr.*, 1971, **21** : 223-240.
9. SCHRAMM (S.), BERGNER (H.). Untersuchungen zu einem neuen Verfahren der indirekten kalorimetrischen Bestimmung der Lignin in Futtermitteln. 2. Nachweis der allgemeinen Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit der Verfahren an verschiedenen Futtermitteln. *Arch. Tierernähr.*, 1969, **19** : 281-288.
10. VERMOREL (M.). Énergie. *In* : JARRIGE (R.), éd. Alimentation des ruminants. Versailles, INRA, 1978. P. 47-88.
11. XANDE (A.), GARCIA-TRUJILLO (R.), CAGERES (O.). Tables de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la zone Caraïbe. Pointe-à-Pitre, INRA Antilles-Guyane, 1985. 51 p.

E. Thys ¹R. De Wilde ²J. Hardouin ³A. Verhulst ³

Influence de la castration tardive à 12 mois d'âge sur les performances d'embouche des béliers Poulfouli de l'extrême nord du Cameroun

THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.).
Influence de la castration tardive à 12 mois d'âge sur les performances
d'embouche des béliers Poulfouli de l'extrême nord du Cameroun.
Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 1990, 43 (2) : 233-238.

Les auteurs décrivent une expérience de castration tardive à la pince de Burdizzo effectuée sur des béliers de race Poulfouli (apparentée à la race Djallonké) âgés de 12 mois. Il s'agit d'une embouche de type court. Les résultats obtenus sont comparés avec les données de la littérature et une expérience personnelle antérieure d'embouche longue d'animaux de la même race après castration à l'âge de 6,5 mois. Une croissance ralentie et une conversion alimentaire médiocre se vérifient également chez les animaux castrés à cet âge. L'influence de la durée de l'embouche sur l'écart de croissance est également confirmée. Néanmoins, dans les conditions de l'expérience, on constate que cet écart est déjà bien marqué après 90 jours. Retarder le moment de la castration des béliers destinés à l'embouche ne semble pas apporter une amélioration des paramètres étudiés. L'intervention apparaît plus traumatisante à cet âge avancé. *Mots clés* : Mouton - Bélier Poulfouli - Castration - Age - Embouche - Cameroun.

Une castration aussi tardive est exceptionnelle dans le système d'exploitation d'ovins pratiqué de par le monde, ce qui explique que la littérature internationale soit pauvre en informations sur les conséquences zootechniques de cette castration tardive.

Le présent travail se propose d'étudier les effets de cette castration sur la croissance et la conversion alimentaire des animaux mis à l'embouche intensive immédiatement après l'intervention et pendant une période courte de 3 mois, selon la pratique habituelle des éleveurs du Nord-Cameroun.

INTRODUCTION

Dans un travail antérieur sur des béliers Poulfouli (15), les performances de croissance et de conversion alimentaire de béliers entiers, de béliers castrés à la pince Burdizzo à 6 mois et demi et de béliers castrés partiellement à 2 mois par la méthode du short scrotum avaient été étudiées. Ceci avait permis de démontrer que la castration totale à cet âge avait un effet dépressif sur la croissance pondérale. Aucune différence significative n'avait été observée entre les mâles entiers et les castrés partiels. L'indice de consommation et l'ingestion volontaire des castrés à la pince étaient supérieurs à ceux des deux autres groupes, ce qui permettait de conclure à une moins bonne conversion des aliments et à un coût plus élevé du gain pondéral. Une enquête réalisée dans le cadre du même travail a montré que les éleveurs de l'extrême nord du Cameroun ont coutume de castrer leurs béliers tardivement, le plus souvent à 12 mois d'âge.

1. DEPF, Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales, Yaoundé, Cameroun.

2. Chaire de Nutrition Animale, Faculté de Médecine Vétérinaire, Heidestraat 19, B-9220 Merelbeke, Belgique.

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

Reçu le 21.11.89, accepté le 6.02.90.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'expérience a duré 105 jours, dont 96 après la castration. La technique est basée sur l'utilisation, classique dans la région, de la pince de Burdizzo, avec un temps de compression des cordons d'environ deux minutes.

Animaux, mode d'élevage, prophylaxie

Seize béliers de race Poulfouli (apparentée à la race Djallonké) d'environ 12 mois ont été achetés sur les marchés du Diamaré. Le choix portait également sur la présence de deux testicules bien développés et sur les mesures corporelles suivantes : un périmètre thoracique de 70 cm et une hauteur au garrot de 67,5 cm. Ces valeurs sont les moyennes établies auparavant par des mesures effectuées sur le marché pour cette catégorie d'âge.

Après une semaine d'adaptation, les animaux ont été répartis au jour zéro (J0) en deux groupes homogènes de 8 béliers chacun :

— groupe 1 : lot de béliers castrés à la pince Burdizzo (B2) ;

— groupe 2 : lots de béliers conservés entiers (T2).

Dès l'achat, les béliers sont mis en claustration définitive. Après groupage des animaux à J0, les lots constitués sont séparés. Il était prévu par bélier 6,6 m² de surface d'exercice dont 2 m² couverts.

E. Thys, R. De Wilde, J. Hardouin, A. Verhulst

A l'achat, les béliers furent traités à la terramycineND (Terra L.A.) à la dose de 1 ml/10 kg. Ils furent également vermifugés à l'albendazole à la dose de 5 mg/kg aux jours 8, 26 et 58.

Pesées et mesures corporelles

Le système de la double pesée a été appliqué. Les animaux ont été pesés à 9 reprises deux jours de suite, le matin à 7 heures après un jeûne de 12 heures (J0 et 1, J8 et 9, J20 et 21, J34 et 35, J48 et 49, J62 et 63, J76 et 77, J90 et 91, J104 et 105). On a utilisé une bascule dynamométrique à cadran ayant une précision de 200 g et munie d'un harnais suspendu adapté au Pouffouli.

Le périmètre thoracique et la hauteur au garrot ont été mesurés comme décrit antérieurement (15), le jour de la première pesée.

Alimentation

Une ration était constituée de mil rouge en grains, de coques de coton et d'un aliment concentré, l'Alibet, composé de 92 p. 100 de tourteau déshuilé, 5,5 p. 100 de calcaire, 1,5 p. 100 de chlorure de sodium et 1 p. 100 d'un complément minéral.

Un mélange à parts égales de mil rouge en grains et d'Alibet était donné séparément des coques. Après une semaine d'adaptation aux aliments (de J7 à J0), ceux-ci étaient distribués à volonté. De l'eau fraîche était disponible en permanence.

Dès le départ, un stock complet de trois aliments avait été constitué et des échantillons furent récoltés pour analyse chimique classique (analyse de Weende). Les résultats ont permis de calculer, à l'aide de la méthode hollandaise (5), l'énergie nette exprimée en unités fourragères (UF) et les matières azotées digestibles (MAD) (Tabl. I). Les coefficients de digestibilité furent

TABLEAU I Composition et valeur en UF et MAD des aliments distribués durant l'expérience.

	Alibet	Coques de coton	Mil rouge
Matière sèche (p. 100)	94,36	91,86	92,31
Composition chimique (MS = 100) :			
— matières protéiques totales	42,29	5,81	9,55
— cellulose	10,91	42,04	3,21
— matières grasses	0,53	3,62	3,15
UF (par kg MS)	0,813	0,592	1,043
MAD (par kg MS) (en g)	355	0	67

MS : matière sèche.

empruntés à GOHL (9). Les refus étaient pesés pour chaque période et comptabilisés le soir précédant la seconde des deux pesées successives.

Sur la base de ces quantités et des valeurs alimentaires calculées, les indices suivants ont été déterminés (13) :

— IC : indice de consommation = nombre d'UF par kg de gain ;

— IV : ingestion volontaire = kg de matière sèche ingérée exprimée par 100 kg de poids vif ;

— rapport MAD/UF

Analyse statistique

Pour les mesures faites individuellement, les groupes ont été comparés par analyse de la variance. La normalité de la distribution a été contrôlée à l'aide du calcul des coefficients de PEARSON et l'homogénéité de la variance par la méthode de BARTLETT. Les résidus suspects ont été recherchés par la méthode de GRUBBS (10).

En ce qui concerne les régressions, la meilleure formule a été retenue après essais multiples de transformation (principalement logarithmique) et la signification du coefficient de régression mesurée par un test F. Les pentes ont été comparées par un test t (14).

RÉSULTATS

Croissance pondérale

Le tableau II reprend les poids vifs moyens des deux groupes. Chaque valeur indiquée est la moyenne de la double pesée.

La formule de la droite de régression pour toute la durée de l'expérience est calculée pour les deux groupes (Tabl. III). La comparaison des pentes par le t-test montre une différence très significative : $t = 4,35$ pour $ddl = 7^{**}$ ($0,001 < P < 0,001$).

Les gains quotidiens moyens (GQM) ont été calculés pour trois périodes : celle précédant la castration (J1-J9), celle à partir de la castration jusqu'à la fin de l'expérience (J9-J105) et enfin pour toute la durée de l'expérience (J1-J105) (Tabl. IV). Pour la période après la castration, la différence est hautement significative. Cela se reflète sur la période couvrant toute l'expérience.

TABLEAU II Poids vifs (en kg) des béliers des deux groupes de l'expérience (moyenne et écart-type).

Jour	B2 (n = 8)		T2 (n = 8)		Valeur de F
	m	s	m	s	
1	29,19	4,161	29,21	4,776	0,00 NS
9	30,02	6,832	30,12	4,512	0,01 NS
21	29,85	5,895	32,16	3,410	4,02 NS
35	31,54	8,190	34,79	6,890	4,90*
49	33,50	7,610	36,97	7,030	5,77*
63	34,80	7,610	39,48	9,150	9,18**
77	36,16	8,540	40,71	8,800	8,36*
91	36,92	9,685	41,65	8,960	8,38*
105	37,97	10,550	43,29	10,020	9,61**

m : moyenne ; s : écart-type.
NS : non significatif ; * significatif (0,01 < P < 0,05) ; ** hautement significatif (0,001 < P < 0,01).

TABLEAU III Droites de régression poids et nombre de jours d'expérience pour B2 et T2.

Groupe	Régression y = a + bx	Ecart-type du coefficient de régression	Valeur de F	Coefficient de détermination (r ²)
B2	Poids = 28,8349 + 0,0897 · (jours)	0,0046	381***	0,9819
T2	Poids = 29,4644 + 0,1401 · (jours)	0,0072	379***	0,9819

*** Très hautement significatif (P < 0,001).

TABLEAU IV Calcul des gains quotidiens moyens (GQM) exprimés en g pour trois périodes et leur comparaison.

	B2		T2		Valeur de F
	m	s	m	s	
J1-J9	104,7	108,96	114,1	98,52	0,03 NS
J9-J105	82,8	27,73	137,1	22,79	18,31***
J0-J105	84,5	28,12	135,3	22,05	16,20**

m : moyenne ; s : écart-type.
NS : non significatif ; ** : hautement significatif (0,001 < P < 0,01) ; *** : très hautement significatif (P < 0,01).

Mesures corporelles

Les valeurs des deux groupes ont été comparées à J0, J8 et J104 (Tabl. V). Pour toute la durée de l'expérience, la relation entre mesure corporelle et nombre de jours d'expérience est linéaire ; les formules sont reprises au tableau VI. La comparaison des pentes a montré une différence très significative pour le périmètre thoracique : t = 5,3 avec ddl = 7** (0,001 < P < 0,01).

TABLEAU V Périmètre thoracique et hauteur au garrot des deux groupes à J0, J8 et J104 (en cm).

	B2		T2		Valeur de F	
	m	s	m	s		
Périmètre thoracique						
	J0	70,2	2,60	70,1	2,59	0,01 NS
	J8	70,1	1,64	69,6	2,07	0,29 NS
J104	76,7	2,25	79,2	2,05	5,38*	
Hauteur au garrot						
	J0	65,5	1,60	65,7	1,04	0,14 NS
	J8	67,1	1,46	66,5	1,31	0,81 NS
J104	71,2	2,12	72,2	2,19	0,86 NS	

NS : non significatif ; * significatif (0,01 < P < 0,05).

TABLEAU VI Droites de régression périmètre thoracique (P. th.) ou hauteur au garrot (H. G.) et nombre de jours d'expérience pour les deux groupes.

Groupe	Régression y = a + bx	Ecart-type du coefficient de régression	Valeur de F	Coefficient de détermination (r ²)
B2	P. th. = 69,4202 + 0,0692 · (jours)	0,0049	197***	0,9657
T2	P. th. = 69,1122 + 0,0993 · (jours)	0,0057	308***	0,9778
B2	H. G. = 65,9377 + 0,0469 · (jours)	0,0042	124***	0,9465
T2	H. G. = 65,3555 + 0,0605 · (jours)	0,0057	111***	0,9406

*** Très hautement significatif (P < 0,001).

TABLEAU VII Indice de consommation, rapport MAD/UF et ingestion volontaire pour les périodes entre la mise en claustration et les dates de pesée.

Jour	Indice de consommation UF/kg de gain		Rapport MAD/UF		Ingestion volontaire kg MS/100 kg P.V.	
	B2	T2	B2	T2	B2	T2
9	11,09	10,04	147	148	4,14	4,61
21	32,55	9,37	147	149	4,17	4,29
35	16,06	8,59	151	151	4,23	4,28
49	12,53	7,40	153	153	4,17	4,19
63	12,72	7,37	153	155	4,19	4,12
77	12,87	8,29	153	154	4,22	4,18
91	14,07	9,27	154	156	4,27	4,21
105	14,66	9,63	155	157	4,31	4,18

Indices alimentaires

Le tableau VII reprend les trois indices calculés pour les deux groupes et pour la durée d'une période écoulée à une certaine date. Cette méthode permet de déterminer la période la plus économique.

DISCUSSION

On constate que les béliers castrés ont une croissance ralentie par rapport aux béliers entiers. La castration tardive à 12 mois a le même effet que celui observé sur des animaux castrés plus jeunes (4, 7, 8, 15, 16).

La différence en poids après 96 jours d'embouche est de 5,3 kg, soit 14 p. 100 de plus pour le groupe T2. Cette différence est inférieure à celle observée au même âge en fin d'expérience dans l'essai antérieur où la castration avait eu lieu à 6,5 mois et où l'embouche avait duré 244 jours (15). La différence était alors d'environ 25 p. 100, toujours en faveur de l'entier. On observe par ailleurs que la différence en GMQ entre castrés et entiers est beaucoup plus prononcée que dans la première expérience (50,8 g par jour au lieu de 35,9 g). Le fait que, malgré cette différence plus grande en GMQ, l'écart procentuel entre les deux groupes soit moins grand semble confirmer l'importance de la durée et de l'intensité d'embouche observée par TURTON (16) ainsi que par BRADFORD et SPURLOCK (2).

Plusieurs causes peuvent expliquer cette différence plus importante en GMQ. Tout d'abord, on constate qu'à la première pesée après l'opération une perte de poids a été enregistrée pour le groupe B2. La chute d'appétit observée pendant la période suivant l'intervention montre que la castration a été traumatisante. Il est en effet admis que la castration est plus traumatisante chez les animaux plus âgés (11). La différence de climat a pu jouer aussi un rôle connexe. En effet, à la date de l'opération, on se trouvait en pleine saison chaude (41 °C à l'ombre). La température ambiante provoquant une dilatation des tissus, la pression exercée par la pince de Burdizzo a occasionné une douleur et une inflammation plus fortes. L'influence néfaste d'une haute température extérieure semble d'ailleurs confirmée par le fait qu'en période chaude les rebouteux de la région ont l'habitude d'arroser les cordons testiculaires d'eau fraîche avant d'opérer suivant la méthode traditionnelle du martelage. Le groupe B2 a donc commencé à l'embouche avec un handicap certain.

La différence plus grande peut s'expliquer également par le phénomène de la croissance compensatrice. Les animaux d'expérience proviennent directement des troupeaux ruraux à une époque (mars) où les

pâturages sont particulièrement médiocres. Ainsi, ils pouvaient pleinement mettre à profit l'alimentation riche qui leur était offerte. Le fait que les béliers entiers extériorisent mieux leur potentiel en alimentation intensive (7) aurait accentué la différence.

La différence en périmètre thoracique est statistiquement significative en fin d'expérience. Ceci est confirmé par la comparaison des pentes des droites de régression. Ce phénomène est lié à la forte corrélation poids-périmètre thoracique, la différence n'étant qu'une conséquence secondaire de la croissance moins rapide des animaux castrés à la pince de Burdizzo.

Aucune différence n'est observée en ce qui concerne la mesure de la hauteur au garrot, ce qui avait déjà été vu lors de la castration des béliers Poulfouli à 6,5 mois (15). L'affirmation que le castré est plus grand que le mâle entier (6) n'est pas vérifiée ici. Ceci peut s'expliquer par le fait que les animaux ne sont pas encore parvenus en fin de croissance osseuse et que les cartilages de conjugaison sont encore actifs chez tous les animaux. Les mesures effectuées sur les Poulfouli en milieu rural confirment cette observation, car la taille adulte est atteinte vers 3 ans (1).

Une castration tardive à 12 mois provoque également une augmentation sensible de l'indice de consommation alimentaire chez le castré. Ceci serait lié à un plus grand dépôt de graisse chez le castré (3). L'écart est encore plus grand que celui qui avait été observé lors de l'essai de la castration à 6,5 mois (52 p. 100 de différence au lieu de 32 p. 100), ce qui peut s'expliquer par la mauvaise période J9-J21 vécue par les castrés et le niveau de croissance plus rapide des entiers. L'efficacité alimentaire est, en effet, fortement corrélée à la vitesse de croissance (7, 12). Les GQM enregistrés sont relativement élevés pour la race Poulfouli.

Les valeurs du rapport MAD/UF coïncident largement avec les normes retenues pour l'engraissement (13). Les différences entre groupes sont négligeables, ce qui indique bien que la différence de croissance a surtout été influencée par l'apport énergétique.

L'ingestion volontaire est légèrement supérieure pour les castrés. C'est vers le milieu de l'essai que ces derniers commencent à consommer un peu plus que les entiers.

CONCLUSION

L'influence négative de la castration totale sur la croissance et la conversion alimentaire, constatée chez des animaux castrés à un âge plus précoce, est confirmée dans cette expérience de castration tardive à 12 mois. Le danger de perte de poids consécutif à

l'intervention semble également augmenté, compte tenu du plus grand traumatisme encouru à cet âge, surtout si les conditions climatiques sont défavorables (température ambiante élevée).

La comparaison avec un essai antérieur d'embouche du type long (15) confirme l'influence de la durée d'embouche sur l'écart en croissance de castrés et de béliers entiers. Néanmoins, des conditions particulières de castration peuvent déjà se traduire par un écart important après une courte durée.

La conversion alimentaire réduite risque d'engendrer des coûts d'exploitation supérieurs qui ne peuvent être compensés que par un prix de vente plus élevé sur le marché local. Les aspects économiques liés à la

castration dans la région du Nord-Cameroun ont fait l'objet d'une publication antérieure.

Les paramètres d'abattage des béliers Poulfouli castrés selon les différentes méthodes seront publiés ultérieurement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient H. DE RIJCKE et E. MAES pour les analyses chimiques d'aliments.

THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence of late castration at the age of 12 months on the fattening performance of Poulfuli rams in North Cameroon. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 233-238.

The authors describe a trial on late castration of 12-month old rams of the Poulfuli breed (related with the Djallonke sheep). They compare their results with data from the literature and from a former experiment on long-term fattening after castration of 6 1/2-month old animals of the same breed. The reduced growth and less favourable feed conversion ratio are confirmed at this later age of castration. The influence of the duration of fattening was also confirmed. However, in the specific conditions of this experiment, difference as compared with non-castrated animals was already well marked after 90 days. Delaying the castration of fattening rams has no positive influence on the studied parameters, especially as the intervention appears to be more traumatic later in life. *Key words*: Sheep - Poulfuli Ram - Castration - Age - Fattening - Cameroon.

THYS (E.), DE WILDE (R.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influencia de la castración tardía a 12 meses de edad sobre el rendimiento de engorde de moruecos Poulfouli en la zona norte de Camerún. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 233-238.

Se describe una experiencia de castración tardía con pinzas Burdizzo, efectuada en machos de 12 meses de la raza Poulfouli (emparentados con la raza Djallonke), para un engorde rápido. Los resultados se comparan con aquellos de la literatura y con una experiencia personal anterior, de un engorde prolongado de animales de la misma raza, después de una castración a 6,5 meses de edad. En estos animales se nota una disminución en el crecimiento y en la conversión alimenticia. Se confirma la influencia de la duración del engorde sobre la diferencia de crecimiento. Bajo las condiciones del experimento, se demostró que esta diferencia es evidente después de 90 días. Retrasar el momento de la castración de los machos destinados a engorde no parece aportar un mejoramiento en los parámetros estudiados y la intervención parece ser más traumática a mayor edad. *Palabras claves*: Carnero Poulfouli - Morueco - Castración - Edad - Engorde - Camerún.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARDOUX (P.). Les petits ruminants dans la province de l'Extrême-Nord du Cameroun. Enquête zootechnique. Paris, Yaoundé, IEMVT-IRZ, 1986.
2. BRADFORD (G.E.), SPURLOCK (G.M.). Effect of castrating lambs on growth and body composition. *Anim. Prod.*, 1964, 6 : 291-299.
3. BUTTERFIELD (R.M.), ZAMORA (J.), THOMPSON (J.M.), REDDACLIFF (K.J.). Changes in body composition relative to weight and maturity of Australian Dorset horn rams and wethers. I. Carcass muscle, fat and bone and body organs. *Anim. Prod.*, 1984, 39 : 251-258.
4. CAMPBELL (Q.P.), BOSMAN (S.W.). Is it really necessary to castrate ram lambs? *Fmg S. Afr.*, 1964, 40 : 14-179.
5. Centraal Veevoederbureau Nederland. Handleiding voor de berekening van de voederwarden van ruwvoedermiddelen. Lelystad, CVN, 1977.
6. DERIVAUX (J.), ECTORS (F.). Reproduction chez les animaux domestiques. 3^e éd. Louvain-la-Neuve, Cabay, 1986.
7. FIELD (R.A.). Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.*, 1971, 32 : 849-857.

E. Thys, R. De Wilde, J. Hardouin, A. Verhulst

8. GINISTY (L.). Amélioration de la productivité des petits ruminants. Rapport annuel 1977, IDESSA-CRZ de Minankro. Bouaké, CRZ, 1977.
9. GOHL (B.). Tropical feeds. Rome, FAO, 1985.
10. GOUET (J.P.). Les comparaisons de moyennes et de variances (application à l'agronomie). Paris, ITCF, 1974.
11. KILEY-WORTINGTON (M.). Behavioural problems of farm animals. London, Oriel Press, 1977.
12. PALSSON (H.), VERGES (J.B.). Effect of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. I. The effect of high and low planes of nutrition at different ages. *J. agric. Sci.*, 1952, **42** : 1-92.
13. RIVIERE (R.). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2^e éd. Paris, Ministère de la Coopération, 1978. (Manuels et précis d'élevage n° 9).
14. SOKAL (R.R.), ROHLF (F.J.). Biometry. 2nd ed. New York, W.H. Freeman, 1981.
15. THYS (E.), HARDOUIN (J.), VERHULST (A.). Influence de la castration partielle et totale sur les performances de croissance et de conversion alimentaire de béliers Poulfouli de l'Extrême-Nord Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (2) : 267-274.
16. TURTON (J.D.). The effect of castration on meat production and quality in cattle, sheep and pigs. *Anim. Breed. Abstr.*, 1962, **30** : 447-456.

Communication

Influence des drêches de brasserie séchées dans l'alimentation des poulets de chair au Bénin

B. Sintondji¹

SINTONDI (B.). Influence des drêches de brasserie séchées dans l'alimentation des poulets de chair au Bénin. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 239-241.

Deux lots de 500 poulets de chair ont été soumis à deux types d'alimentation de finition, l'un sans drêche, l'autre avec 30 p. 100 de drêche séchée, pendant 70 jours. Du point de vue pondéral, il n'y a pas de différence significative entre les deux lots, mais l'intérêt de l'expérience réside dans le remplacement du maïs, destiné en principe à la consommation humaine, par un sous-produit aisément transportable et bon marché, la drêche de brasserie séchée. En outre, à la dégustation, les poulets du lot d'épreuve ont été plus appréciés que ceux du lot témoin. *Mots clés* : Poulet de chair - Drêche de brasserie - Ration - Coût de production - Bénin.

L'intérêt et les possibilités d'inclure la drêche de brasserie, trop souvent gaspillée en Afrique, dans une alimentation de finition des poulets de chair sont encore mal connus. Au Bénin, la drêche fraîche produite par les brasseries était au début jetée en totalité. Après diffusion des résultats d'analyse bromatologique, les centres d'élevage installés dans et autour de Cotonou ont été progressivement acquis à l'idée de son intérêt pour nourrir les porcs et les ruminants. Puis, la mise en place d'un séchoir approprié a permis de commercialiser la drêche séchée, produit intéressant pour les éleveurs éloignés, tant du point de vue du transport que de celui de la durée de conservation, les techniques d'ensilage de la drêche fraîche étant peu connues du public.

Matériel et méthode

De février à avril 1985, les travaux ont porté sur un ensemble de 1 000 poulets de chair divisé en deux lots égaux, un lot d'épreuve et un lot témoin, élevés dans deux compartiments contigus d'un poulailler ordinaire à grillage, sans modification du rythme nyctéméral. Les aliments disponibles pour la conduite des essais étaient :

- un aliment de démarrage classique ;
- deux types d'aliments de finition dont l'un est dépourvu de drêche et l'autre à base de drêche séchée incorporée.

L'aliment de transition pour chaque lot est constitué d'un mélange de l'un des types d'aliment de finition

(LE ou LT) et de l'aliment de démarrage dont les proportions ont diminué progressivement pour s'annuler à la fin de cette première période.

L'aliment de finition ordinaire est obtenu dans la station avicole par mélange de 70 p. 100 de semoule de maïs à 30 p. 100 d'un concentré. Cet aliment est distribué normalement au lot témoin jusqu'à la fin de l'étude.

L'aliment de finition distribué dans le même temps au lot d'épreuve est constitué par un mélange de 40 p. 100 de semoule, 30 p. 100 de concentré et 30 p. 100 de drêche de brasserie séchée. La composition de ces produits est donnée au tableau I.

TABLEAU I Composition bromatologique des différents produits utilisés pour la confection des aliments.

Composants	« Concentré* » (pour 100 g)	Semoule (pour 100 g)	Drêche de brasserie (pour 100 g)
MPB	45	13,98	23,59
MGB	3	2,85	7,93
MCB	5	1,07	12,94
ENAB	28	69,78	43,02
Ca	3	0,044	0,104
P	1,3	0,3	0,33

MPB : matière protéique brute. MGB : matière grasse brute. MCB : matière cellulosique brute. ENAB : extractif non azoté brut. Ca : calcium. P : phosphore.

* Constituants contenus dans le seul « concentré » :

- Acides aminés (p. 100) : lysine : 2,8 ; méthionine et cystine : 1,8.
- Vitamines : A (UI) : 50 000 ; K3 (mg) : 10 ; B3 (mg) : 30 ; D3 (UI) : 10 000 ; B1 (mg) : 4 ; B6 (mg) : 4 ; E (mg) : 70 ; B2 (mg) : 15 ; B12 (mg) : 70 ; choline-chlorure (mg) : 15 000 ; niacine (mg) : 100 ; acide folique (mg) : 2.
- Macro-éléments : P (assimilable) : 1,1 g.
- Oligo-éléments (mg) : Fe : 50 ; Co : 2 ; Cu : 25 ; I : 6 ; Zn : 200 ; Se : 0,35 ; Mn : 300.
- Additifs : antibiotique (bacitracine de zinc) : 66 mg ; coxidiostatique (DOT) : 415 mg ; antioxydant (éthoxylique) : 330 mg ; conservateur (acide propionique) : 3 000 mg.

Le protocole consiste en un marquage avec un colorant rouge, au niveau des plumes du dos, d'un échantillon de 25 sujets par lot dès la réception. Viennent ensuite :

- une pesée hebdomadaire des sujets marqués ;
- une distribution régulière des aliments avec respect des phases de croissance (démarrage, transition, finition). A la phase finale, le lot témoin a été nourri à l'aliment de finition ordinaire et le lot d'épreuve à l'aliment de finition à drêche séchée incorporée.

1. BP 9080, Cotonou, Bénin. *In memoriam*

Communication

Résultats

Les résultats des pesées hebdomadaires sont consignés au tableau II et traduits par les courbes de croissance correspondantes (Fig. 1). Les réductions numériques en moins des échantillons à partir de la 6e semaine sont le fait d'une coccidiose traçante au départ sur le lot témoin, puis en un temps très court sur tout l'effectif des deux lots, avant qu'elle ne soit jugulée pour permettre la poursuite de l'étude.

Discussion

Toutes les courbes des valeurs moyennes traduisent un démarrage contracté avec accélération de la croissance à partir de la 5e semaine, début de la phase de transition. La courbe moyenne du lot d'épreuve connaît un écart maximal par rapport à celle du lot témoin à la 5e semaine (452,8 g contre 570,66 g), avant une évolution parallèle de la 6e à la 10e semaine; les valeurs du lot d'épreuve étant alors constamment inférieures à celles du lot témoin. Les courbes des valeurs minimales s'entrecroisent fréquemment tandis que celles des valeurs maximales se rapprochent des allures des courbes des valeurs moyennes; ici encore, les poids des sujets du lot d'épreuve sont constamment inférieurs à ceux du lot témoin.

Une détermination du gain moyen quotidien (GMQ) conduit à la valeur de 24,13 g pour le lot d'épreuve

contre 24,65 g pour le lot témoin. A l'analyse de l'expérience, on constate une augmentation du GMQ dans le temps; ainsi le GMQ du lot d'épreuve est passé de 15,17 g (démarrage) à 32,35 g (finition) contre 11,51 g et 32,5 g pour le lot témoin. Pour les deux lots, les GMQ de la période de transition connaissent une augmentation importante par rapport à ceux de la phase de démarrage (26,46 g pour le lot d'épreuve et 29,55 g pour le lot témoin).

L'alimentation étant le poste des dépenses le plus important dans la conduite de cet élevage, toute réduction des charges se traduira par une diminution du coût de production. Une estimation du prix du kilogramme de l'aliment de finition à base de drêche séchée incorporée conduit à 99,69 F CFA contre 113,55 F CFA pour l'aliment de finition communément employé dans la station et 125 F CFA pour celui vendu dans le commerce à Cotonou. La comparaison entre ces valeurs fait apparaître de dégager un bénéfice de 25 F CFA par kg entre l'aliment à base de drêche et celui du commerce, d'où une incidence significative sur le coût final de production.

La vente des carcasses et la coupe transversale de quelques masses musculaires ont permis de constater que les quantités de graisse de dépôt interne et d'infiltration sont réduites chez les sujets du lot d'épreuve, comparées aux coupes analogues des sujets du lot témoin. Un test de dégustation organisé à la fin de l'expérience, avant la commercialisation des volailles, a rassemblé 39 personnes. Vingt-huit ont

TABLEAU II Résultats des pesées hebdomadaires des deux lots de volailles (9 février-20 avril 1985).

Age des sujets (semaines)	Lot d'épreuve (LE)				Lot témoin (LT)			
	Effectif (échantillon)	Poids moyen (g)	Poids maximal (g)	Poids minimal (g)	Effectif (échantillon)	Poids moyen (g)	Poids maximal (g)	Poids minimal (g)
0	25	—	—	—	25	—	—	—
1	25	60,2	90	50	25	72,0	95	60
2	25	118,0	150	90	25	151,6	190	110
3	25	216,0	290	150	25	275,8	350	190
4	25	313,6	470	210	25	405,8	520	260
5	25	452,8	625	260	25	570,66	750	400
6	25	727,4	950	550	23	776,31	1 010	410
7	—	—	—	—	—	—	—	—
8	24	1 152,3	1 450	780	20	1 195,5	1 500	875
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	15	1 505,0	1 950	1 325	20	1 650,0	2 075	1 250

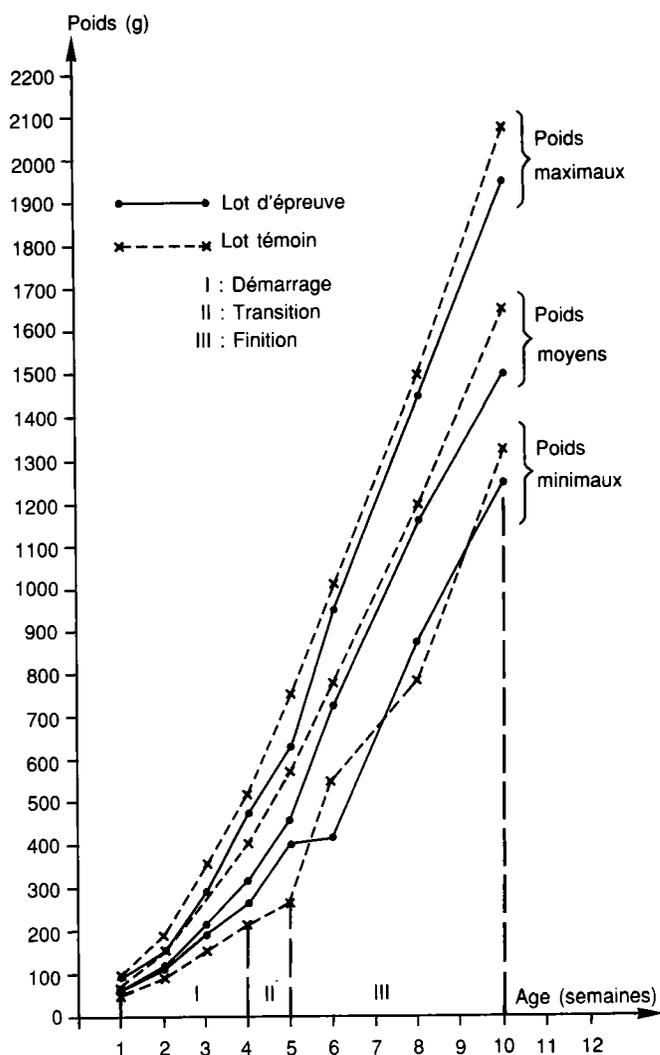


Fig. 1 : Évolution pondérale des poulets de chair suite à une alimentation à drêche incorporée ou non.

trouvé le goût des sujets d'expérience meilleur que celui des poulets du lot témoin.

Conclusion

Qualité en hausse, coût de production en baisse, tels sont les données de cette étude. La légère réduction de la vitesse de croissance est confortablement compensée par la qualité des poulets produits, qui, en principe, doivent être vendus plus chers que les poulets habituels. Au Bénin, où le maïs, céréale alimentaire de base, est également utilisé pour la fabrication des aliments pour volailles, il serait souhaitable, devant sa rareté croissante, que la drêche de brasserie séchée soit désormais employée comme

produit de substitution, en respectant certaines proportions, pour la production industrielle des volailles destinées à la consommation. Cet objectif s'inscrit dans le cadre de la lutte pour l'autosuffisance alimentaire.

Remerciements

Monsieur Denis YABA, directeur général des Brasseries « La Béninoise », a permis cette recherche dans la station avicole de cet établissement à Akpakpa-Cotonou (Bénin). Qu'il en soit ici chaleureusement remercié.

SINTONDJI (B.). Influence of dried brewers' grains on broiler feeding in Benin. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 239-241.

Two batches of 500 broilers each were given two different finishing diets, one without brewers' grains, the other with a 30 % dried brewer's grain diet during 70 days. In terms of weight gain, there was no significant difference between the two batches, but the interest of the trial was the replacement of maize used in human nutrition by a cheap and easily transportable by-product, *i.e.* dried brewers' grains. Furthermore, experimental broilers were more appreciated than the controls by the tasting panel. *Key words* : Broiler - Brewers' grains - Diet - Feeding cost - Benin.

Bibliographie

1. MONGODIN (B.), RIVIERE (R.). Valeurs bromatologiques de 150 aliments de l'Afrique de l'Ouest. Maisons-Alfort, IEMVT, 1965. 80 p.
2. MONGODIN (B.), VAN DEN BERG (X.). Produits tropicaux utilisables comme aliments du bétail en Afrique occidentale francophone (Note de synthèse). Maisons-Alfort, IEMVT, 1965. 215 p.
3. SHARMA (M.). Influence du remplacement du tourteau de coton par l'urée comme principale source de matière azotée dans les aliments concentrés pour brebis gestantes. *Revue Méd. vét.*, Toulouse, Lyon, 1976, 127 : 79-80.
4. SINTONDJI (B.). Produits locaux du Bénin pour l'alimentation animale. Cotonou, 1986. 325 p.

A. Yenikoye¹ | Population de follicules ovariens J.C. Mariana² | chez la brebis Peul

YENIKOYE (A.), MARIANA (J.C.). Population de follicules ovariens chez la brebis Peul. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 243-248.

Les effectifs des follicules ovariens en croissance ainsi que leur distribution par classe de taille ont été étudiés chez quatre brebis de race Peul bicolore. L'effectif moyen de follicules totaux en croissance est de $254,5 \pm 62,9$ par ovaire. Les nombres moyens de follicules normaux, à antrum et des follicules atrétiqes sont respectivement : $244,5 \pm 63$; $51,5 \pm 9,9$; $10 \pm 3,3$ par ovaire. La distribution des follicules en croissance est trimodale : 1) mode représentant des follicules ayant un diamètre compris entre 0,05 et 0,13 mm ; 2) mode représentant des follicules ayant un diamètre compris entre 0,13 et 0,45 mm ; 3) mode représentant des follicules ayant un diamètre compris entre 0,45 et 5,8 mm. Les tailles minimales des follicules à partir desquelles l'antrum et l'atrésie apparaissent sont donc respectivement 0,13 mm et 0,31 mm. Les résultats montrent qu'il existe une similitude de la structure de l'ovaire chez la brebis Peul et les autres races ovines connues. Ils suggèrent en outre que le renouvellement et la croissance des follicules ovariens obéissent chez les brebis aux mêmes lois de régulation indépendamment de la race et du climat. *Mots clés* : Brebis - Mouton Peul - Ovaire - Follicule - Dimension - Niger.

INTRODUCTION

L'effectif des follicules normaux en croissance (préantraux et à antrum) au cours du cycle de la brebis varie, selon la race, entre 230 et 420 par animal (1, 4). Cependant, 1 à 3 follicules seulement ovuleront à la fin du cycle, selon la race.

La brebis Peul bicolore a un taux moyen d'ovulation de 1,33 (11), comparable à celui d'autres races ovines européennes ou africaines (5, 8, 10). On ignore cependant les divers aspects de la croissance folliculaire au cours des différentes phases de la reproduction chez ce mouton vivant sous le climat sahélien.

L'étude suivante est destinée à déterminer la totalité de la population des follicules en croissance dans l'ovaire de la brebis Peul bicolore.

1. Université de Niamey, Faculté d'Agronomie, BP 10960, Niamey, Niger.

2. INRA-Nouzilly, 37380 Monnaie, France.

Reçu le 28.09.89, accepté le 09.01.90.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Protocole expérimental

L'expérience a été réalisée, dans un parc de l'Université de Niamey, Niger (longitude 2°08 Est, latitude 13°30 Nord, altitude 216 m), sur quatre brebis de race Peul bicolore âgées de 2 à 3 ans, en période d'activité sexuelle. Les animaux sont nés en station, de parents élevés en station. Leur ration alimentaire a été maintenue constante pendant toute la durée de l'expérience. Elle se composait de fourrage sec (*Echinochloa stagnina*), de son de riz, de graines de coton, de sels minéraux et oligoéléments sous forme de pierre à lécher et d'eau à volonté. En période humide (juin à septembre), les animaux sont déparasités, tous les 15 jours environ, avec des sulfamides anticoccidiens, des dérivés de l'imidazol contre la strongylose.

Les brebis ont été synchronisées avec des éponges imprégnées de progestagène (30 mg d'acétate de fluorogestone, Intervet, France) placées dans le vagin pendant 12 jours ; environ 48 heures après l'arrêt de la synchronisation correspondant au moment de l'apparition des chaleurs, les animaux ont été castrés et l'ovaire gauche fixé pour histologie.

Prélèvement et traitement des ovaires

Les ovaires sont prélevés sous anesthésie générale au thiopental sodique (Nesdonal : Spécia, France) après incision ventrale. Ils sont immédiatement fixés dans une solution de Bouin-Hollande sublimée (1). Après déshydratation et inclusion dans la paraffine, les ovaires sont débités en coupes sériées de 7 μ d'épaisseur. Une coupe sur six est montée sur lame et colorée à l'hémalum.

Les follicules sont mesurés sur la coupe où le nucléole du noyau de l'ovocyte est présent, ce qui indique généralement que l'ovocyte est en position centrale dans le follicule et évite aussi de compter deux fois le même follicule (MARIANA, comm. pers.). La surface de la section du follicule, délimitée par la lame basale, et celle de l'antrum sont mesurées à l'aide d'un planimètre ASM-Leitz. Tous les follicules ayant au moins deux couches de cellules de la granulosa

(diamètre équivalent du follicule : 0,05 mm) sont mesurés pour déterminer la population totale des follicules en croissance.

Classification des follicules

Critères qualitatifs

Un follicule présentant plus de 5 pycnoses dans les cellules de la granulosa (6) (Photo 5) ou une déformation de la membrane de l'ovocyte (MARIANA, comm. pers.) (Photos 3 et 4) est considéré comme atrétique. Les follicules dans lesquels l'atrésie est très avancée (Photo 6) et présentant ainsi un très grand nombre de figures pycnotiques, une désintégration des noyaux des cellules de la granulosa, n'ont pas été analysés.

En définissant l'atrésie de cette manière, on a surtout caractérisé le début de l'atrésie et le passage de l'état normal au stade atrétique (1).

Critères quantitatifs

Pour étudier la distribution de l'effectif total des follicules en croissance, un regroupement des follicules en 26 classes de taille est effectué (4). Les limites supérieures des classes sont en progression géométrique de raison 1,44.

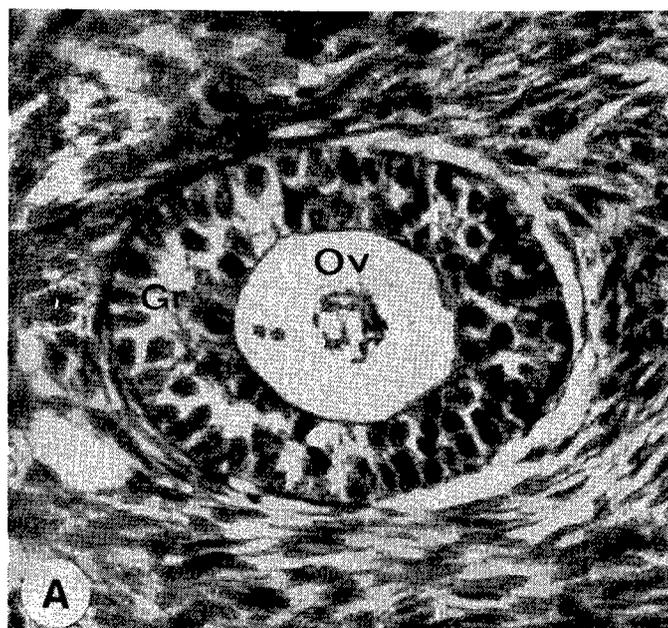


Photo 1 : Follicule normal à 2-3 couches de cellules de granulosa (Gr) (taille : 276 μ).

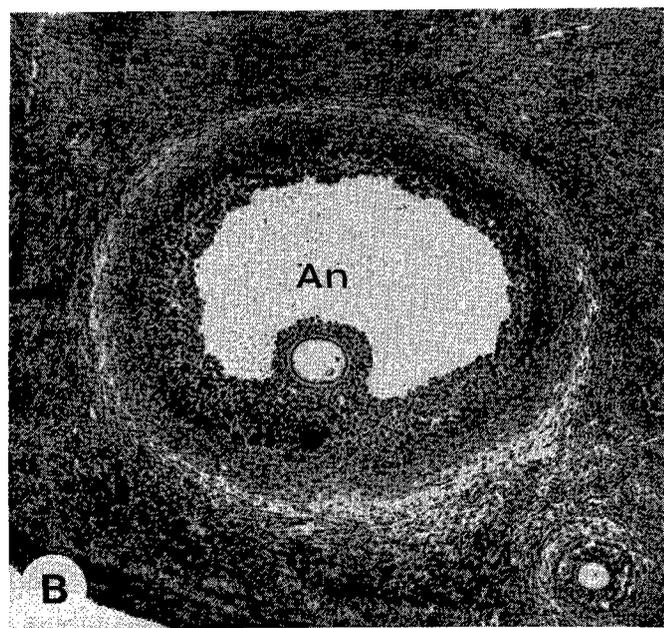


Photo 2 : Follicule normal à antrum (An) (taille : 800 μ).

RÉSULTATS

La comparaison des différentes distributions des follicules a été réalisée au moyen du test Khi^2 (2).

Les follicules totaux

Les follicules ayant au moins deux couches de cellules de la granulosa ont été dénombrés ; l'effectif moyen des follicules par ovaire est de $254,5 \pm 62,9$ ($x \pm$ s.e.m.).

La distribution des effectifs folliculaires par classe de taille (Fig. 1) est différente de manière significative ($P < 0,001$) d'un animal à l'autre, mais le profil de cette distribution reste similaire d'un individu à un autre. Aussi, l'histogramme des effectifs folliculaires moyens par classe de taille montre trois groupes :

- le premier, qui va des classes initiales 1 à 5 (diamètre folliculaire équivalent compris entre 0,051 mm et 0,126 mm) ;
- le deuxième, qui regroupe les classes initiales 6 à 12 (diamètre folliculaire équivalent compris entre 0,127 mm et 0,452 mm) ;
- le troisième, qui va des classes initiales 13 à 26 (diamètre folliculaire équivalent compris entre 0,453 et 5,803 mm).

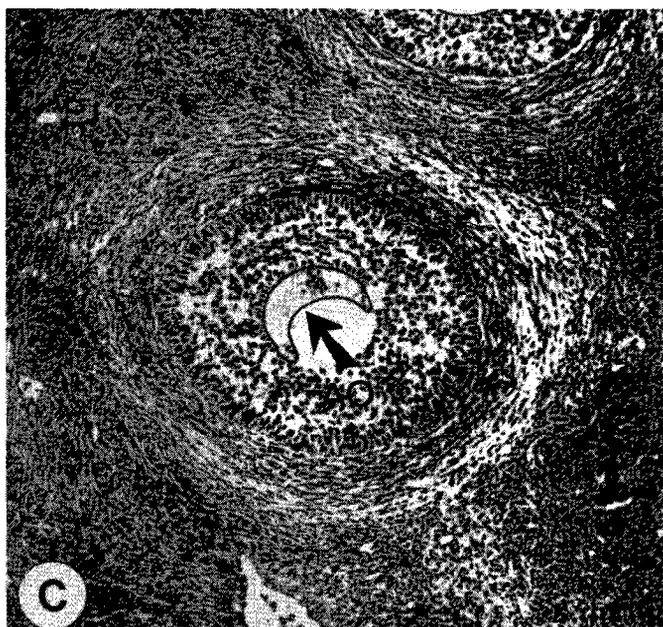


Photo 3 : Follicule sans antrum avec l'atrésie de l'ovocyte (AO) (taille : 567 μ).

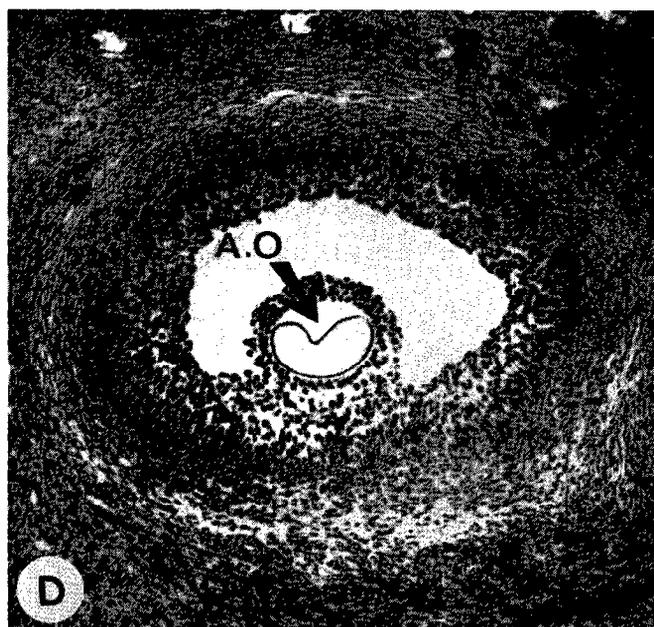


Photo 4 : Follicule à antrum présentant une atrésie de l'ovocyte (AO) (taille : 783 μ).

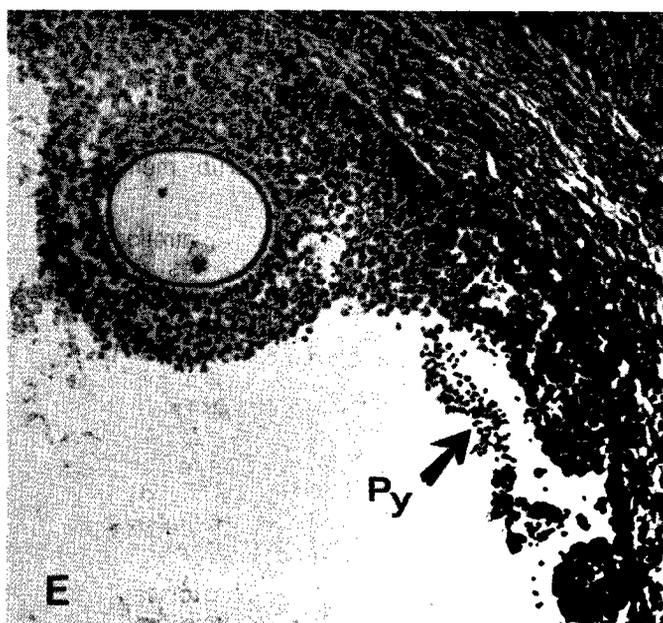


Photo 5 : Follicule à antrum présentant des pycnoses dans l'antrum et la granulosa (Py).

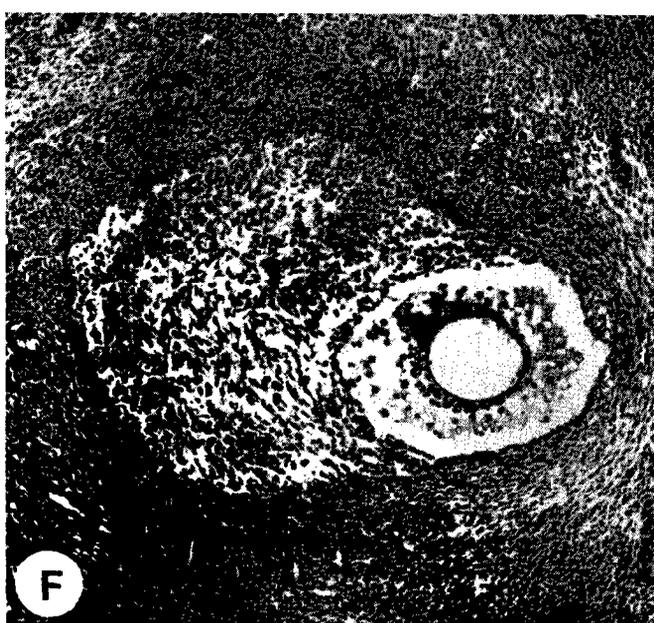


Photo 6 : Follicule à antrum avec atrésie très avancée : la granulosa est complètement dégénérée (Gd) (taille 865 μ).

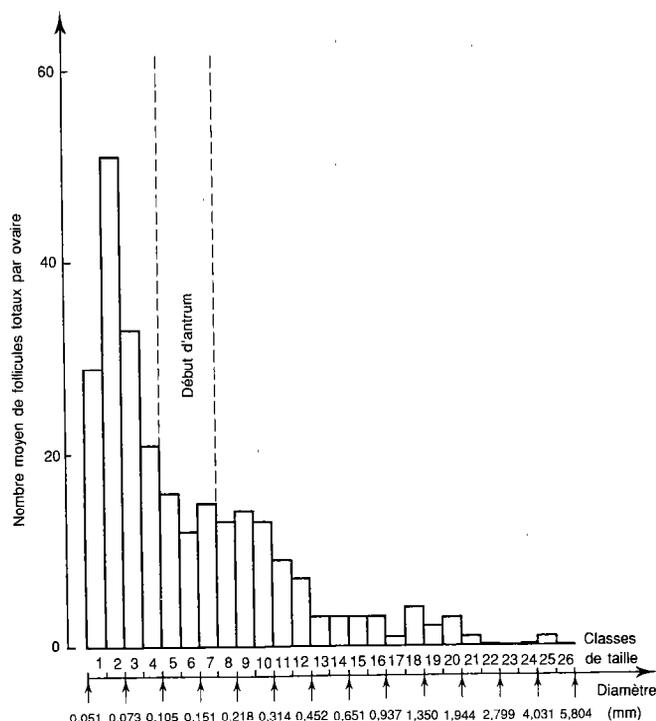


Fig. 1 : Distribution de l'effectif total des follicules par classe de taille.

Ces trois groupes ont en moyenne : $149 \pm 59,5$, $81,3 \pm 11,9$ et $23,8 \pm 4,6$ follicules respectivement (Tabl. I).

Les follicules normaux

L'effectif moyen des follicules normaux par ovaire est de $244,5 \pm 63$ ($x \pm$ s.e.m.) réparti comme suit : $149,5 \pm 59,5$ follicules ($x \pm$ s.e.m.) pour le premier groupe ; $80,8 \pm 11,8$ follicules ($x \pm$ s.e.m.) pour le deuxième et $14,3 \pm 4,5$ follicules pour le troisième groupe (Tabl. I). La distribution de l'effectif des follicules normaux est significativement différente entre les animaux ($P < 0,001$).

TABLEAU I Nombre moyen de follicules totaux, normaux et atrétiques par ovaire et par classe de taille.

Numéro des classes initiales	Classe de taille Diamètre (mm)	Nombre moyen de follicules totaux	Nombre moyen de follicules normaux	Nombre moyen de follicules atrétiques
1-5	0,05 - 0,126	$149,5 \pm 59,5$	$149,5 \pm 59,5$	0
6-12	0,127-0,452	$81,3 \pm 11,9$	$80,8 \pm 11,8$	$0,50 \pm 0,29$
13-26	0,453-5,803	$23,8 \pm 4,6$	$14,3 \pm 4,5$	$9,50 \pm 4,5$

Les follicules à antrum

Leur nombre moyen est de $51,5 \pm 9,9$ ($x \pm$ s.e.m.) par ovaire. La taille du plus petit follicule à antrum est comprise entre 0,126 mm et 0,151 mm de diamètre. Cette taille coïncide avec la limite des groupes 1 et 2 définis précédemment (Fig. 1).

Les follicules atrétiques

L'effectif moyen des follicules atrétiques est de $10,0 \pm 3,3$ follicules par ovaire ($x \pm$ s.e.m.) ; il représente ainsi 4 p. 100 de l'effectif total des follicules en croissance. Si l'on considère les follicules à antrum seuls, le taux d'atrésie est de 19 p. 100. Ce taux est également différent dans chaque classe. Il est nul dans le premier groupe (diamètre compris entre 0,051 mm et 0,126 mm), c'est-à-dire avant la formation de l'antrum, passe à 0,6 p. 100 dans le deuxième groupe (diamètre compris entre 0,127 mm et 0,452 mm) et est très élevé (40 p. 100) dans le troisième groupe (diamètre compris entre 0,452 mm et le stade préovulatoire) (Tabl. I).

DISCUSSION

Dans cette étude un seul ovaire par animal a été analysé en raison de la forte similitude d'effectif total et de distribution par classe de taille des follicules, existant entre les deux ovaires d'un même animal chez la brebis (1).

Les effectifs des follicules normaux et atrétiques de la brebis Peul sont comparables à ceux des autres races ovines étudiées (respectivement 245 et 10 follicules chez la brebis Peul contre 113 à 200 et 6,8 chez la race Ile-de-France, 197 à 227 et 10 chez la race Romanov (1, 4). Il en est de même de la taille minimale des follicules à partir de laquelle l'antrum et l'atrésie apparaissent (respectivement 0,13 à 0,15 mm et 0,31 mm chez la brebis Peul contre 0,15 mm et 0,43 mm chez les races D'Man et Timahdite, 0,17 à 0,24 mm et 0,36 mm chez les races Romanov et Ile-de-France).

La distribution des follicules en croissance dans l'ovaire de la brebis Peul présente trois modes. Cette observation est conforme à celles déjà rapportées par CAHILL (1) chez les brebis Romanov et Ile-de-France et par LAHLOU-KASSI et MARIANA (4) chez les races D'Man et Timahdite (Maroc).

Le premier groupe correspond au premier mode (diamètre équivalent des follicules compris entre

0,05 mm et 0,13 mm). Il ne comprend que des follicules préantraux (l'antrum apparaît seulement pour une taille variant entre 0,13 mm et 0,15 mm de diamètre), dont la vitesse de croissance est très lente. En effet, d'après CAHILL (1), un follicule en début de croissance (diamètre équivalent égal à 0,05 mm) met environ 4 mois pour passer au stade début antrum (diamètre équivalent égal à 0,20 mm). L'effectif des follicules estimé dans la première classe correspond probablement à une accumulation des follicules préantraux du fait de leur vitesse de sortie de cette classe qui est très faible.

Le **deuxième groupe** correspond au deuxième mode (diamètre équivalent compris entre 0,13 mm et 0,45 mm). Il est caractérisé par l'apparition de l'antrum et de l'atrésie. Du fait de l'existence de l'antrum, la vitesse de croissance des follicules dans ce groupe devient nettement supérieure à celle de la précédente (27 jours contre 4 mois) (1, 9). On peut donc supposer que les follicules quittent plus souvent ce groupe pour le suivant, ce qui explique l'observation d'un nombre plus faible de follicules dans le groupe 2 par rapport au groupe 1.

Le **troisième groupe** (diamètre équivalent compris entre 0,45 mm et 5,8 mm) est surtout réduit par l'atrésie (taux d'atrésie = 40 p. 100), mais aussi par le nombre de follicules quittant cette classe par ovulation, en moyenne tous les 17 jours chez la brebis Peul (11).

Cette similitude entre la brebis Peul bicolore et les autres races ovines suggère que le renouvellement et la croissance des follicules ovariens obéissent aux mêmes lois de régulation, indépendamment de la race ou du climat.

Toutefois, la distribution par classe de taille des follicules totaux en croissance varie d'un animal à l'autre. Ce phénomène a été également observé chez la vache par MONNIAUX (7). Il est probablement d'ordre génétique et pourrait résulter soit d'une différence du nombre ou de la qualité du stock des follicules primordiaux mis en place pendant la vie

embryonnaire, soit d'une différence de « gestion » des follicules en croissance (vitesse de croissance, taux d'atrésie) (7).

L'existence d'une variabilité individuelle de l'état ovarien chez la brebis Peul suggère qu'un traitement de superovulation chez cette race peut aboutir à une importante variation de la réponse de l'ovaire, comme cela a été montré chez la vache (7) et les autres races ovines (3).

Il est important de compléter cette étude par la connaissance des équilibres endocriniens qui contrôlent la croissance et la maturation des follicules ovariens chez la brebis Peul.

CONCLUSION

Cette étude montre que la structure de l'ovaire et le modèle de distribution des follicules chez la brebis Peul vivant sous les tropiques et placée dans de bonnes conditions d'alimentation sont comparables à ceux des autres races ovines africaines et européennes connues. Ceci suggère que le renouvellement et la croissance des follicules ovariens obéissent aux mêmes lois de régulation, indépendamment de la race ou du climat.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. Issoufou HAINIKOYE et Mlle Monique OTTOGALI pour leur assistance technique. Ce travail a bénéficié des aides financières du ministère français de la Coopération et de la Fondation Internationale pour la Science (Suède).

YENIKOYE (A.), MARIANA (J.C.). Ovarian follicle population in the Peul ewe. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 243-248.

The number of growing ovarian follicles as well as their distribution according to their size were studied in 4s bicolor Peul ewes. The average number of the total growing follicles for each ovary was $254,5 \pm 62,9$. The average numbers of normal, antral and atretic follicles for each ovary were $244,5 \pm 63$, $51,5 \pm 9,9$ and $10 \pm 3,3$, respectively. The distribution of growing follicles was trimodal i.e. the first mode included follicles with a diameter between 0.05 and 0.13 mm ; the second mode included follicles with a diameter between 0.13 and 0.45 mm ; the third mode included follicles with a diameter between 0.45 and 5.8 mm. The minimal sizes of follicles from which the antrum and atresia appeared were 0.13 and 0.31 mm, respectively. These results show that there is a similitude between the structure of Peul ewe ovary and that of other known ewe breeds. Moreover it is suggested that the growth and renewal of ovarian follicles follow the same regulation patterns, irrespectively of climate and ewe breed. *Key words* : Ewe - Peul sheep - Ovary - Follicle - Size - Niger.

YENIKOYE (A.), MARIANA (J.C.). Población de folículos ovaricos de la oveja Peul. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 243-248.

Los efectivos de los folículos ovaricos en desarrollo y su reparto en clase de tamaño fueron estudiados para cuatro ovejas de raza « Peul bicolor ». El efectivo medio de la totalidad de los folículos en desarrollo es $254,5 \pm 62,9$ para cada ovario. Los números medios de los folículos normales con antrum y los atréticos son respectivamente : $244,5 \pm 63$; $51,5 \pm 9,9$ y $10 \pm 3,3$ para cada ovario. El reparto de los folículos es trimodal : grupo primero mostrando folículos con un diametro comprendido entre 0,05 y 13 mm ; grupo secundo mostrando folículos con un diametro comprendido entre 0,13 y 0,45 mm ; grupo tercero mostrando folículos con un diametro comprendido entre 0,45 y 5,8 mm. Los tamaños minimales de los folículos desde los cuales el antrum y la atresia aparecen son respectivamente de 0,13 y 0,31 mm. Los resultados muestran que hay una similitud entre la estructura del ovario de la oveja Peul y las otras razas ovinas conocidas, además sugieren que la renovación y el crecimiento de los folículos ovaricos obedecen a las mismas leyes de regulación independiente de la raza y del clima para la oveja. *Palabras claves* : Oveja Peul - Ovarico - Folículo - Tamaño - Niger.

BIBLIOGRAPHIE

1. CAHILL (L.P.). Studies of folliculogenesis in the sheep. Thèse Doct. Sci. Nat., Univ. Paris-VI, 1979.
2. CONOVER (W.J.). Practical nonparametric statistics. New York, John Wiley, 1980.
3. DRIANCOURT (M.A.). Ovarian features contributing to the variability of PMSG-induced ovulation rate in sheep. *J. reprod. Fert.*, 1987, 80 : 207-212.
4. LAHLOU-KASSI (A.), MARIANA (J.C.). Ovarian follicular growth during the oestrous cycle in two breeds of ewes of different ovulation rate, the D'Man and the Timahdite. *J. reprod. Fert.*, 1984, 72 : 301-310.
5. LAHLOU-KASSI (A.), MARIE (M.). A note on ovulation rate and embryonic survival in D'Man ewes. *Anim. Prod.*, 1981, 32 : 227-229.
6. MARIANA (J.C.). Croissance folliculaire normale et provoquée chez la rate. In : SALAT-BARROUX (J.), THIBAUT (C.). Période péri-ovulatoire. Paris, Masson, 1984.
7. MONNIAUX (D.). Origine de la variabilité de la réponse ovulatoire à PMSG chez la génisse. Thèse Doct. 3e cycle, Paris-VI, 1982.
8. OLDHAM (C.M.). A study of sexual and ovarian activity in Merino sheep. Ph. D. Thesis, Univ. of Western Australia, 1980.
9. TURNBULL (K.E.), BRADEN (A.W.H.), MATTNER (P.E.). The pattern of follicular growth and atresia in the Ovine ovary. *Aust. J. biol. Sci.*, 1977, 30 : 229-241.
10. WHEELER (A.G.), LAND (R.B.). Seasonal variation in oestrus and ovarian activity of Finnish Landrace, Tasmanian Merino and Scottish Blackface ewes. *Anim. Prod.*, 1977, 24 : 363-376.
11. YENIKOYE (A.). Variations annuelles du comportement d'oestrus, du taux et des possibilités d'ovulations chez la brebis Peul du Niger. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1984, 24 (1) : 11-19.

O. Faugère ¹A.C. Dockes ²C. Perrot ²B. Faugère ¹

L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. I. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda

FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. I. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 42 (2) : 249-259.

Les auteurs présentent ici une partie des résultats du programme « pathologie et productivité des petits ruminants en milieu traditionnel » (ISRA/IEMVT-CIRAD), à partir desquels ils analysent les pratiques et les stratégies des éleveurs de petits ruminants dans la région de Kolda. La méthodologie utilisée s'appuie sur des enquêtes ponctuelles sur le terrain et l'analyse statistique des données micro-économiques recueillies lors d'un suivi hebdomadaire de 160 troupeaux de concession pendant une durée de 3 ans. Les enquêtes ont orienté le traitement des données, qui, à son tour a soulevé des questions et généré de nouvelles enquêtes auprès des acteurs concernés. Les auteurs décrivent ensuite les conditions de l'élevage des petits ruminants : milieu naturel (zone soudano-guinéenne), humain (petits villages peuls), systèmes de production où l'association entre agriculture et élevage est très poussée. Ils présentent les pratiques de conduite et de gestion économique des petits ruminants, qui divergent en saison sèche et pâturent généralement au piquet en saison des pluies. Les niveaux de complémentation alimentaire sont faibles et la reproduction peu maîtrisée. Le rôle de l'élevage des petits ruminants (abattages festifs, épargne mobilisable en cas de besoin par la vente ou le troc d'animaux, capitalisation progressive par le troc d'ovins ou de caprins contre des bovins) est illustré par les résultats du suivi. *Mots clés* : Ovin - Caprin - Méthode d'élevage - Conduite du troupeau - Association agriculture-élevage - Système de production - Économie de l'élevage - Sénégal.

INTRODUCTION

Cette série d'études sur les petits ruminants conduits en élevage traditionnel au Sénégal expose les résultats obtenus grâce à un suivi régulier de troupeaux villageois dans trois régions du pays : Kolda (Sud, zone soudano-guinéenne), Nioro (Centre, zone soudanienne), Louga (Nord, zone sahélienne).

Ce système, dénommé Panurge, a été mis au point à partir de 1983 dans le cadre des accords de coopération (programme « pathologie et productivité des petits ruminants ») entre l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) et l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT-CIRAD).

1. Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

2. INRA-SAD, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France.

Reçu le 03.04.90, accepté le 11.09.90

Le suivi continu permet de recueillir des informations fiables et précises relatives aux aspects zootechniques, sanitaires et économiques, afin d'évaluer la productivité des systèmes d'élevage de petits ruminants et en saisir les principales causes de variation.

Les pratiques d'élevage constituent le cadre général d'interprétation des résultats du contrôle de performances. Leur analyse permet de comprendre les stratégies mises en oeuvre par les éleveurs pour tirer parti des performances de leur cheptel et atteindre leurs objectifs. La connaissance de ces stratégies est indispensable à toute réflexion sur l'amélioration des systèmes d'élevage concernés.

C'est pourquoi les trois premiers articles de cette série (un par région d'étude) s'intéressent en premier lieu aux conditions de la production et à son utilisation, plutôt qu'à son élaboration ; les performances comparées des petits ruminants dans ces systèmes d'élevage seront, quant à elles, analysées dans les articles suivants.

Cet article, premier de la série, concerne la région de Kolda, au sud du Sénégal (moyenne Casamance). Après avoir présenté la méthodologie utilisée, on décrira les conditions de l'élevage des petits ruminants dans cette zone, puis les pratiques de conduite et de gestion des ovins et caprins, en les illustrant par les résultats du suivi.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie générale du suivi a déjà été décrite (4, 5, 7) ; seuls les points spécifiques de l'étude des pratiques et stratégies des éleveurs sont précisés ici.

En moyenne Casamance, le suivi concerne la totalité des troupeaux de 20 villages, situés dans un rayon de 20 km autour de la ville de Kolda (20 000 habitants), soit environ 1 200 à 1 900 ovins et caprins suivant les saisons, répartis en 160 troupeaux de concession. La concession, unité de résidence d'une famille de 5 à 30 personnes, sous l'autorité du chef de concession (généralement l'homme le plus âgé), constitue l'unité d'observation retenue.

Dans 10 villages, représentatifs de la diversité de l'échantillon suivi par leur dimension (nombre de concessions) et leur situation géographique, des enquêtes semi-directives ont été réalisées. Les questionnaires ouverts, proposés lors de réunions des chefs de concession du village, en présence de quelques femmes, ont permis de préciser la place des petits ruminants dans les systèmes de production de la région et d'appréhender les principales pratiques de conduite et de gestion économique des animaux.

D'autre part, dans 25 concessions de 5 des villages suivis, un second type d'enquêtes, plus directives, visant à connaître les structures de propriété au sein des concessions et la diversité des pratiques de conduite entre concessions a été réalisé. Ces enquêtes ont orienté le traitement des informations micro-économiques recueillies au cours du suivi.

La période étudiée débute en septembre 1984 et s'achève le 31 août 1987. Il a été choisi comme exercice des périodes s'étendant du 1er septembre d'une année au 31 août de l'année suivante, ce qui correspond à l'intervalle de temps entre deux récoltes de maïs (premières récoltes de l'année). A été éliminé de l'étude l'ensemble des animaux appartenant à des concessions dont le suivi a dû être interrompu, afin que les fluctuations des effectifs suivis puissent être interprétées.

Les conventions suivantes ont été adoptées :

— pour chaque exercice, le cheptel moyen présent est la moyenne des effectifs présents au début de chaque mois ;

— le taux d'exploitation est le nombre d'animaux sortis de la concession pour une cause dépendante de la volonté de l'éleveur*, rapporté au cheptel moyen présent ;

— le taux de renouvellement des femelles reproductrices est égal à la proportion de femelles en âge de se reproduire à la fin de l'exercice**, et qui n'étaient pas présentes et en âge de se reproduire au début de l'exercice.

Les éleveurs de la région ne pratiquant pas la traite des brebis et des chèvres, l'étude des pratiques de gestion économique peut se résumer à celle des flux d'animaux.

L'étude des stratégies d'exploitation des éleveurs se fait par le suivi des cohortes d'animaux nés pendant une durée de trois mois. On observe, tous les trois mois, à une date donnée, s'ils sont sortis des troupeaux et pour quelles raisons.

* C'est-à-dire autre que la mort, la disparition (assimilée à une mort), ou la reprise par son propriétaire d'un animal qu'il avait confié dans la concession.

** L'âge moyen à la première mise bas est de 14 mois pour les brebis et de 12 mois pour les chèvres (6).

Sur ces mêmes cohortes, le quotient d'exploitation a été calculé, par période de six mois (rapport du nombre d'animaux de la cohorte exploités pendant la période considérée au nombre d'animaux de la cohorte présents au début de la période).

L'indépendance entre les modes d'exploitation et l'espèce, le sexe ou l'âge des animaux a été testée par χ^2 .

Des analyses de variance ont permis de tester l'effet de ces mêmes facteurs sur les prix de vente ou d'achat des petits ruminants.

Enfin, pour atténuer les variations aléatoires des prix de vente des animaux, les courbes de prix ont été pondérées de la manière suivante :

$$PR_n = \frac{(NB_{n-1} \times P_{n-1} + NB_n \times P_n + NB_{n+1} \times P_{n+1})}{(NB_{n-1} + NB_n + NB_{n+1})}$$

PR_n étant le prix pondéré du mois n,

NB_n le nombre de ventes du mois n,

P_n le prix de vente moyen du mois n.

Enfin, les résultats de ces traitements informatiques ont soulevé des questions dont les réponses ont été recherchées sur le terrain, lors d'entretiens avec les acteurs concernés. Ainsi, des « aller et retour » entre enquêtes ponctuelles de terrain et traitement informatique de données recueillies au cours du suivi ont été effectués.

LES CONDITIONS DE L'ÉLEVAGE DES PETITS RUMINANTS

Environnement des exploitations

Milieu naturel

La région étudiée forme un vaste plateau de grès sablo-argileux, couvert d'une savane boisée à graminées vivaces et entrecoupé de vallées à écoulement temporaire (1, 9).

Les précipitations sont en moyenne de 950 mm par an, réparties de juin à octobre. Les importantes variations interannuelles ont des conséquences sur les rendements des principales cultures (maïs, mil, sorgho et riz pour les cultures vivrières, coton et arachide pour les cultures de rente).

ÉCONOMIE DE L'ÉLEVAGE

Les caractéristiques des années étudiées (1984 à 1987) sont décrites par la figure 1. Les années 1983 et 1984 ont connu un déficit pluviométrique important. Les rendements agricoles ont été trop faibles pour permettre aux familles d'assurer leur autosuffisance en céréales. En 1985, la pluviométrie n'a pas été plus abondante, mais elle était mieux répartie sur la saison. Les années 1986 et 1987 ont bénéficié d'une pluviométrie régulière et suffisante.

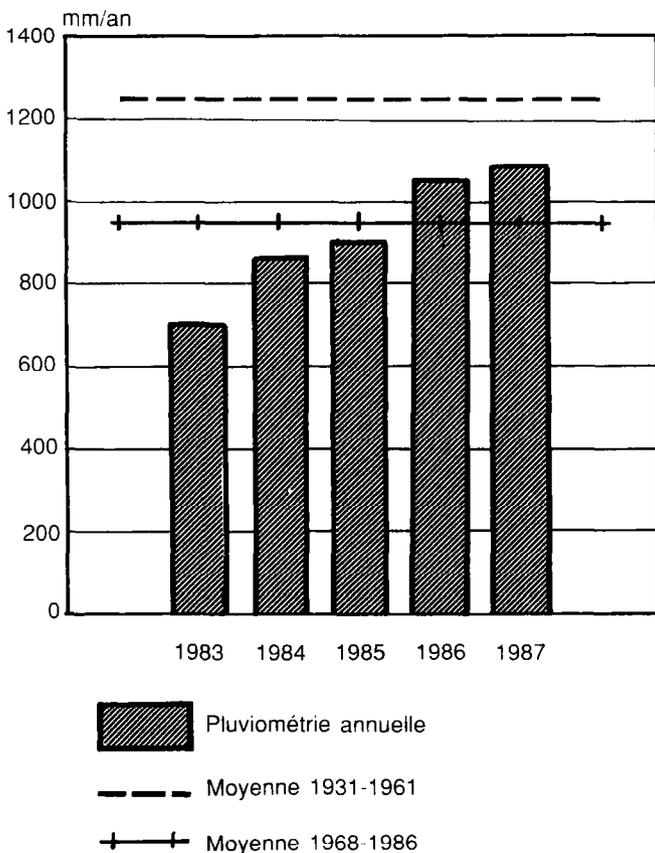


Fig. 1 : Pluviométrie annuelle à Kolda.

Milieu humain

Les densités de population relativement faibles (17 hab./km² en 1983 d'après DIATTA cité dans (3)) expliquent que peu de contraintes foncières pèsent sur la région.

Les Peul constituent l'ethnie majoritaire de l'ensemble des villages étudiés. Ceux-ci sont de petite dimension (moins de 10 concessions pour les deux tiers des villages suivis) et généralement situés en bordure de plateau, au centre de clairières, à proximité de bas-fonds cultivés en riz.

Les concessions sont dotées de manière très inégale en terres et en cheptel. La concession la mieux pourvue du village est souvent celle du chef de village (son fondateur ou l'un de ses descendants, qui distribue des terres aux familles désirant s'installer).

Les villageois pratiquent relativement peu d'activités extra-agricoles rémunératrices mais bénéficient parfois de compléments de revenu que leur procurent des parents émigrés en ville. Ce phénomène a néanmoins nettement moins d'importance que dans le nord et le centre du pays.

La ville de Kolda joue un rôle croissant dans l'économie villageoise :

- elle offre des débouchés importants au maraîchage et à l'élevage. L'essentiel des transactions concernant ces activités, qu'il s'agisse d'achats, de ventes ou de trocs, s'y déroule, soit au marché quotidien avec des particuliers, soit avec des marchands ;

- des relations étroites unissent citadins et villageois. Les premiers possèdent des animaux qu'ils confient aux seconds. Certains viennent travailler dans les villages en saison des pluies. La famille qui les emploie leur prête un champ, qu'ils peuvent semer en arachide.

Systèmes de production

Dans les villages peuls de haute Casamance, agriculture et élevage occupent des places complémentaires.

Système de culture

La saison des cultures s'étend du mois de mai (préparation des champs) au mois de janvier (récolte des variétés tardives de riz).

Les femmes cultivent seules les rizières de bas-fond et aident les hommes sur les champs de plateau. En saison sèche, elles s'occupent des jardins maraîchers.

Sur le plateau, les cultures sont d'autant plus intensives qu'elles sont proches du village. Les champs de céréales sont gérés par le chef de concession. Le maïs, plante à cycle court, est semé à proximité immédiate des concessions et récolté dès la fin du mois d'août. Il permet d'assurer aux familles la soudure alimentaire entre la fin des stocks précédents et les récoltes de mil et sorgho qui seront conservées et consommées au cours de l'année. Les cultures de rente sont souvent individuelles. Chaque homme peut en cultiver un champ et gérer librement le revenu qu'il obtient. Ces cultures procurent l'essentiel du revenu monétaire dont disposent les familles.

O. Faugère, A.C. Dockes, C. Perrot, B. Faugère

Systemes d'élevage

La quasi-totalité des concessions possède des animaux (volailles, caprins et ovins), mais seulement la moitié d'entre elles dispose de bovins (les ânes sont relativement rares et les chevaux, qui résistent mal à la trypanosomiase, exceptionnels). Les ruminants sont de races trypanotolérantes et de petit format (ovins de type Djallonké, caprins nains de type Guinéen) (6). Le poids adulte (à la quatrième mise bas) des brebis comme des chèvres est de 25 kg (6).

Association entre agriculture et élevage

Elle est très poussée. En saison sèche, les bovins sont parqués la nuit sur les champs les plus proches des concessions. Les déjections des petits ruminants sont plutôt utilisées dans les rizières et les jardins des familles qui possèdent des bovins, sur les champs de maïs pour les autres.

La culture attelée se développe depuis une dizaine d'années, pour les labours et les semis. Un tiers des concessions dispose de boeufs de trait.

L'espace agricole fournit une part importante de l'alimentation des animaux, qui disposent des résidus de culture en saison sèche et des jachères en saison des pluies.

L'élevage a, en tant que tel, des **fonctions économiques** importantes :

— les vaches sont traites (mais pas les chèvres ni les brebis), le lait est autoconsommé et parfois vendu ;

— les bovins constituent un capital productif de lait, de travail et de fumure. Chacun cherche à en obtenir, mais, lorsque l'on n'en hérite pas, l'accès à ce niveau de capitalisation est difficile (il se réalise souvent par des trocs de petits ruminants contre une génisse) ;

— l'élevage doit constituer une épargne mobilisable partiellement en cas de besoin (achat de vivres, de médicaments, de vêtements...) ; les éleveurs cherchent donc à posséder des animaux de valeurs diverses pour répondre à des besoins divers.

L'élevage joue également un **rôle social** important au sein des villages :

— les abattages sont fréquents lors de cérémonies religieuses ou familiales ;

— les animaux constituent l'essentiel de la dot des femmes ;

— les familles disposant de grands troupeaux peuvent fumer ou labourer les terres des autres ou leur confier des petits ruminants. La famille qui reçoit un animal peut garder le produit d'une mise bas sur trois et ainsi se constituer un troupeau. La famille bénéficiaire va

généralement travailler sur les terres de l'autre. Des liens de solidarité, mais aussi de dépendance, se nouent ainsi.

PRATIQUES DE CONDUITE ET D'EXPLOITATION

Conduite des petits ruminants

La conduite des troupeaux est l'ensemble des pratiques mises en oeuvre par les éleveurs « en vue d'assurer l'entretien de leurs animaux et de les mettre en condition de réaliser les performances qu'ils en attendent » (8).

Alimentation

Les petits ruminants quittent les concessions tous les matins ; ils exploitent au cours de l'année différentes parties du finage villageois.

Dès la fin des récoltes, et durant toute la saison sèche, ils divaguent librement sur les résidus des cultures de plateau puis dans les bas-fonds. En saison des cultures, ils sont généralement attachés au piquet sur les jachères. Certaines concessions, qui possèdent de grands troupeaux et une main-d'oeuvre abondante, font pâturer leurs petits ruminants sous la garde d'un berger, sur les jachères ou en forêt. Cette pratique procure, au dire des éleveurs, une meilleure alimentation aux animaux.

Dans 18 des 25 concessions enquêtées, les petits ruminants reçoivent, outre les résidus de cuisine quotidiens à partager avec la volaille, des fanes d'arachide. Les quantités et les durées de distribution sont très variables (d'une poignée à un litre par animal et par jour, pendant un à quatre mois) et dépendent des disponibilités des familles (à la différence des zones sahéliennes, les paysans de la région n'achètent jamais de fanes). Les quantités distribuées sont toujours faibles.

En saison sèche, quand les mares temporaires sont asséchées, les femmes puisent l'eau nécessaire aux petits ruminants, qui sont ainsi abreuvés deux à trois fois par jour. En saison des pluies, les animaux au piquet sont abreuvés de la même manière une à deux fois par jour, les autres trouvent des mares sur leur passage.

Logement

Les pratiques sont assez variables suivant les concessions : les animaux sont logés sous les toits des cases ou dans des abris sur caillebotis. Les abris des caprins sont munis d'un toit, ceux des ovins, que les éleveurs pensent plus résistants à la pluie, n'en ont pas. Les ovins et caprins sont toujours séparés.

Pour chaque espèce, plusieurs modes de logement peuvent coexister dans la même concession.

Reproduction

La reproduction est essentiellement sous l'influence des autres pratiques d'élevage (divagation, exploitation précoce des mâles...). Il faut cependant souligner quelques points :

- les mâles reproducteurs sont jeunes (d'après les résultats du suivi, moins de 10 p.100 des mâles atteignent l'âge de 12 mois pour les caprins et 18 mois pour les ovins). Les éleveurs ne gardent au plus qu'un ou deux mâles entiers de plus de 7 mois par troupeau de concession. De nombreuses familles ne possèdent pas de reproducteurs. En saison sèche, celles-ci cherchent à lâcher leurs femelles dans la même direction que les plus beaux mâles du village ; en saison des pluies, elles peuvent obtenir des prêts de reproducteurs pour la nuit ;

- les femelles reproductrices constituent un noyau plus stable. Néanmoins, le taux de renouvellement de cette population varie, suivant les années, de 45 à 50 p.100 pour les chèvres et de 35 à 45 p.100 pour les brebis ;

- si plus de 90 p. 100 des mâles d'un troupeau y sont nés, en revanche, 30 p. 100 des femelles viennent de l'extérieur et permettent donc un relatif brassage génétique.

Démographie des troupeaux

Fluctuations des effectifs

La figure 2 représente les fluctuations des effectifs suivis (à nombre de troupeaux constant sur la période d'étude).

On constate chaque année une montée progressive des effectifs entre octobre et juin, qui correspond à la période de mise bas. Elle est suivie d'une chute rapide (de 30 à 40 p. 100 pour les mâles, 15 p. 100 pour les brebis et 10 p. 100 pour les chèvres) entre juin et septembre, qui correspond à la période d'exploitation intensive (cf. infra) et à une recrudescence annuelle des pathologies fatales.

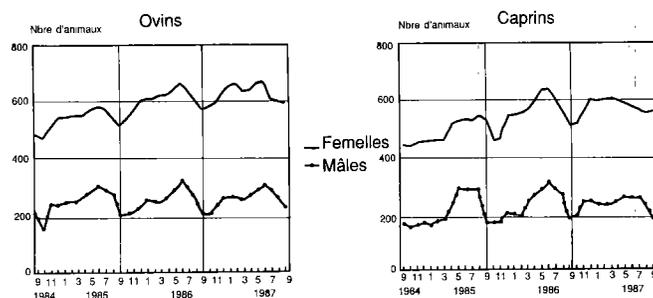


Fig. 2 : Fluctuations des effectifs.

On remarque d'autre part, sur les trois ans, un accroissement progressif des effectifs de près de 20 p.100.

Pyramides des âges

L'importance des fluctuations d'effectifs incite à comparer la structure de la population à une date où l'effectif est maximal (soit au 31 mai 1985) et à une date où il est minimal (au 31 août 1985). Les résultats sont présentés à la figure 3.

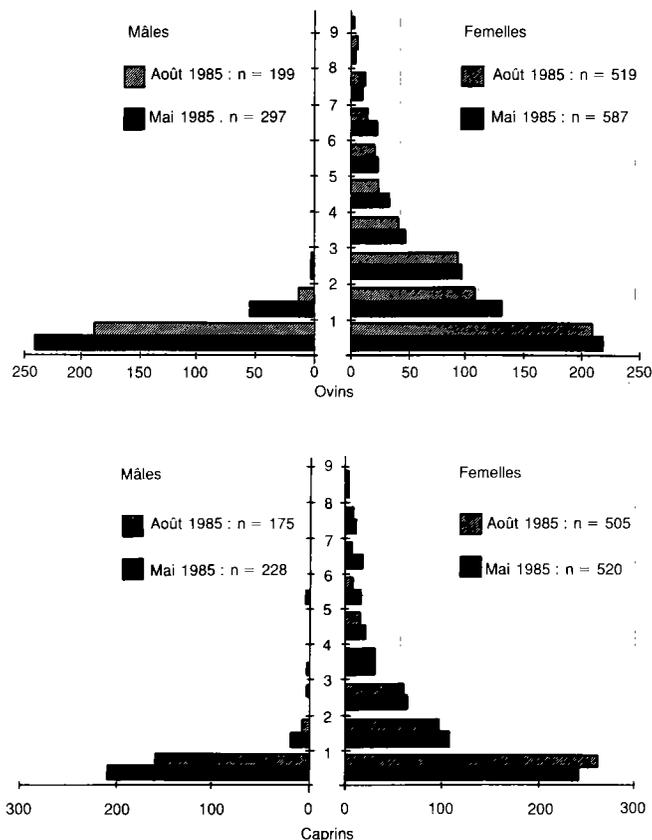


Fig. 3 : Pyramides des âges.

O. Faugère, A.C. Dockes, C. Perrot, B. Faugère

La base large des pyramides dénote une fécondité élevée des femelles, et en particulier des chèvres, ce qui est confirmé par l'analyse des performances de reproduction (6).

L'absence de mâles de plus d'un an est nette aux deux dates pour les caprins et seulement au 31 août pour les ovins. Entre les deux dates, les mâles ont été très fortement exploités, les jeunes femelles ont été moins touchées.

Gestion économique des troupeaux

Structures de propriété

Statut socio-familial des propriétaires

Dans les villages étudiés, tout individu, homme ou femme, peut posséder des petits ruminants. Dans la mesure où ses objectifs ne mettent pas en cause l'équilibre économique de la concession, chacun peut exploiter librement son cheptel (mais ce sont toujours les hommes qui réalisent les transactions, éventuellement pour le compte d'une femme). En revanche, quand l'intérêt de l'ensemble de la concession est en jeu, le chef de concession peut décider d'exploiter un animal qui appartient à l'un de ses dépendants.

D'après les enquêtes dans les concessions, 40 p.100 des femmes et 60 p.100 des hommes ne possèdent ni ovins, ni caprins. Les femmes sont propriétaires de la majorité des petits ruminants (60 p.100). Elles déclarent préférer les caprins, dont elles détiennent 75 p.100 des effectifs, alors qu'elles ne sont propriétaires que de 40 p.100 des ovins.

Les cheptels individuels sont de petite dimension (1 à 5 têtes).

Inégalités entre concessions

Les troupeaux de concession, qui regroupent l'ensemble des cheptels individuels des membres de la concession, sont de taille très inégale ainsi que l'illustre la figure 4, réalisée d'après les 160 concessions étudiées. Dans 68 p.100 des concessions, les troupeaux comptent moins de 10 petits ruminants ; elles ne regroupent que 31 p.100 des effectifs.

Les troupeaux de concession sont souvent bi-spécifiques (66 p.100 des concessions). Lorsqu'une seule espèce est représentée, les troupeaux sont généralement petits (80 p.100 d'entre eux comptent moins de 5 individus).

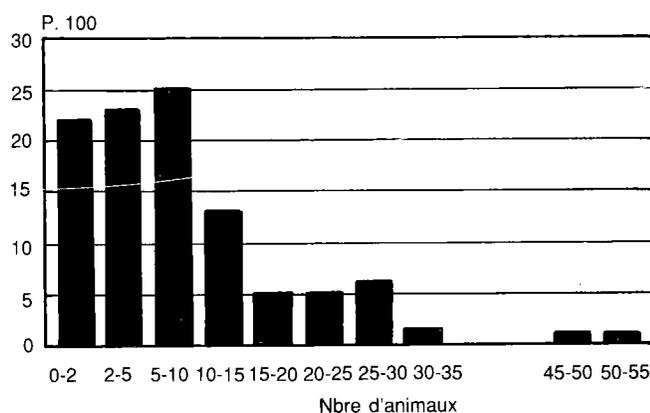


Fig. 4 : Pourcentage de concessions par classe de dimension de troupeaux (effectif moyen de septembre 1984 à août 1985).

Les familles les plus riches en terre et en cheptel sont généralement les plus grandes (celles dont les hommes trouvent à se marier et restent au village). Les inégalités entre concessions sont donc en partie masquées quand on observe le cheptel moyen par adulte présent, qui ne varie qu'entre 1,5 et 2,5.

Stratégies d'exploitation

Mis à part la mort, les principales causes de sortie des troupeaux sont la vente, le troc, l'abattage et les départs en confiage.

Les taux d'exploitation sont toujours assez élevés :

— septembre 1984-avril 1985 : ovins 58 p. 100, caprins 70 p. 100 ;

— septembre 1985-août 1986 : ovins 52 p. 100, caprins 69 p. 100 ;

— septembre 1986-août 1987 : ovins 48 p. 100, caprins 63 p. 100.

L'exercice 1984-1985 a été particulièrement difficile pour les éleveurs, qui ont dû exploiter une part importante de leur cheptel pour acheter des céréales.

Les ventes, trocs et abattages apparaissent relativement groupés sur une période de l'année (Fig. 5) ; en effet :

— les abattages ont en majorité lieu lors de la fête de la Tabaski (fête musulmane, Aïd El Kebir, qui commémore le sacrifice d'Abraham, à l'occasion de laquelle chaque famille doit abattre un ovin). Cette fête, mobile dans le calendrier grégorien, a eu lieu pour les années concernées par l'étude les 6 septembre 1984, 27 août 1985, 16 août 1986 et 6 août 1987. Le premier exercice étudié a donc connu deux Tabaski, ce qui explique en partie les forts taux d'exploitation rencontrés ;

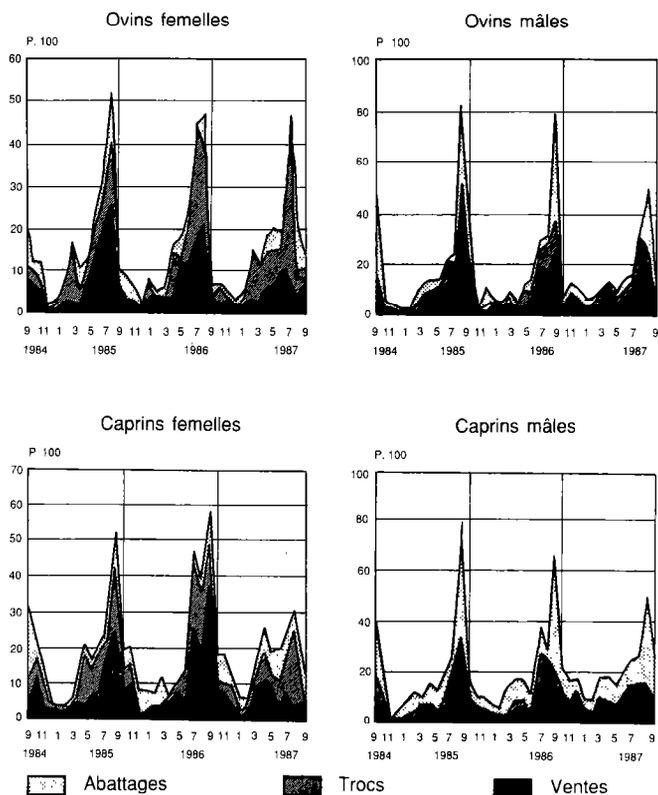


Fig. 5 : L'exploitation du cheptel.

— les trocs et les ventes des deux premiers exercices sont principalement concentrés sur la période de soudure alimentaire entre la fin des stocks et les récoltes de maïs suivantes ; ils cessent en septembre ;

— l'année 1987 fait suite à une bonne saison des pluies, les paysans n'ont pas connu de difficultés importantes à la soudure, les ventes et les trocs sont plus étalés sur l'année, et les ventes moins nombreuses ;

— le pic de vente des chèvres, au mois d'août 1986, s'explique par le passage d'une épizootie (peste de petits ruminants) : les éleveurs ont déclaré avoir préféré vendre leur cheptel plutôt que de le voir mourir.

La comparaison de l'évolution de deux cohortes, d'ovins mâles, l'une née entre septembre et novembre 1984, l'autre entre mars et mai 1985, permet de préciser les stratégies d'exploitation. La figure 6 montre l'évolution de ces deux cohortes. Les ovins de la première cohorte sont massivement exploités entre juin et septembre 1985, soit au cours de leur première saison des pluies. Ceux de la seconde sont trop jeunes pour être exploités pendant la première période de soudure, ils le seront l'année suivante.

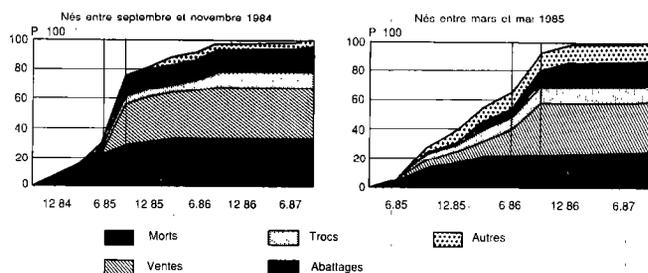


Fig. 6 : Devenir de deux cohortes d'ovins mâles.

Les éleveurs mobilisent donc leur épargne, constituée de petits ruminants, quand ils en éprouvent le besoin, et non en fonction d'un objectif de production zootecnique lié à un âge ou à un format donnés. Ainsi, suivant leur date de naissance, les animaux seront exploités à des âges différents. La figure 7 représente les quotients d'exploitation de ces mêmes béliers à différents âges. La première cohorte est surtout exploitée entre 6 et 12 mois (soit au cours de la période de soudure 1985), puis entre 18 et 24 mois (soudure 1986), la seconde entre 12 et 18 mois (soudure 1986). Les éleveurs effectuent cependant un choix de l'animal à exploiter en fonction du mode d'exploitation choisi.

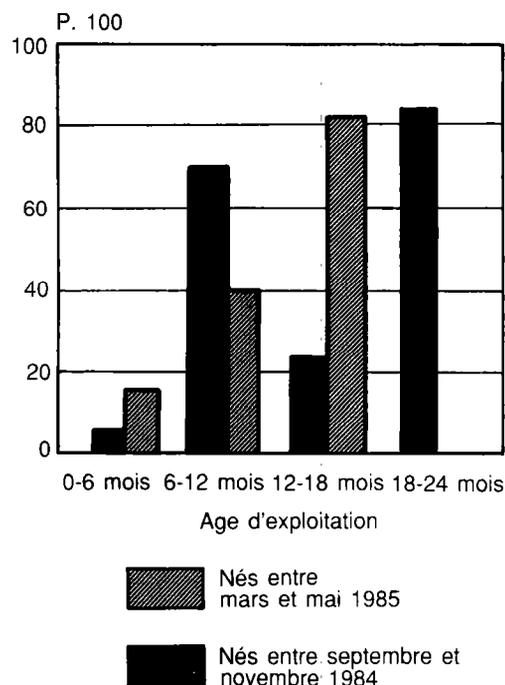


Fig. 7 : Quotients d'exploitation des ovins mâles.

O. Faugère, A.C. Dockes, C. Perrot, B. Faugère

Les abattages répondent à des obligations sociales (Tabaski, fêtes religieuses ou familiales) et sont relativement incompressibles d'une année sur l'autre (comme le montre la figure 5).

La Tabaski 1987 semble avoir connu un peu moins d'abattages que les précédentes. Certains éleveurs ont déclaré avoir eu les moyens, cette année-là, d'acheter un animal, quelques jours avant la fête, pour l'abattre à cette occasion. Ces animaux ont totalement échappé au suivi.

Lorsqu'ils doivent abattre un animal, les éleveurs choisissent généralement un mâle. En dehors du jour de la Tabaski, ils utilisent plus fréquemment un caprin (qui serait moins bien valorisé à la vente qu'un ovine).

Les mâles sont abattus à des âges différents suivant l'espèce : 35 p. 100 des abattages de caprins concernent des animaux de moins de 6 mois et 18 p. 100 des animaux de plus d'un an, alors que ces chiffres sont respectivement de 8 p. 100 et 48 p. 100 pour les ovines, qui sont abattus dans les occasions jugées importantes par la famille.

Les ventes subissent en revanche d'importantes variations interannuelles, liées aux besoins des familles. Les ventes des mois de juillet et août 1985 et 1986 (Fig. 5) correspondent plutôt à des ventes de soudure (destinées à l'achat de vivres) qu'à des ventes spéculatives à l'approche de la Tabaski.

Les fluctuations mensuelles des prix de vente sont représentées par la figure 8. Toutefois, ces prix ne représentent pas strictement l'état du marché (comme le feraient des prix au kilogramme), car ce sont des moyennes de prix d'animaux vendus au cours d'un mois, étant entendu que la répartition par classe d'âge des individus concernés peut varier suivant les saisons.

La dépréciation des caprins et des brebis au cours de l'hivernage 1985 s'explique autant par l'abondance de l'offre que par le mauvais état des animaux après une saison sèche difficile. Malgré l'abondance de l'offre, le prix des béliers chute moins pendant cette période, les cours étant soutenus par la demande urbaine à l'approche de la Tabaski.

L'envolée des prix en 1987 s'explique à la fois par le faible niveau de l'offre (peu de ventes) et par le fait qu'ayant, cette année-là, peu de besoins, les éleveurs ont eu la possibilité de ne présenter à la vente que leurs plus beaux animaux.

Les ovines mâles ont un prix significativement plus élevé que les autres animaux (9 400 francs CFA en moyenne contre 5 200 francs CFA pour les brebis et 4 600 francs CFA pour les caprins des deux sexes).

Les trocs peuvent être de deux types, mais concernent toujours significativement plus de femelles que de mâles :

— les « trocs alimentaires » contre des céréales ont lieu généralement pendant la période de soudure, et touchent plus souvent des caprins (66 p. 100 des effectifs troqués). Ils représentent les deux tiers des opérations et concernent le tiers des petits ruminants troqués ;

— les « trocs de capitalisation » contre des bovins (généralement des génisses) se réalisent par lots de trois à cinq petits ruminants ou plus. Ils peuvent avoir lieu en dehors de la période de soudure et concernent significativement plus les brebis que les chèvres. Ils sont particulièrement importants au cours du troisième exercice (durant lequel les éleveurs disposent de plus d'animaux).

A la différence des ventes, qui concernent surtout des animaux de plus de six mois, ayant atteint une certaine valeur marchande, les trocs peuvent toucher de très jeunes animaux.

Rappelons enfin que, comme pour les ventes, les trocs des deux types ont le plus souvent lieu à la ville de Kolda, des marchands servant d'intermédiaires. Les échanges directs entre éleveurs sont rares.

Acquisitions d'animaux

Les enquêtes ont révélé que l'un des objectifs des petits éleveurs est d'accroître la dimension de leurs troupeaux, pour élever le niveau de sécurité de leur système de production. Contraints d'exploiter une part importante de leur cheptel, les naissances ne leur permettent pas toujours d'assurer l'augmentation d'effectif qu'ils désirent. Quand ils en ont les moyens (en général grâce à l'argent de la traite de l'arachide),

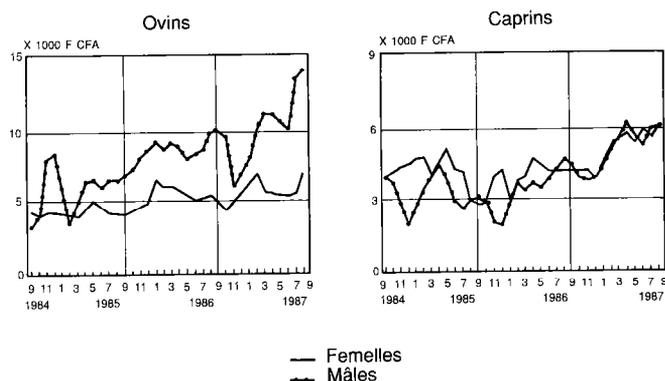


Fig. 8 : Évolution des prix de vente moyens.

ils achètent une femelle ou la troquent contre de la volaille. Ce dernier mode d'acquisition est essentiellement réservé aux femmes qui n'ont pas accès aux revenus des cultures de rente.

A âge égal, les prix d'achat des femelles sont équivalents aux prix de vente.

Au cours du troisième exercice (1987), pour lequel les prix sont élevés, et pendant lequel les éleveurs ont pu maintenir le croît naturel de leur cheptel, les acquisitions sont rares.

Différences entre concessions

Suivant la dimension de leurs troupeaux de petits ruminants, les familles ont des stratégies économiques très différentes.

Les troupeaux des plus petits éleveurs (moins de 5 petits ruminants) sont très sensibles aux aléas (mauvaises récoltes, épizooties). En année difficile, ces éleveurs peuvent perdre la totalité de leur cheptel. Ils chercheront donc à acquérir des animaux, soit en les achetant (mais leurs moyens financiers sont souvent réduits), soit en acceptant des animaux en confiage (ils sont de loin les principaux bénéficiaires de cette pratique).

Quand la dimension de leurs troupeaux augmente, ce qui signifie que la concession a des moyens moins limités, les trocs de capitalisation deviennent plus fréquents. D'après nos enquêtes dans les concessions, ils peuvent correspondre à plusieurs objectifs. Dans le cas des éleveurs disposant de moins de 20 petits ruminants, il s'agit en général d'une accession à la propriété de bovins, ou de l'accroissement d'un petit troupeau bovin. Les éleveurs de plus de 20 petits ruminants ont souvent des troupeaux bovins plus conséquents (plus de 10 têtes); à l'objectif précédent s'ajoute alors le fait qu'il paraît difficile aux éleveurs de conduire un important troupeau de petits ruminants et qu'ils préfèrent donc convertir l'excédent en bovins.

Les concessions disposant de plus de 10 ovins et caprins acquièrent moins d'animaux que les autres, le croît naturel de leur troupeau leur semblant suffisant par rapport à leurs objectifs d'épargne. Certains de ces éleveurs ont cependant profité de la faiblesse des prix pendant l'hivernage 1985 pour acheter des animaux. Dans ces concessions (plus de 10 petits ruminants), les taux d'exploitation sont plus réguliers et légèrement moins élevés que dans les autres. La plus grande sécurité des systèmes de production concernés face aux aléas des récoltes (elles disposent généralement de plus de terres) explique ce phénomène.

DISCUSSION

La méthode

Les données recueillies par le suivi permettent d'analyser les stratégies des éleveurs d'une manière précise, à partir de données fiables obtenues sur plusieurs années. Elles n'ont pas, à l'heure actuelle, été complètement analysées. Il reste, en particulier, à mettre en relation les facteurs économiques (mode d'exploitation, prix de vente...) avec les caractéristiques zootechniques des animaux concernés (performances de croissance, de reproduction, pathologie...).

La complémentarité entre un suivi régulier et des enquêtes ponctuelles nous semble démontrée. Elle sera développée par la réalisation, à partir des résultats des enquêtes (éventuellement complétés d'une étude des pratiques sanitaires), d'une typologie des systèmes d'élevage. Cette typologie pourra servir de cadre à la comparaison des performances des exploitations, tant sur un plan zootechnique que sur un plan économique.

La méthodologie mise en oeuvre au Sénégal peut constituer un outil intéressant pour un projet de recherche-développement. Une première série d'enquêtes permettrait de définir les objectifs du projet. Le suivi débiterait le plus tôt possible et devrait permettre d'évaluer l'impact des opérations de développement (productivité des systèmes d'élevage avant et après la mise en oeuvre des opérations).

Les variations intra- et interannuelles

Les fluctuations d'effectifs au cours d'une année sont très importantes; l'évaluation quantitative des structures démographiques d'une population n'a donc de sens que si l'on est à même de comparer plusieurs périodes de l'année.

De la même façon, les variations interannuelles rencontrées sont très importantes :

— l'autosuffisance alimentaire des familles n'est pas assurée tous les ans, les besoins d'exploitation sont donc très variables et peuvent être très importants ;

— certaines années, de véritables crises secouent quelques villages. Elles sont dues au passage d'épizooties, qui entraînent un pic de mortalité et de ventes d'urgence et peuvent affecter profondément les effectifs des villages concernés. Entre les crises, les éleveurs cherchent à reconstituer leurs troupeaux au rythme qu'autorisent leurs moyens d'acquisition, leurs besoins d'exploitation, la prolificité et la mortalité des petits ruminants.

O. Faugère, A.C. Dockes, C. Perrot, B. Faugère

Ainsi, les observations que l'on peut réaliser sur une année doivent être relativisées par l'étude des années suivantes.

La dérive de l'échantillon suivi

Dans la région de Kolda, le nombre de tout petits éleveurs est important. Nous avons vu qu'ils pouvaient facilement perdre la totalité de leur cheptel (non seulement parce que statistiquement la probabilité de disparition d'un petit troupeau est plus élevée que celle d'un grand, mais aussi parce que les petits éleveurs ont souvent des besoins importants à la soudure). Même s'ils réussissent à acquérir à nouveau des petits ruminants, ces éleveurs ne sont pas toujours réintégrés dans le suivi. On assiste de ce fait à une dérive de l'échantillon suivi, qui explique que l'on ait choisi d'étudier la dimension des troupeaux suivis sur le premier exercice (qui était le plus représentatif de la population réelle).

L'accroissement des effectifs suivis

Malgré la disparition de certains éleveurs, on observe sur les trois années de l'étude un accroissement de près de 20 p.100 des effectifs suivis. Plusieurs éléments permettent d'expliquer ce phénomène.

Pour être acceptés dans les villages, les techniciens doivent parfois soigner des animaux. Par ailleurs, des essais prophylactiques ont lieu dans certains villages. Ces activités ont des effets directs sur la mortalité des petits ruminants (6), mais également un effet indirect. En effet, dans les villages suivis, le nombre d'arrivées en confiage est nettement supérieur à celui des départs en confiage. Les éleveurs des villages environnants, désirant faire profiter leurs animaux des effets réels ou supposés du suivi, les confient de préférence aux éleveurs « encadrés ». Autre élément explicatif de l'accroissement des effectifs : au cours du premier exercice étudié, les éleveurs ont dû exploiter une part importante de leur cheptel, ils ont ensuite cherché, et réussi, à le reconstituer.

Tabaski et soudure

Pour les années étudiées, les périodes de Tabaski et de soudure se recouvraient. Ainsi, l'abondance de l'offre pendant la soudure coïncide avec celle de la demande urbaine à l'approche de la Tabaski, sans que l'on ait pu préciser les effets de l'une sur l'autre. Néanmoins, cette coïncidence a pu limiter la baisse des prix des animaux pendant la soudure et limiter les déstockages ; elle constitue de ce fait une autre explication de l'accroissement des effectifs au cours de la période étudiée.

Un brassage génétique par les femelles ?

La proportion de femelles originaires de l'extérieur d'un troupeau est nettement supérieure à celle des mâles. Pour préciser le rôle respectif des mâles et des femelles dans le renouvellement génétique, il faudrait néanmoins savoir si les mâles en provenance de l'extérieur sont particulièrement destinés à la reproduction et préciser l'origine géographique des animaux.

Quoi qu'il en soit, la divagation du cheptel rend difficile une politique individuelle de sélection génétique par les mâles.

CONCLUSION

Les pratiques de conduite et de gestion de leurs petits ruminants mises en oeuvre par les éleveurs visent à la satisfaction d'objectifs clairement définis qui confèrent au système d'élevage une logique d'ensemble.

Les petits ruminants doivent constituer une épargne mobilisable en cas de besoin et particulièrement assurer la sécurité alimentaire de la famille. Celle-ci cherche donc à posséder un stock d'animaux de valeurs diverses à vendre ou à troquer. Les ovins mâles seront de préférence vendus, les chèvres troquées contre des céréales. Cette fonction d'épargne mobilisable est essentielle pour les éleveurs et explique que leurs stratégies commerciales ne soient pas sous-tendues par la demande mais plutôt par les besoins des familles. A la différence du produit de leurs cultures de rente, les éleveurs ne cherchent pas à tirer de l'élevage des produits standardisés. On conçoit donc que l'organisation du marché de la viande soit difficile à réaliser.

L'élevage des petits ruminants procure des animaux à abattre lors de cérémonies religieuses ou d'obligations familiales. La norme est alors de sacrifier un jeune caprin mâle ou un bélier adulte dans les occasions importantes.

Il permet également l'acquisition progressive de bovins, par le troc de trois à cinq petits ruminants (souvent des femelles et parmi elles plutôt des brebis) contre une génisse.

L'élevage des petits ruminants pourrait sembler secondaire dans les systèmes de production de la région. En effet, l'alimentation est principalement fournie par les cultures vivrières et le lait des bovins, et l'arachide fournit l'essentiel des ressources financières des familles (cette culture procure, dans les exploitations enquêtées, des revenus au moins dix fois supérieurs à ceux de l'élevage des petits ruminants).

Ces ressources sont en partie conservées sous forme « d'argent caché » dans le sol des cases, en partie converties en petits ruminants. Leur croît naturel rapide permet une rémunération de l'épargne qu'ils constituent, en vue de son exploitation différée pour

répondre aux besoins des familles (la vente d'un petit ruminant permet en moyenne d'acheter 70 kg de mil). Les ovins et caprins jouent ainsi un rôle essentiel dans la sécurisation et donc la reproduction des systèmes de production.

FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). Traditional small ruminant rearing system in Senegal. I. Animal management and husbandry practices by livestock owners in the Kolda area. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 249-259.

The authors present some results of the programme on « small ruminant pathology and productivity raised in their traditional environment » (ISRA, IEMVT-CIRAD). On the basis of these results, an analysis of small ruminant rearing practices and strategies in the Kolda area was made. The methodology is based upon field surveys and statistical analyses of microeconomical data gathered in course of a weekly follow-up of 160 compound or concession herds over a 3-year period. The survey has oriented the data processing method which in turn has raised new questions and created new inquiries among participants. The authors then describe small ruminant rearing conditions in their natural environment : Sudano-guinean zone, human background (small Fulani villages) and production systems where mixed-farming is highly developed. The authors expose the rearing and management practices for small ruminants. Animal ranch freely during the dry season and they are generally tied to the stakes to graze over the rainy period. The feed supplementations are low and the reproductive conditions poorly managed. The aim of the small ruminant rearing (traditional and feast slaughtering, summonable saving in case of necessity by means of exchange or barter, or by money bargain, and progressive capitalization through bartering of sheep and goats in exchange of cattle) are illustrated by the results of this survey. *Key words* : Sheep - Goat - Herd management - Traditional rearing - Mixed farming - Production system - Farming economy - Senegal.

FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). La crianza tradicional de los pequeños rumiantes en Senegal. I. Prácticas de conducta y de explotación de los animales por parte de los criadores de la región de Kolda. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 249-259.

Los autores presentan aquí una parte de los resultados del programa « Patología y productividad de los pequeños rumiantes en un medio tradicional » (ISRA/IEMVT-CIRAD), a partir de los cuales analizan las prácticas y estrategias de los criadores de pequeños rumiantes en la región de Kolda. La metodología utilizada se apoya sobre las encuestas realizadas en el campo y sobre el análisis estadístico de la información microeconómica recolectada mediante un seguimiento semanal de 160 hatos concedidos por un período de 3 años. Las investigaciones orientaron el tratamiento de la información, la que a su vez generó nuevos cuestionamientos e investigaciones por parte de los autores. Seguidamente, los autores describen las condiciones de crianza de los pequeños rumiantes : medios naturales (zona sudano-guinea), humanos (pequeñas villas « Peul »), sistemas de producción en donde la relación entre agricultura y crianza es muy fuerte. Se presentan las pautas de conducta y de gestión económica de los pequeños rumiantes, que erran durante la estación seca y pastan, generalmente, durante el pico de la estación lluviosa. Los niveles de suplemento alimenticio son bajos y la reproducción es poco controlada. El papel de la crianza de pequeños rumiantes (matanzas festivas, reservas en caso de necesidad para la venta o el trueque de animales, capitalización progresiva mediante el trueque de ovinos o caprinos contra bovinos) se ilustra con los resultados del seguimiento. *Palabras claves* : Ovino - Caprino - Manejo del hato - Método de cría - Asociación agricultura-cría - Sistema de producción - Economía de la cría - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. Atlas Jeune Afrique du Sénégal. Paris, Jeune Afrique, 1980.
2. BOUDET (G.). Paysages naturels de Haute et Moyenne Casamance. Maisons-Alfort, IEMVT, 1970 (Étude agrostologique n° 27).
3. FALL (A.). Les systèmes d'élevage en Haute Casamance. Caractérisation, performances et contraintes. Kolda, ISRA-CRZ, 1987.
4. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.). Suivi des troupeaux et contrôle de performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, 39 (1) : 29-40.
5. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.). Panurge. Manuel de méthodologie de suivi de troupeaux et contrôle de performances animales individuelles dans les systèmes d'élevage traditionnels en Afrique. Fascicule 2 : Le fichier informatique : saisie et organisation des données. Dakar, ISRA/IEMVT-CIRAD, 1989.
6. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.), MERLIN (P.), DOCKES (C.), PERROT (C.). L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Kolda (Haute Casamance). Dakar, ISRA-LNERV, 1988.
7. FAUGERE (O.), LANDAIS (E.). Panurge. Manuel de méthodologie de suivi de troupeaux et contrôle de performances animales individuelles dans les systèmes d'élevage traditionnels en Afrique. Fascicule I : Le suivi sur le terrain et la tenue des fichiers manuels. Dakar, ISRA/IEMVT-CIRAD, 1989.
8. LANDAIS (E.). Introduction à l'approche systémique de la production animale. In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, IEMVT, 1986. P. 25-38 (Études et synthèses de l'IEMVT n° 20).
9. PÉLISSIER (P.). Les paysans du Sénégal, les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Saint-Yrieix, Imp. Fabrègue, 1966. 941 p.

O. Faugère ¹A.C. Dockes ²C. Perrot ²B. Faugère ¹

L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga

FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). L'élevage traditionnel au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 261-273.

Les auteurs présentent ici une partie des résultats du programme « pathologie et productivité des petits ruminants en milieu traditionnel » (ISRA/IEMVT-CIRAD), à partir desquels ils analysent les pratiques et les stratégies des éleveurs de petits ruminants dans la région de Louga. La méthodologie s'appuie sur des enquêtes ponctuelles sur le terrain et l'analyse statistique des données micro-économiques recueillies lors d'un suivi hebdomadaire de 194 troupeaux de concession pendant une durée de 3 ans. Les enquêtes ont orienté le traitement des données, qui, à son tour, a soulevé des questions et généré de nouvelles enquêtes auprès des acteurs concernés. Les auteurs décrivent ensuite les conditions de l'élevage des petits ruminants : milieu naturel (zone sahélienne), humain (deux ethnies - Peul et Wolof - se partagent la région), et systèmes de production, puis les pratiques de conduite et de gestion économique, sensiblement différentes entre Peul et Wolof. Deux modes d'élevage sont toujours associés : l'élevage de case (surtout pratiqué par les Wolof), qui concerne les béliers les mieux conformés, restant à l'attache dans la concession et nourris à l'auge de 6 à 18 mois, avant d'être vendus au meilleur prix ; l'élevage pastoral, qui concerne les autres ovins et les caprins partant pâturer la journée sous la conduite d'un berger et revenant le soir dans la concession où ils reçoivent une complémentation à l'auge. Le rôle de l'élevage de petits ruminants (production laitière, abattages festifs, épargne mobilisable en cas de besoin) est illustré par les résultats du suivi. Ceux-ci montrent clairement que les stratégies commerciales (choix des animaux à vendre ou à abattre, époque de vente, prix de vente, etc.) des deux ethnies sont tout à fait différentes et reflètent leurs objectifs majeurs : production laitière chez les Peul, ventes d'animaux chez les Wolof. *Mots clés* : Ovin - Caprin - Méthode d'élevage - Conduite du troupeau - Système de production - Production laitière - Commercialisation - Économie de l'élevage - Sénégal.

INTRODUCTION

Cette série d'études sur les petits ruminants conduits en élevage traditionnel au Sénégal expose les résultats obtenus grâce à un système de suivi régulier de troupeaux villageois dans trois régions du pays : Kolda (Sud, zone soudano-guinéenne), Niore (Centre, zone soudanienne), Louga (Nord, zone sahélienne).

Ce système, dénommé Panurge, a été mis au point à partir de 1983 dans le cadre des accords de coopéra-

1. Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

2. INRA-SAD, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France.

Reçu le 03.04.90, accepté le 11.09.90

tion (programme « pathologie et productivité des petits ruminants ») entre l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) et l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT-CIRAD).

Le suivi continu permet de recueillir des informations fiables et précises relatives aux aspects zootechniques, sanitaires et économiques, afin d'évaluer la productivité des systèmes d'élevage de petits ruminants et en saisir les principales causes de variation.

Les pratiques d'élevage constituent le cadre général d'interprétation des résultats du contrôle de performances. Leur analyse permet de comprendre les stratégies mises en oeuvre par les éleveurs pour tirer parti des performances de leur cheptel et atteindre leurs objectifs. La connaissance de ces stratégies est indispensable à toute réflexion sur l'amélioration des systèmes d'élevage concernés.

C'est pourquoi les trois premiers articles de cette série (un par région d'étude) s'intéressent en premier lieu aux conditions de la production et à son utilisation, plutôt qu'à son élaboration ; les performances comparées des petits ruminants dans ces systèmes d'élevage seront, quant à elles, analysées dans les articles suivants.

Cet article, deuxième de la série, concerne la région de Louga, au nord du Sénégal. Après avoir présenté la méthodologie utilisée, on décrira les conditions de l'élevage des petits ruminants dans cette zone, puis les pratiques de conduite et de gestion des ovins et caprins, en les illustrant par les résultats du suivi.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie générale du suivi a déjà été décrite (3, 4, 6) ; seuls les points spécifiques de l'étude des pratiques et stratégies des éleveurs sont précisés ici.

Dans la communauté rurale de Ndiagne (région de Louga), le suivi concerne la totalité des troupeaux de 15 villages. La population de 10 de ces villages est d'ethnie Wolof et celle des 5 autres d'ethnie Peul ;

O. Faugère, A.C. Dockes, C. Perrot, B. Faugère

2 200 à 3 400 petits ruminants ont été suivis, selon les saisons, répartis en 194 troupeaux de concession. La concession, unité de résidence d'une famille de 5 à 30 personnes, sous l'autorité d'un chef (généralement l'homme le plus âgé), constitue l'unité d'observation retenue. Les concessions Wolof (ou « ker ») sont généralement constituées d'un homme, ses femmes et leurs enfants, alors que les « gallé » Peul sont souvent plus peuplés (plusieurs hommes mariés).

La méthode d'étude a été identique à celle exposée dans le précédent article de cette série (2) :

— enquêtes semi-directives dans chacun des villages suivis pour préciser la place des petits ruminants dans les systèmes de production de la région et appréhender les principales pratiques de conduite et de gestion économique des animaux ;

— enquêtes plus directives dans 25 concessions représentatives de la diversité des dimensions économiques rencontrées, pour connaître les structures de propriété au sein des concessions et la diversité des pratiques de conduite entre concessions.

La période étudiée débute en septembre 1984 et s'achève le 31 août 1987. Il a été choisi comme exercice des périodes s'étendant du 1er septembre d'une année au 31 août de l'année suivante, ce qui correspond à l'intervalle de temps entre deux récoltes de niébé (premières récoltes de l'année).

Quelques traitements spécifiques ont été effectués pour expliquer les stratégies rencontrées. Afin de comparer les stratégies commerciales des Peul et des Wolof, pour les ovins mâles vendus par chaque ethnie, les prix et les nombres de ventes indicés pour chaque mois ont été calculés de la manière suivante :

$$PIn = 100 Pn/Pmax \quad NBn = 100 NBn/NBmax$$

PIn = indice des prix de vente au mois n ,

NBn = indice des nombres de ventes au mois n ,

Pn = prix moyen des ventes du mois n ,

NBn = nombre de ventes du mois n ,

$Pmax$ = maximum des prix de vente moyens mensuels,

$NBmax$ = maximum des nombres de ventes mensuels.

L'effet des facteurs ethnie de l'éleveur, race, sexe, exercice et période de vente (juillet-août d'une part, autres mois de l'année d'autre part) sur les prix de vente a été étudié par une analyse de covariance, avec l'âge à la vente comme covariable. Dans un premier temps, les deux ethnies ont été comparées pour les seuls ovins de type Peul-Peul (les Peul ne possédant que peu d'ovins d'une autre race). Ensuite, on a comparé les types entre eux (Peul-Peul, Waralé, Touabir) chez les éleveurs Wolof.

LES CONDITIONS DE L'ÉLEVAGE DES PETITS RUMINANTS

La communauté rurale de Ndiagne est située au cœur de l'ancien bassin arachidier du nord du Sénégal. La région a particulièrement souffert au cours des 15 dernières années de la dégradation de son milieu naturel (baisse de la pluviométrie, dégradation des sols, raréfaction de la végétation).

Contraintes et potentialités d'un milieu sahélien

Pluviométrie faible, pluies mal réparties dans le temps et dans l'espace, températures élevées, sols sableux peu fertiles et fragiles, végétation peu dense sont les caractéristiques essentielles du milieu naturel de la région.

Contraintes climatiques

La pluviométrie des années 1968-1986 s'est élevée en moyenne à 266 mm/an, répartis entre juillet et septembre, soit une baisse de 40 p. 100 par rapport à la période 1931-1960. Comme le montre la figure 1, la variabilité interannuelle est très forte (du simple au quadruple pour les années étudiées).

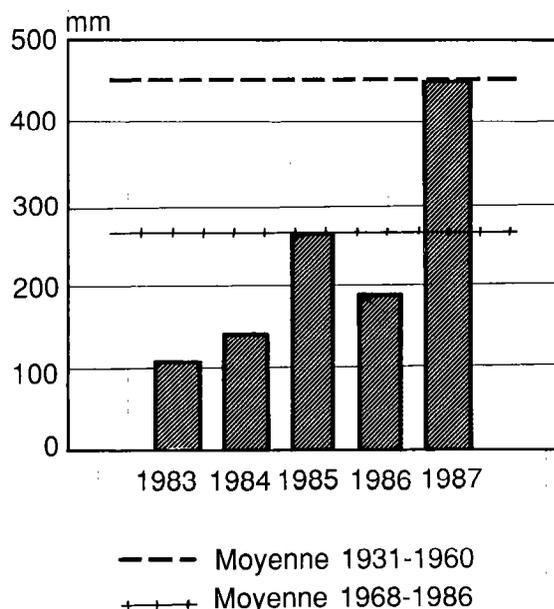


Fig. 1 : Pluviométrie annuelle 1983-1987 (région de Ndiagne).

ÉCONOMIE DE L'ÉLEVAGE

Le suivi des troupeaux a débuté en 1983 ; les deux premiers hivernages furent extrêmement secs et les récoltes quasi nulles. Les années 1985 et 1986, plus proches de la moyenne 1968-1986, ont connu des rendements faibles. En 1987, la pluviométrie a été élevée et a permis des récoltes plus satisfaisantes.

Les conséquences de la pluviométrie d'une année se font surtout sentir l'année suivante : si pluies et récoltes sont faibles, les hommes devront vendre une partie de leur cheptel pour acheter des céréales pendant la saison sèche (essentiellement du riz d'importation). Les bonnes années, ils chercheront plutôt à capitaliser.

Les températures, toujours assez élevées, ne sont pas un facteur limitant de la production agricole ou pastorale. En revanche, l'harmattan, alizé saharien qui souffle en saison sèche, accentue la dessiccation rapide de la végétation. L'érosion éolienne est d'autant plus active que la végétation est surexploitée.

Morphologie dunaire et sols sableux

La région de Ndiagne présente actuellement une morphologie dunaire, héritée d'une période désertique du début du quaternaire. Le modèle a été atténué lors des phases plus humides qui ont suivi (1, 8).

Les sols dior, les plus nombreux, se sont élaborés sur ce substrat sableux. Ils sont faciles à travailler, mais ont une faible réserve utile. Sous les effets conjugués de la déforestation, et de la baisse de la pluviométrie qui fragilise la végétation depuis une vingtaine d'années, ces sols ont évolué en perdant leur horizon superficiel et leur matière organique. La roche mère, des sables bruts peu fertiles, apparaît. Sans végétation pour les maintenir, les dunes se remettent en mouvement sous l'action de l'harmattan.

Dans les zones dépressionnaires, l'accumulation d'éléments plus fins a permis l'élaboration des sols dek, plus riches en matière organique. Ils sont relativement peu abondants, mais portent des pâturages de bonne qualité.

Végétation

La strate arborée est essentiellement constituée d'acacias, dont les feuilles et les gousses peuvent procurer, après émondage, un fourrage apprécié par les animaux. PÉLISSIER (8) note à leur sujet : « C'est aux acacias que l'erg du Cayor est redevable de ne pas offrir l'image d'un désert de sable, mais c'est à eux qu'il doit l'essentiel de sa monotonie et de l'âpreté de ses paysages, surtout en saison sèche, alors que leurs silhouettes sévères et comme recroquevillées sous l'haleine brûlante du vent d'est émergent directement du sable mauve. »

La strate herbacée, composée essentiellement de graminées annuelles, reverdit en saison des pluies. Dans les zones les plus pâturées, elle disparaît en saison sèche.

L'eau, une ressource rare

La nappe phréatique, malheureusement saumâtre, n'est pas très profonde. Elle peut être atteinte par des puits artisanaux et a permis un peuplement sédentaire ancien.

Une nappe captive fossile plus profonde est exploitée par un forage, mis en service en 1986 à Ndiagne. Certains villages des alentours ont depuis bénéficié d'adductions d'eau, mais les corvées d'eau restent une charge de travail importante pour les femmes.

L'écoulement superficiel est nul, mais quelques mares temporaires apparaissent en saison des pluies.

Milieu humain

Environnement économique des systèmes de production

Deux ethnies se partagent la région : les Wolof, largement majoritaires, et les Peul, qui occupent environ un tiers des villages.

Le marché hebdomadaire de Ndiagne est le principal lieu d'approvisionnement des villageois (riz d'importation, aliments de bétail, animaux, biens de consommation divers), et de commercialisation des produits de l'élevage (lait cru ou caillé, animaux vivants). La vente des produits végétaux passe par d'autres circuits (coopératives pour l'arachide, projet Banque Mondiale pour le niébé). Le mil n'est que exceptionnellement vendu par les paysans de la région, qui ne sont pratiquement jamais autosuffisants.

L'augmentation de la population et l'absence d'activités extra-agricoles dans la région conduisent une proportion importante des jeunes hommes à émigrer. Ainsi, la quasi-totalité des familles Wolof ont-elles un de leurs membres à l'étranger (Côte-d'Ivoire, Europe, États-Unis). Ce phénomène est un peu moins répandu chez les Peul, qui se contentent souvent de partir à Dakar. Les revenus que leur font parvenir les émigrés sont souvent indispensables à l'équilibre financier des familles. Les investissements qu'ils réalisent lors de leurs passages réguliers (constructions en dur, achats de cheptel) contribuent à modifier la vie des villages.

Les années difficiles, des familles entières partent vers Touba (ville sainte de la confrérie mouride), où elles s'intègrent aux réseaux de solidarité et de clientélisme mis en place par les marabouts, qui leur procurent la sécurité alimentaire en échange de leur travail.

Systèmes de production

Historique

Au début du siècle, le système agraire reposait sur les deux ethnies, Peul et Wolof, dont les systèmes de production étaient profondément différents. Les Wolof étaient essentiellement cultivateurs. Ils pratiquaient uniquement la culture manuelle à destination vivrière. Le mil et le niébé étaient les principales cultures. Ils élevaient souvent des chevaux ainsi que quelques petits ruminants pour les sacrifices religieux. S'ils possédaient d'autres animaux (bovins ou nombreux petits ruminants), ils les confiaient aux Peul.

Les Peul étaient avant tout des éleveurs transhumants. La plupart cultivaient quelques terres autour de leur village en saison des pluies et partaient vers le sud avec leurs troupeaux (bovins et petits ruminants) quand la végétation se raréfiait. D'autres pratiquaient une transhumance inverse : ils passaient la saison des pluies dans le Ferlo et revenaient dans la région en saison sèche, où ils échangeaient lait et fumure animale contre des céréales avec des villages Wolof.

Une des conséquences essentielles de la colonisation fut le développement de la culture d'arachide d'huile, lequel a conduit à un fort accroissement des surfaces cultivées, particulièrement net chez les Wolof, et à la disparition de la forêt originelle. Depuis les années 60, le développement de la culture attelée (équine ou asine) a accéléré le phénomène, au détriment des jachères. L'épuisement des sols qui en résulte et la baisse de la pluviométrie expliquent la diminution récente des rendements.

L'ouverture du forage de Ndiagne et les sécheresses de 1973 et 1983-1984 ont profondément modifié les conditions de vie des Peul dans la région. La présence du forage a incité certains éleveurs à se sédentariser. Les sécheresses ont décimé leur cheptel, particulièrement les bovins (actuellement 30 p.100 des familles ne possèdent aucun bovin) et incité nombre de jeunes hommes à quitter les villages.

Aujourd'hui

Chez les Wolof, chaque chef de concession possède un champ de mil de 4 à 10 ha et, s'il peut se procurer des semences, un champ d'arachide. Tous les membres de la concession doivent y travailler. Le semis est réalisé en culture attelée dans 80 p.100 des concessions enquêtées. Chaque individu, homme ou femme, peut également cultiver un champ personnel (arachide ou niébé) et disposer librement de sa production.

Avec la baisse des rendements arachidiers, l'élevage prend une place croissante dans les systèmes de production Wolof. Outre l'élevage de chevaux, il s'agit essentiellement d'un élevage d'ovins. Les Wolof ont en effet cherché à compléter la culture de l'arachide (autrefois principale source de revenus monétaires)

par un élevage spéculatif d'ovins orienté vers la vente de mâles pour la fête de Tabaski. L'élevage de case (ovins attachés dans les concessions et nourris à l'auge) est ainsi très développé tandis que les bovins et caprins sont rares : on ne les rencontre que dans certains villages Wolof.

Chez les Peul, le suivi ne concerne que les troupeaux sédentaires, pour des raisons pratiques évidentes. On ne détaillera donc pas les systèmes d'élevage transhumants. L'élevage reste pour les Peul l'activité principale, avec une orientation laitière très marquée. Le lait des femelles (vaches, chèvres, brebis) est utilisé tant pour la consommation que pour la vente. Celle-ci leur permet d'acheter les céréales nécessaires pour compléter les récoltes, qui sont structurellement insuffisantes. Ainsi, les éleveurs sans bovins possèdent-ils surtout des chèvres, meilleures productrices que les brebis, et qui constituent ici comme ailleurs la « vache du pauvre ». A l'inverse, les éleveurs aisés possédant beaucoup de bovins se tournent davantage vers les ovins, qui se vendent plus chers. Ils possèdent même parfois quelques béliers de case. Cette spéculation intensive semble relativement récente (quelques années) chez les Peul.

La production céréalière est assurée par un champ de mil (1 à 3 ha), essentiellement cultivé par le chef de concession, aidé par les hommes qui n'ont pas la charge du troupeau. Un champ de niébé et parfois d'arachide complète le système de culture. Les femmes, qui traditionnellement ne cultivaient pas, commencent à semer du niébé pour disposer d'une relative autonomie financière. Les techniques culturelles sont identiques à celles des Wolof.

PRATIQUES DE CONDUITE ET D'EXPLOITATION DES PETITS RUMINANTS

Les caprins de la région sont de type sahélien (5). Les ovins des éleveurs Peul sont presque tous de type Peul-Peul. Chez les Wolof on rencontre, outre les Peul-Peul, un type originaire de Mauritanie, de plus grand format et moins rustique, le Touabir, et des croisements entre ces deux races, le Waralé (5).

Pratiques de conduite des petits ruminants

Les systèmes d'élevage Peul et Wolof se caractérisent par des pratiques de conduite très différentes.

Chez les Wolof

On distingue deux modes d'élevage qui sont toujours associés : l'élevage pastoral et l'élevage de case.

L'élevage de case

Ce mode d'élevage concerne des béliers non castrés, souvent bien conformés, qui restent attachés dans les concessions. En particulier, la totalité des mâles de race Touabir sont conduits comme moutons de case (ou Xaru yar).

Ils sont nourris à l'auge pendant 6 à 18 mois, avant d'être vendus*, si possible à l'approche de la Tabaski (fête musulmane commémorant le sacrifice d'Abraham, au cours de laquelle chaque famille doit abattre un petit ruminant), ou abattus à l'occasion de cette même fête.

Ils reçoivent une alimentation de qualité, constituée de fanes d'arachide et de niébé, de tourteau d'arachide et parfois même de mil pour la finition. En saison des pluies, ce régime est complété d'adventices sarclées dans les champs.

Leur alimentation est en partie constituée des résidus des cultures de l'exploitation, et en partie achetée par le chef de concession.

Les moutons de case sont abreuvés par les femmes deux à trois fois par jour.

A partir du moment où ils sont attachés, ils ne se déplacent plus et ne sont pas utilisés comme reproducteurs. Les éleveurs déclarent ne pas vouloir fatiguer ces animaux pour lesquels ils recherchent une croissance optimale.

L'élevage pastoral

On ne distinguera pas les pratiques de conduite des ovins et caprins, qui sont identiques, d'autant que chez les Wolof l'élevage caprin est marginal dans la plupart des villages.

Alimentation

Les petits ruminants sont détachés chaque matin entre 7 et 8 heures par les femmes. Ils se regroupent en troupeaux villageois (un à trois troupeaux par village) et partent pâturer sous la garde d'un berger salarié, un Peul le plus souvent. Seuls restent dans les concessions les jeunes non sevrés et les moutons de case.

Le soir, aux environs de 18 heures, ils rentrent dans les concessions. Chaque femme attache les animaux dont elle a la charge (cf. infra) à proximité de sa case.

* Pour la Tabaski de 1989, 25 p. 100 seulement des moutons conduits à la case ont été abattus ou donnés, contre 75 p. 100 vendus.

Matin et soir, elle leur apporte une complémentation alimentaire constituée, dans la mesure des stocks disponibles, de sous-produits agricoles (fanés de légumineuses et tourteau d'arachide traditionnel) ou ménagers (sons et eaux de rinçage des céréales, restes de repas...) ou, selon les possibilités, de produits achetés (aliment du bétail, tourteau industriel). Cette complémentation est systématique en saison sèche, souvent réduite aux sous-produits ménagers en saison des pluies et très variable en quantité d'une concession à l'autre, en fonction des récoltes de fanés et des possibilités d'achat.

Les femmes ont également la charge d'abreuver deux fois par jour les ovins. Elles vont chercher l'eau au puits ou au forage du village. En saison des pluies, les troupeaux peuvent trouver des mares sur leur passage.

La plupart d'entre elles traitent les femelles en production (la lactation dure 2 à 3 mois) une ou deux fois par jour et distribuent le lait à leurs enfants.

Reproduction

La plupart des mâles de plus de huit mois (notamment les plus beaux d'entre eux) étant attachés, la reproduction est principalement le fait de jeunes béliers. Quand ils cherchent à améliorer le niveau génétique de leur troupeau, les Wolof achètent des brebis, souvent de races Waralé ou Touabir, qui ont fait leurs preuves de reproductrices.

Les mises bas sont groupées entre les mois de décembre et mars, sans que l'on identifie de pratiques visant un objectif de regroupement des naissances (la période de fécondité est située en saison des pluies).

Chez les Peul

L'élevage de case

Il est moins répandu que chez les Wolof mais commence à se développer. Les moutons de case sont attachés pour des périodes nettement plus courtes (2 à 5 mois) et reçoivent une alimentation de moins bonne qualité (stock de fanés et disponibilités financières plus réduites) que chez les Wolof. L'élevage de case concerne essentiellement des béliers Peul-Peul.

L'élevage pastoral

Alimentation

L'ensemble du cheptel de chaque concession est regroupé en troupeaux et gardé par les enfants ou les hommes jeunes. Dans les familles disposant de grands troupeaux et d'une main-d'oeuvre suffisante, les différentes espèces pâturent en troupeaux séparés.

O. Faugère, A.C. Dockes, C. Perrot, B. Faugère

En fin de saison sèche, le couvert herbacé disparaît et les ligneux (arbustes, mais surtout arbres émondés) constituent une part importante de l'alimentation. Les animaux reçoivent également une complémentation, à partir du mois de mars en général.

Par rapport aux Wolof, les Peul disposent de peu de résidus de culture et de moyens pour acheter des aliments pour leur bétail. Ils utilisent par contre des produits ramassés en brousse, en particulier des gousses d'acacia et de la paille. Mais, comme ils possèdent de grands troupeaux, les niveaux de complémentation sont plus faibles. Les ovins sont complétés en priorité, car les éleveurs considèrent que les caprins supportent mieux les déficits alimentaires et savent mieux tirer parti d'une alimentation ligneuse.

L'abreuvement des importants troupeaux familiaux constitue un réel problème en saison sèche. Les hommes conduisent chaque matin leur troupeau au forage de Ndiagne. Dans les villages les plus éloignés du forage, ils puisent l'eau nécessaire. Les transhumances sont encore importantes dans ces villages.

Logement

L'ensemble des petits ruminants de la concession passe la nuit dans un ou plusieurs enclos épineux (zéribas), à l'extérieur du gallé. Les jeunes non sevrés y restent pendant la journée.

Le lait, une production essentielle

Pendant environ trois mois après leur mise bas (parfois quatre mois pour les chèvres), les femelles sont traitées matin et soir par les femmes, qui sont également chargées de la transformation du lait (fabrication de lait caillé et éventuellement de beurre liquide) et de la commercialisation.

La production des chèvres est réputée être supérieure à celle des brebis, mais l'on manque de données précises sur ce point.

Démographie des troupeaux

Fluctuations des effectifs

La figure 2 montre les fluctuations cycliques des effectifs ovins suivis chez les éleveurs Wolof. On constate l'accroissement rapide des effectifs entre octobre et mars (période des mises bas), puis leur chute entre avril et septembre. Cette diminution est d'environ 20 p. 100 pour les brebis et atteint 30 à 50 p. 100 pour les béliers. Cette cyclicité est identique

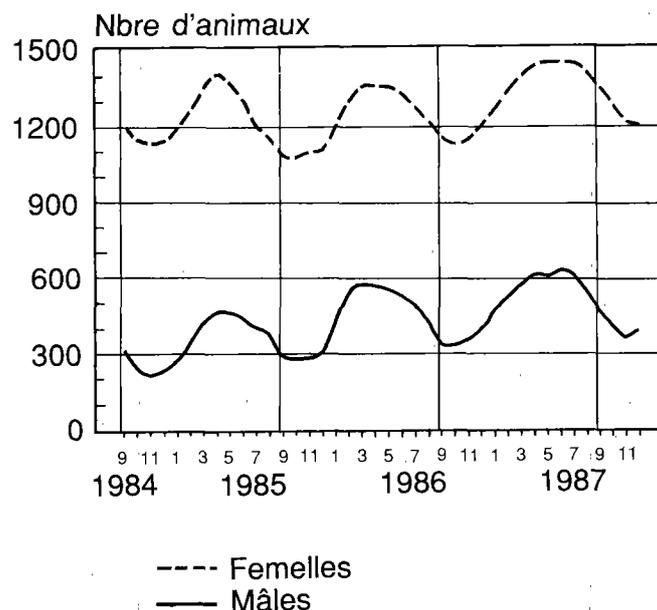


Fig. 2 : Fluctuations des effectifs ovins chez les Wolof.

pour les effectifs entretenus par les éleveurs Peul (ovins et caprins), avec une diminution plus accusée encore pour les boucs (66 p. 100).

L'élevage caprin est marginal chez les Wolof. Les caprins représentent 5 p. 100 des effectifs et ne sont présents que dans deux villages (15 p. 100 de l'ensemble des concessions suivies).

Les caprins sont en revanche majoritaires chez les Peul (58 p. 100 des effectifs sur l'ensemble des concessions). Ils représentent 70 à 100 p. 100 des effectifs des concessions qui ne possèdent pas de bovins (30 p. 100 des concessions).

Pyramides des âges

L'importance des fluctuations d'effectif conduit à comparer une date où la population est importante (par exemple en mars 1986) et une date où elle est faible (en septembre de la même année). Les résultats sont présentés à la figure 3 (ovins chez les éleveurs Wolof, caprins chez les éleveurs Peul).

On constate l'absence de mâles âgés ; toutefois, les béliers, qui peuvent atteindre une valeur marchande élevée, sont conservés plus longtemps que les boucs, particulièrement chez les Wolof. Les boucs sont exploités très jeunes. L'élevage caprin a chez les Peul une orientation essentiellement laitière, et les femelles en constituent naturellement l'élément le plus précieux.

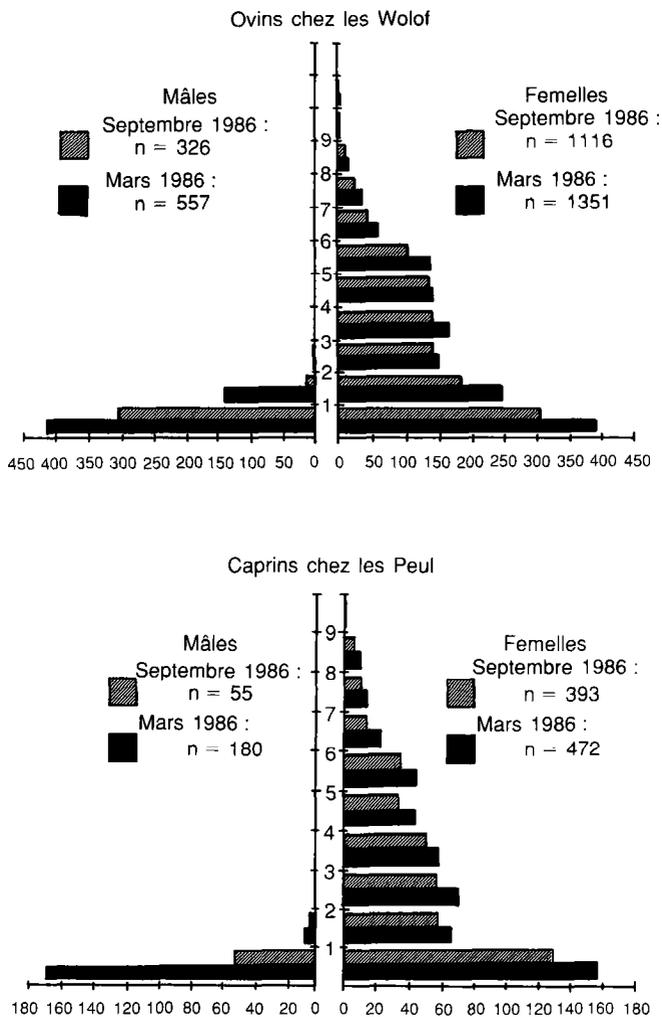


Fig. 3 : Pyramides des âges.

Gestion économique des petits ruminants

Structures de propriété

Chez les Wolof, la dimension des cheptels familiaux est en moyenne de 11 petits ruminants. Mais un tiers des concessions possède moins de 5 petits ruminants et les deux tiers moins de 10. L'élevage de case peut concerner tous les mâles de ces petits troupeaux, alors que les propriétaires de plus de 10 petits ruminants n'attachent généralement pas tous leurs bœufs.

Les différents membres du carré (concession Wolof) possèdent des animaux, mais ce sont les femmes qui

assurent la conduite des petits ruminants (abreuvement, complémentation, traite), en dehors de la conduite au pâturage, toujours confiée à un berger. L'exploitation d'un animal est décidée par son propriétaire mais, dans tous les cas, seuls les hommes vont au marché effectuer les transactions.

Chez les Peul, les troupeaux familiaux sont généralement de plus grande dimension (24 ovins ou caprins en moyenne). D'après les résultats du suivi, 30 p. 100 des concessions posséderaient moins de 10 petits ruminants. Les enquêtes ont montré qu'il s'agissait en fait de familles partiellement transhumantes. Le cheptel suivi ne représente que la partie du troupeau qui reste au village toute l'année avec un ou deux membres de la famille. La dimension des troupeaux Peul se trouve de ce fait sous-évaluée.

Les différents membres du gallé, hommes ou femmes, peuvent posséder des animaux, mais ils sont conduits et gérés collectivement, sous l'autorité du chef de concession.

Stratégies d'exploitation

Les principaux types d'exploitation des petits ruminants sont la vente et l'abattage.

Les taux d'exploitation sont très variables d'une année à l'autre :

- septembre 1984-août 1985 : ovins Wolof 66 p. 100, ovins Peul 47 p. 100, caprins Peul 51 p. 100 ;
- septembre 1985-août 1986 : ovins Wolof 53 p. 100, ovins Peul 37 p. 100, caprins Peul 44 p. 100 ;
- septembre 1986-août 1987 : ovins Wolof 39 p. 100, ovins Peul 33 p. 100, caprins Peul 35 p. 100.

Les taux d'exploitation sont particulièrement élevés au cours du premier exercice qui fait suite à deux hivernages très secs. Les éleveurs ont dû vendre massivement leur cheptel pour acheter des céréales. L'exercice a d'autre part connu deux Tabaski, et donc plus d'abattages (la Tabaski, ou Aïd El Kébir, est une fête musulmane mobile dont les dates ont été les suivantes : 6 septembre 1984, 27 août 1985, 16 août 1986, 4 août 1987).

Les différences interannuelles sont plus réduites chez les Peul que chez les Wolof. N'atteignant jamais l'autosuffisance en céréales, et la production laitière leur permettant d'acheter une partie des vivres qu'ils consomment, les années sèches engendrent moins de perturbations de leur système d'exploitation des animaux.

Quel que soit l'exercice, les taux d'exploitation apparaissent légèrement plus élevés chez les Wolof que chez les Peul. L'acquisition de cheptel leur permet d'exploiter plus d'animaux sans chute d'effectif.

Abattages

Les Peul abattent en moyenne deux petits ruminants par concession et par an alors que les Wolof n'en abattent qu'un seul. En effet, les gallé Peul sont plus peuplés que les kër Wolof. Les premiers ont donc plus d'occasions d'abattre un animal (baptêmes, mariages...). D'autre part, les Wolof achètent souvent quelques jours avant la Tabaski quelques ovins qu'ils abattent pour cette fête; ces ovins échappent totalement au suivi.

Cependant, les Wolof possédant de plus petits troupeaux que les Peul (même si l'on rapporte le cheptel au nombre de personnes de la concession), les taux d'abattage sont plus élevés dans leurs troupeaux (14 p. 100 contre 9 p. 100).

Les abattages peuvent être divisés en deux groupes égaux en nombre : ceux qui ont lieu le jour de la Tabaski et les autres. La figure 4 représente l'évolution du nombre d'abattages ovins chez les éleveurs Wolof.

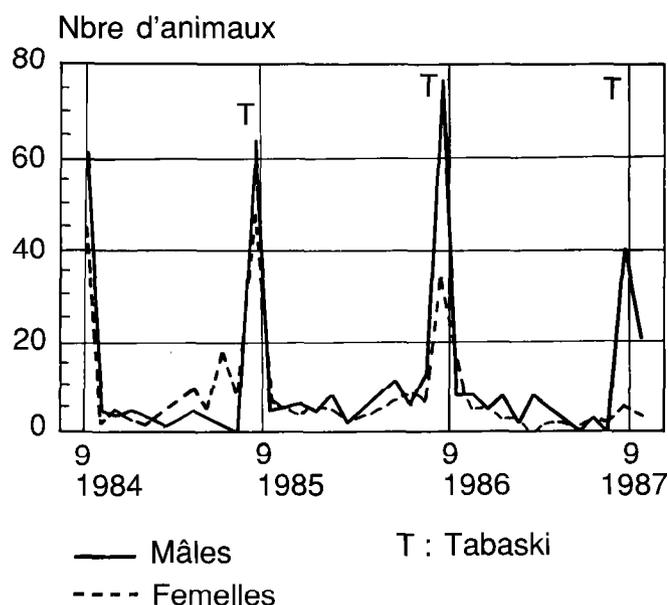


Fig. 4 : Évolution mensuelle du nombre d'abattages ovins chez les Wolof.

Le jour de la Tabaski, la règle est en principe de sacrifier un bélier. Cependant, les Peul abattent alors autant de caprins que d'ovins et chez les Wolof 60 p.100 des caprins abattus sur l'ensemble de l'année le sont à cette occasion. Les éleveurs déclarent préférer vendre leurs plus beaux animaux et sacrifier des bêtes de moindre valeur.

En année moyenne (1986 et 1987), les éleveurs abattent le jour de la Tabaski deux tiers de mâles. Les

années difficiles (1984 et 1985), le nombre de femelles abattues s'accroît. Il reste en effet peu de mâles disponibles dans les troupeaux, la plupart d'entre eux ayant été vendus auparavant pour permettre l'achat de céréales.

En dehors de la Tabaski, les éleveurs (Peul et Wolof) abattent autant de femelles que de mâles. Les Peul abattent alors deux fois plus de caprins que d'ovins.

Les Wolof qui possèdent des caprins semblent les abattre massivement (40 p. 100 des boucs sont abattus). Ils abattent leurs ovins significativement plus jeunes qu'ils ne les vendent (68 p. 100 des béliers abattus ont moins d'un an alors que cette proportion n'est que de 48 p.100 pour les ventes) et déclarent conserver pour la vente les animaux ayant la valeur la plus élevée; ce phénomène est moins net chez les Peul, qui exploitent toujours leurs mâles jeunes.

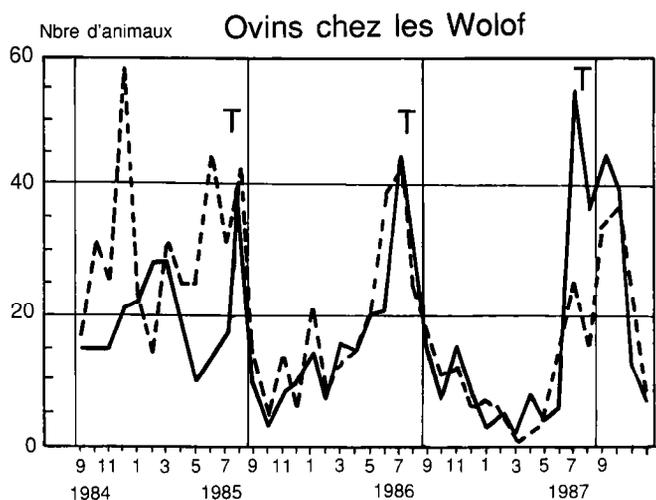
Ventes

Effectifs commercialisés

L'examen de la figure 5, qui représente l'évolution mensuelle des effectifs commercialisés, permet de saisir l'adaptation des stratégies commerciales des éleveurs Wolof aux caractéristiques de l'année (graphique supérieur).

Les ventes sont précoces et massives au cours du premier exercice. Les récoltes ont été quasiment nulles lors de l'hivernage précédent et les éleveurs ont dû vendre leurs animaux pour acheter du fourrage pour le cheptel restant et du riz d'importation afin de nourrir leur famille. Les femelles ont été vendues les premières, puis les mâles lorsqu'ils eurent atteint un âge jugé suffisant par les éleveurs. Les années suivantes, on constate un relatif regroupement des ventes à l'approche de la Tabaski. Il s'agit soit de ventes « spéculatives » pour l'approvisionnement urbain en ovins de Tabaski, soit de ventes de « soudure » permettant d'acheter des vivres durant les derniers mois qui précèdent la récolte, lorsque ceux qui sont issus de la récolte précédente sont épuisés. Pour les années étudiées, ces deux périodes se recouvrent.

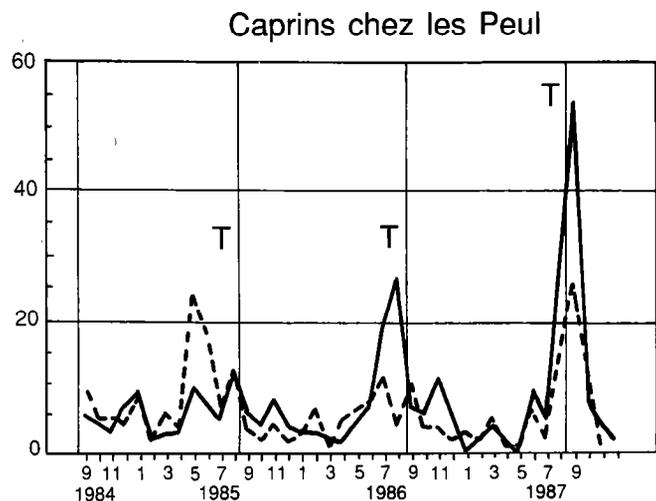
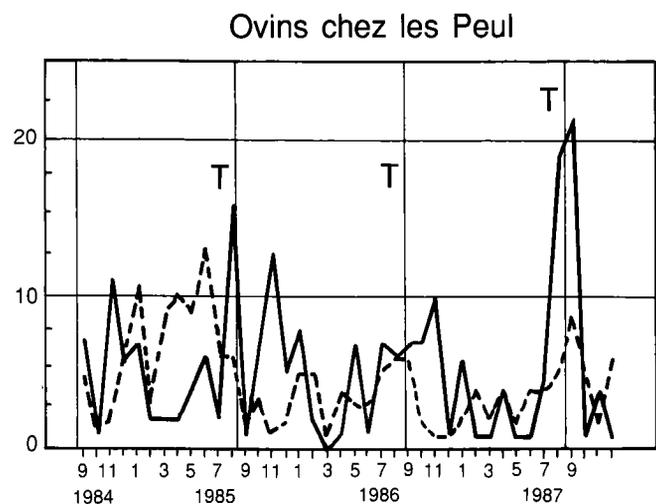
Cette même figure 5 (graphiques inférieurs) montre, chez les Peul, des ventes irrégulières d'ovins et caprins durant toute l'année, en nombre plus important les années difficiles. Les ventes de début de saison sèche, quand les animaux sont encore en bon état, sont destinées à ajuster la charge animale aux disponibilités fourragères, mais surtout à acheter du mil quand les prix sont peu élevés. Cette pratique est ancienne dans les familles Peul. Notons que, au contraire, les Wolof, qui achètent plutôt du riz d'importation dont le prix est stable, peuvent réaliser leurs ventes au fur et à mesure de leurs besoins.



Chez les deux ethnies, on constate un pic de ventes en septembre 1987, particulièrement remarquable chez les Peul pour lesquels le pic de ventes de Tabaski est généralement peu marqué. Il correspond au passage d'une épizootie, les éleveurs ayant préféré vendre une partie de leur cheptel plutôt que de le voir mourir. Les Peul ont vendu massivement leurs mâles mais cherché à préserver leurs femelles laitières, quitte à subir des pertes. Les Wolof, en revanche, n'ont pas hésité à vendre un nombre important de femelles.

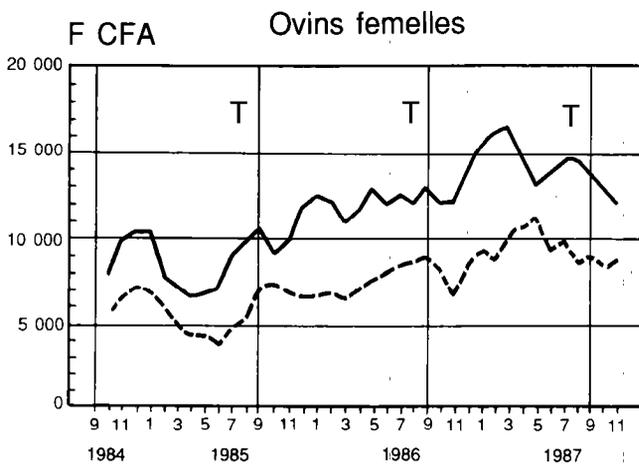
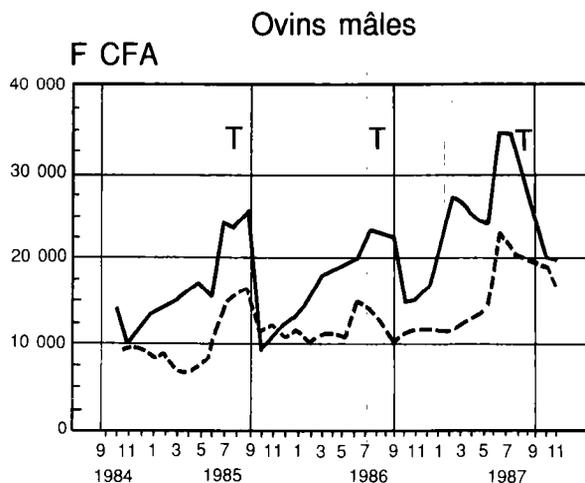
Prix de vente

La figure 6 représente l'évolution des prix de vente pondérés des ovins. L'envolée des prix à l'approche de la Tabaski est très nette pour les ovins mâles, surtout chez les Wolof. La spéculation apparaît évidente chez ceux-ci lorsqu'on rapproche, pour les



— Mâles T : Tabaski
 - - - Femelles

Fig. 5 : Évolution mensuelle des effectifs commercialisés.



- - - Peul T : Tabaski
 — Wolof

Fig. 6 : Évolution des prix de vente (moyennes pondérées).

ovins mâles, les prix indicés et les nombres de ventes indicés (Fig. 7). L'évolution parallèle de ces deux courbes confirme une stratégie de vente cherchant à tirer profit de l'évolution des cours. Notons cependant que, au cours de la saison sèche 1985, les besoins des éleveurs étaient importants et que les indices des prix passent en dessous des indices des ventes. A l'inverse, on observe pendant la saison sèche 1987 une rétention des mâles jusqu'à l'approche de la Tabaski, malgré des prix relativement élevés. On ne constate en revanche pas de corrélation entre nombre et prix de vente chez les éleveurs Peul.

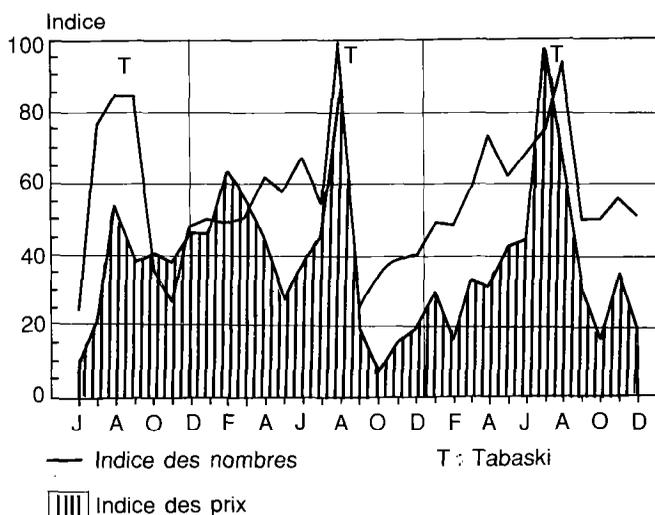


Fig. 7 : Évolution du nombre de ventes et du prix de vente pour les ovins mâles chez les Wolof (paramètres indicés).

La figure 6 montre encore que le prix des brebis accuse peu de variations saisonnières, mais augmente progressivement au cours des deux derniers exercices, où les ventes ont été plus faibles et mieux maîtrisées (c'est également le cas pour les caprins des deux sexes). Les ventes massives et en conditions difficiles de la saison sèche 1985 se traduisent par une nette diminution des prix, excepté pour les béliers des Wolof qui participent surtout au sous-objectif spéculatif.

Choix de l'animal à vendre

Les différences inter-ethniques que l'on observe sur ces courbes recouvrent des stratégies fondamentalement différentes. Peul et Wolof ne vendent pas les mêmes animaux et ils ne les vendent pas aux mêmes dates.

Les Wolof vendent autant que possible un « produit fini », l'animal, mâle ou femelle, qui est le plus proche

de sa valeur optimale au moment de la transaction. En revanche, les Peul cherchent à préserver le potentiel laitier de leur troupeau en vendant d'abord des mâles puis de mauvaises femelles (Fig. 8).

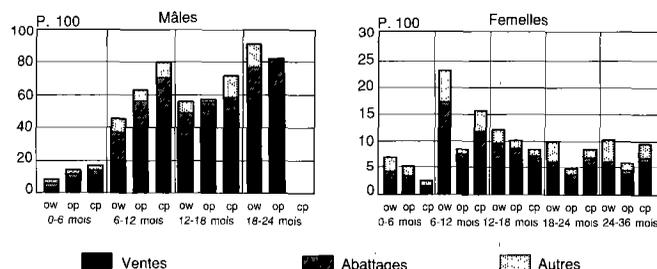


Fig. 8 : Quotients d'exploitation. (ow : ovins chez les Wolof ; op : ovins chez les Peul ; cp : caprins chez les Peul).

Les Peul vendent des mâles jeunes, alors que les Wolof cherchent à les conserver en vue d'une vente spéculative. Ces derniers n'hésitent pas en revanche à vendre des brebis de moins d'un an.

Quel que soit l'âge et le sexe de l'animal, l'examen de la figure 9 montre que les Wolof vendent leurs animaux plus cher que les Peul ; ces derniers valorisant mieux leurs ovins que leurs caprins. Chez les Peul, la vente de femelles s'apparente surtout à une réforme sélective, en particulier pour les brebis dont le prix n'augmente pas avec l'âge.

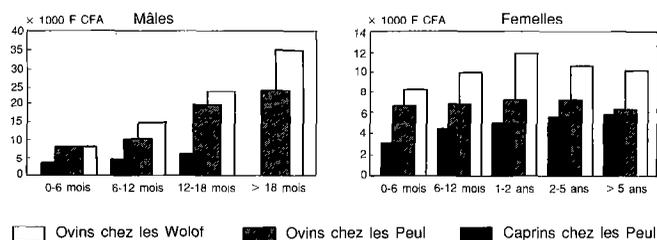


Fig. 9 : Prix de vente par classe d'âge.

Les différences de prix entre Peul et Wolof s'expliquent, en outre, par le fait qu'à âge égal les ovins des Wolof sont plus lourds que ceux des Peul : ils sont mieux complétés et parfois croisés avec des animaux Touabir. Notons encore que l'analyse de covariation a montré que, quelle que soit la période de vente, les Wolof valorisaient mieux leurs ovins Peul-Peul que les Peul et vendaient ces animaux moins cher que leurs ovins Touabir ou Waralé. Les différences sont encore plus nettes à l'approche de la Tabaski,

où les Wolof vendent surtout des ovins de case, bien alimentés. Ils vendent d'ailleurs à cette période des animaux significativement plus âgés que durant le reste de l'année, ce qui accroît encore les différences de prix bruts.

Évolution des cohortes

L'étude du devenir d'une cohorte d'ovins nés entre décembre 1984 et février 1985 résume les différences inter-ethniques dans la gestion économique des petits ruminants.

La comparaison des cohortes d'ovins mâles (Fig. 10) permet de noter que les Peul exploitent leurs agneaux très jeunes alors que les Wolof cherchent à différer cette exploitation pour mieux valoriser leurs animaux. Sur l'ensemble des animaux nés dans les troupeaux, les Wolof conservent 43 p. 100 de leurs béliers plus d'un an alors que ce chiffre n'est que de 24 p. 100 chez les Peul.

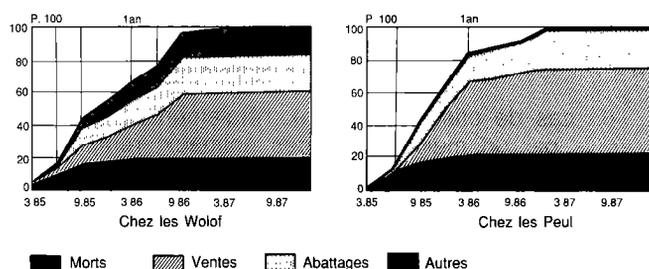


Fig. 10 : Évolution de deux cohortes d'ovins mâles (nés entre décembre 1984 et février 1985).

En ce qui concerne les femelles, les Peul cherchent à préserver leur potentiel reproducteur et laitier. Une brebis née dans un troupeau sera encore présente à 1 an dans 75 p. 100 des cas, à 2 ans dans 60 p. 100 des cas et à 3 ans dans 52 p. 100. Chez les Wolof, l'exploitation des jeunes femelles est plus fréquente et les chiffres précédents sont respectivement de 65 p. 100, 48 p. 100 et 42 p. 100.

Chez les Wolof, on rencontre une proportion importante de sorties pour une cause autre que la mort, la vente ou l'abattage. Il s'agit essentiellement de confiages d'ovins. Les éleveurs possédant de grands troupeaux confient en effet une partie de leur cheptel à une famille moins fortunée qui pourra garder le lait de l'animal et le produit d'une mise bas sur deux. En pratique, l'éleveur qui reçoit le confiage garde les femelles et le propriétaire de l'animal reprend les

mâles, qu'il embouche. La plupart des sorties de femelles pour cause de confiage correspondent à des « départs en confiage », alors que les mouvements de mâles sont plutôt des « fins de confiage » (reprise par son propriétaire d'un animal, ou du produit d'une brebis encore confiée dans le troupeau).

Les villages disposant des meilleurs pâturages reçoivent plus d'animaux qu'ils n'en confient, alors que les flux sont inversés dans les villages surpâturés, proches du forage.

Par ces confiages, des réseaux de solidarité, mais aussi de dépendance, sont matérialisés entre les familles.

Acquisition d'animaux

Cette pratique concerne essentiellement les Wolof, comme le montrent les chiffres suivants (taux d'acquisition) :

— septembre 1984-août 1985 : ovins Wolof 22 p. 100, ovins Peul 6 p. 100, caprins Peul 7 p. 100 ;

— septembre 1985-août 1986 : ovins Wolof 18 p. 100, ovins Peul 5 p. 100, caprins Peul 6 p. 100 ;

— septembre 1986-août 1987 : ovins Wolof 11 p. 100, ovins Peul 4 p. 100, caprins Peul 4 p. 100.

Les taux d'acquisition sont plus élevés au cours des premiers exercices car les éleveurs ont cherché à reconstituer leurs troupeaux ; une partie du produit de la vente de l'arachide et certains revenus extra-agricoles (revenus de l'émigration essentiellement) sont convertis en cheptel.

Il s'agit essentiellement d'achat de femelles ayant fait leurs preuves de reproductrices (50 p. 100 des brebis achetées ont plus de 2 ans). Les brebis sont achetées à des prix relativement élevés (supérieurs aux prix de vente au même âge), sur le marché de Ndiagne, et contribuent à l'amélioration du potentiel génétique des troupeaux. Il s'agit essentiellement de brebis ayant du sang Touabir et les enquêtes ont montré qu'elles sont utilisées comme mères à moutons de case.

Les mâles achetés sont en revanche jeunes (85 p. 100 d'entre eux ont moins d'un an alors que ce chiffre n'est que de 50 p. 100 pour les ventes). A âge égal, les Wolof achètent leurs béliers moins cher qu'ils ne les vendent. Ils acquièrent des mâles maigres, bon marché, qu'ils revendent après une alimentation à l'auge. L'achat de béliers reste un phénomène marginal qui ne touche que les éleveurs ayant d'importantes disponibilités financières.

Ces pratiques d'acquisition confirment le caractère relativement intensif de l'élevage chez les Wolof.

DISCUSSION

Des observations identiques à celles réalisées dans le précédent article (2), concernant la méthodologie et les aspects démographiques, ne seront pas reprises. On se limitera à quelques remarques spécifiques à cette zone d'étude.

Le fait de ne pas avoir suivi la production laitière et sa commercialisation (ce qui n'est pas sans poser des problèmes méthodologiques importants en système partiellement allaitant) rend difficile l'évaluation de la productivité physique et économique des troupeaux et particulièrement des troupeaux Peul, pour lesquels le lait constitue un produit essentiel de l'élevage.

Certains éleveurs Peul, considérés comme sédentaires (et qui parfois l'étaient au moment du démarrage du suivi), ont transhumé avec une partie importante de leurs animaux, pendant les années sèches. Seule la partie sédentaire de leur troupeau est suivie, d'où, parfois, une sous-évaluation de sa dimension.

CONCLUSION

Les pratiques présentées ici visent à la satisfaction d'objectifs clairement définis mais parfois antagonistes, qui confèrent néanmoins aux systèmes d'élevage une logique d'ensemble.

Chez les Peul, les femelles laitières jouent un rôle central. Elles sont à la base non seulement du processus de reproduction et d'accumulation du capital, mais également de la production laitière qui permet, directement et par sa commercialisation, la reproduction de la force de travail familiale. Quand ils doivent exploiter un animal, les Peul choisissent de préférence un mâle ou effectuent une sélection dans leur cheptel femelle. Les éleveurs Peul disposant de suffisamment de moyens commencent à emboucher quelques ovins de case.

La vente occupe au contraire chez les Wolof la place centrale dans le système d'élevage, mais cette activité est plus ou moins développée suivant la disponibilité en sous-produits (fanés). Habités aux spéculations commerciales, du fait de la traite arachidière, ils semblent avoir trouvé dans l'élevage de case un

moyen de pallier les chutes de rendement de l'arachide et donc leurs baisses de revenus. L'élevage de case reste cependant, souvent, une activité en grande partie financée de l'extérieur, notamment grâce aux mandats postaux envoyés par les membres de la famille émigrés en Europe.

S'ils sont moins aléatoires que ceux des cultures, les revenus de l'élevage n'en restent pas moins extrêmement sensibles aux conditions climatiques. Une année sèche implique un mauvais état général du cheptel et son exploitation à bas prix, ainsi qu'une mobilisation massive de l'épargne constituée de petits ruminants, pouvant conduire à une décapitalisation dont les effets se font sentir plusieurs années.

Pour s'affranchir des effets de cette vulnérabilité, les paysans font couramment appel aux revenus extérieurs mais sont également ouverts aux propositions de développement pouvant leur permettre de mieux répondre à leurs objectifs.

Une complémentation régulière et peu coûteuse (par exemple par la culture de plantes mixtes, fourragères et grainières, peu exigeantes en eau) contribuerait à la sécurisation du système d'élevage :

— elle permettrait une amélioration de la production laitière en saison sèche, surtout intéressante pour les Peul ;

— en cas de crise alimentaire, l'étalement des ventes, permis par un meilleur état des animaux, remplacerait avantageusement des exploitations d'urgence, à bas prix ;

— l'achat de céréales pourrait être réalisé par la vente d'un moindre nombre d'animaux.

Les éleveurs, en particulier les Wolof qui attachent une importance croissante à l'élevage de case, seraient intéressés par l'amélioration génétique des ovins concernés. La race Touabir étant peu rustique, son extension pourrait conduire à une relative spécialisation de l'élevage des petits ruminants, entre un atelier d'embouche, destiné à la production de béliers de Tabaski, et un élevage de races plus rustiques et éventuellement de caprins, pour la production laitière et les besoins ponctuels de vente ou d'abattage des familles. Une évolution de ce type semble d'ailleurs se dessiner dans les villages Wolof ayant des caprins. On constate en effet que la plupart de leurs ovins sont de race Waralé ou Touabir et sont très bien valorisés.

Les petits éleveurs peuvent néanmoins avoir intérêt à conserver une race mixte permettant des passages entre ateliers.

FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). Traditional small ruminant rearing system in Senegal. II. Animal management and husbandry practices by livestock owners in the Louga area. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 261-273.

The authors present some results of the programme on « small ruminant pathology and productivity raised in their traditional environment » (ISRA, IEMVT-CIRAD). On the basis of these results, an analysis of small ruminant rearing practices and strategies in the Louga area was made. The methodology is based upon field surveys and statistical analyses of microeconomical data gathered in a course of a weekly follow-up of 194 compound or concession herds over a 3-year period. The survey has oriented the data processing method which, in turn, has raised new questions and created new inquires among participants. The authors then describe small ruminant rearing conditions in their natural environment : Sahalian zone, human background (the region is shared between two different ethnic groups, the Fulani and the Djolofes), and the production systems. The management and husbandry practices are presented, which differ between Fulani and Djolofes. Two types of rearing systems are associated. The compound or « concession » rearing (mainly run by the Djolofes) concerns rams with the best body conformation. Such animals are kept tied and fed at the trough up to 6 or even 18 months of age until they are sold at their top price. The pastoral rearing concerns the other sheep and goats. They are given a day time grazing with an evening return with the shepherds back to the concession, where they receive a feed supplement. The role of small ruminant rearing (milk production, feast slaughtering, summonable saving in case of need) are illustrated by the results of this survey. The follow-up also demonstrates that the commercial strategies of these two ethnic groups as well as their major aims are completely different, *i.e.* milk production for the Fulani, animal selling for the Djolofes. *Key words* : Sheep - Goat - Herd management - Traditional rearing - Production system - Dairy production - Commercialization - Farming economy - Senegal.

FAUGERE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). Crianza tradicional de pequeños rumiantes en Senegal. II. Prácticas de conducta y de explotación de los animales por parte de los criadores de la región de Louga. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 261-273.

Los autores presentan aquí una parte de los resultados del programa « Patología y productividad de los pequeños rumiantes en un medio tradicional » (ISRA/IEMVT-CIRAD), a partir de los cuales se analizan las prácticas y estrategias de los productores de pequeños rumiantes en la región de Louga. La metodología utilizada se apoya sobre las encuestas realizadas en el campo y sobre el análisis estadístico de la información microeconómica recolectada mediante un seguimiento semanal de 194 hatos concedidos por un período de 3 años. Las investigaciones orientaron el tratamiento de la información, la que a su vez generó nuevos cuestionamientos e investigaciones por parte de los autores. Seguidamente, los autores describen las condiciones de crianza de los pequeños rumiantes media naturales (zona sahelina), humanos (dos etnias, « Peul » y « Wolof », se reparten la región) y sistemas de producción, así como también las prácticas de conducta y de gestión económica, sensiblemente diferentes entre « Peul » y « Wolof ». Dos formas de crianza se encuentran siempre asociadas : la crianza en corral (practicada sobre todo por los « Wolof ») para los mejores carneros, los que permanecen atados en la concesión y son alimentados por el hombre de los 6 a los 18 meses, para luego ser vendidos al mejor pastor ; la crianza pastoril, que concierne todos los otros ovinos y caprinos, los cuales pastan durante el día, bajo la tutela de un pastor, volviendo por la noche a la concesión, donde se les proporciona un suplemento. El papel de la crianza de pequeños rumiantes (producción lechera, matanzas festivas, reservas movilizables en caso necesario) es ilustrado mediante los resultados del seguimiento. Estos muestran claramente que las estrategias comerciales (escogencia de los animales para venta o matanza, época de venta, precio de venta, etc.) de las dos etnias son completamente diferentes y reflejan sus objetivos principales : producción de leche para los « Peul » y venta de animales para los « Wolof ». *Palabras claves* : Ovino - Caprino - Manejo del hato - Método de cría - Sistema de producción - Producción lechera - Comercialización - Economía de la cría - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. Atlas Jeune Afrique du Sénégal. Paris, Jeune Afrique, 1980.
2. FAUGERE (O.), DOCKES (C.), PERROT (C.), FAUGERE (B.). L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. I. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 249-259.
3. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.). Suivi des troupeaux et contrôle de performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, 39 (1) : 29-40.
4. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.). Panurge. Manuel de méthodologie de suivi de troupeaux et contrôle de performances animales individuelles dans les systèmes d'élevage traditionnels en Afrique. Fascicule 2 : Le fichier informatique : saisie et organisation des données. Dakar, ISRA/IEMVT-CIRAD, 1989.
5. FAUGERE (O.), FAUGERE (B.), MERLIN (P.), DOCKES (C.), PERROT (C.). L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Louga. Dakar, ISRA-LNERV, 1988.
6. FAUGERE (O.), LANDAIS (E.). Panurge. Manuel de méthodologie de suivi de troupeaux et contrôle de performances animales individuelles dans les systèmes d'élevage traditionnels en Afrique. Fascicule 1 : Le suivi sur le terrain et la tenue des fichiers manuels. Dakar, ISRA/IEMVT-CIRAD, 1989.
7. LANDAIS (E.). Introduction à l'approche systémique de la production animale. *In* : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, IEMVT, 1986. P. 25-38 (Études et synthèses de l'IEMVT n° 20).
8. PÉLISSIER (P.). Les paysans du Sénégal, les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Saint-Yrieix, Imp. Fabrègue, 1966. 941 p.

L.O. Wosu¹
H.N. Ibekwe¹

Pattern of animal ownership in the Nsukka local government area of the Anambra State in Nigeria

WOSU (L.O.), IBEKWE (H.N.). Profil des propriétaires d'animaux dans le district de Nsukka, État d'Anambra, Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 275-279.

Une recherche sur le profil des propriétaires d'animaux dans le district de Nsukka (État d'Anambra), au Nigeria, a montré que 63 p. 100 des familles choisies pour l'enquête possédaient des animaux. Parmi elles, la proportion de propriétaires illettrés, peu instruits ou instruits atteignait respectivement 85,55, 51,36 et 49,14 p. 100. Chez 1 240 familles choisies au hasard, les animaux les plus populaires, par ordre de préférence, étaient les chèvres, les poulets et les chiens. Ces derniers étaient les plus appréciés dans les familles instruites et les chèvres dans celles peu instruites ou illettrées. La valeur économique, l'utilité des animaux et le statut social des familles influençaient le choix des animaux. En général, on notait une tendance à avoir des animaux pour leur valeur économique et utilitaire plutôt que comme animal de compagnie. Ces résultats peuvent se révéler utiles d'un point de vue sociologique, économique et dans un but de planification, et servir aux vétérinaires praticiens et chercheurs. *Mots clés* : Volaille - Caprin - Chien - Animal de compagnie - Comportement humain - Sociologie - Nigeria

INTRODUCTION

Casual remarks by clients at the University Veterinary Teaching Hospital prompted the idea of carrying out this investigation. It was observed that persons of similar social status had similar reasons for keeping their dogs. It was therefore considered interesting to carry out this investigation with various species of animals. The results may be useful for different purposes, sociological, economic, planning and certainly to veterinarians in practice and in research.

MATERIALS AND METHODS

Definition of basic concepts used in the study

Family status : this was represented by the status of the Head of the nuclear family concerned, i.e. the husband in the family.

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

Reçu le 21.11.89, accepté le 5.12.89.

Literate family : this was a family where the Head was a University educated person and qualified in a profession which can be found in a University campus, in hospitals etc.

Semi-literate family : this was a family where the Head was simply literate and doing work such as market traders, tradesmen or « businessmen » as seen in Nsukka and in other towns in Nigeria.

Illiterate family : this was a family where the Head was illiterate, usually a farmer as seen in the Nigerian villages.

Information sought in the investigation

- the percentage of the population (all the sampled families) that kept any kind of animal ;
- the choice of animal species which were kept and how this was affected by the family status ;
- the reasons for keeping the animals and how this was related to the family status ;
- the percentage of families of different status that made use of the veterinary services and the reasons why the others did not do so.

Location

Nsukka Local Government Area (LGA) of the Anambra state in Southern Nigeria comprises the University campus, Nsukka town, few other towns and many villages. Nsukka LGA is located within the tropical humid zone with derived savannah vegetation. It is largely a rural community.

Selection of families

The survey covered the whole local government area which was divided into sections for the survey. In each section households/families were numbered according to their status. The families to be questioned were randomly picked up as in a raffle drawn after shaking and mixing up the numbers thoroughly in a container.

Obtaining the information

The information sought was obtained by means of filling out the questionnaires designed for each purpose. Space constraint prevents showing the various formularies used in this study. However, this is clearly indicated by the Tables of results. Altogether 1,240 randomly selected families made up of 350, 440 and 450 literate, semi-literate and illiterate families, respectively, were interviewed. The questionnaires were either filled out by the respondent of the family or by the researcher according to the answers of the family.

Statistical analysis

The results were submitted to statistical analysis using chi-square test to determine the degree of confidence of the results.

RESULTS

They are shown in the following tables.

Table I shows the number of sampled families and the percentage of animal-keeping families according to the social status.

Table II shows the choice of animals kept by families of different social status. The most popular animals in the overall tested population are goats, chickens and dogs, by order of preference. However, the first animal

TABLE I Percentage of families keeping any kind of animals.

	Literate	Semi-literate	Illiterate	Total
Number of sampled families	350	440	450	1 240
Percentage of families keeping:				
Goats	8.57	30.45	66.22	37.25
Dogs	25.14	16.36	4.00	14.35
Chickens	22.86	20.00	59.11	35.00
Rabbits	7.43	5.00	5.33	5.81
Pigs	0.00	4.09	6.67	3.87
Sheep	0.00	0.45	2.22	1.74
Cats	1.71	0.45	0.00	0.65
Guinea fowls	0.57	0.00		0.16
Guinea pigs	1.71	0.45		0.65
Ducks	0.00	1.36		2.42
Turkeys	0.57	0.00		0.16
Pigeons	0.57	1.36		0.65
Cattle	0.00	0.00		0.65

TABLE II Percentage of animal-keeping families and choice of animal species according to social status.

	Literate	Semi-literate	Illiterate	Total
Number of sampled families	350	440	450	1 240
Number and percentage of animal-keeping families	172 (49.14%)* (14%)**	226 (51.36%)* (18%)**	382 (85.55%)* (31%)**	780 (63%)*
Percentage of families keeping:				
Goats	17.44	59.29	77.60	59.07
Dogs	51.16	31.85	4.68	22.76
Chickens	46.50	38.94	69.27	55.49
Rabbits	15.12	9.73	6.25	9.20
Pigs	0.00	7.96	7.81	6.14
Sheep	0.00	0.88	2.60	2.81
Cats	3.48	0.88	0.00	1.02
Guinea fowls	1.62	0.00	0.00	0.25
Guinea pigs	3.48	0.88	0.00	1.02
Ducks	0.00	2.65	5.73	3.84
Turkeys	1.62	0.00	0.00	0.25
Pigeons	1.62	2.65	0.00	1.02
Cattle	0.00	0.00	2.08	1.02

* Percentage of animal-keeping families in each social status.

** Percentage of animal-keeping families of different social status (versus total number of sampled families).

The percentages corresponding to the three most popular animals chosen by families of different social status are bold, the percentages of the least popular animals are written in italics.

TABLE III Number of animals per family.

	Literate	Semi-literate	Illiterate	Total
Number of sampled families	350	440	450	1 240
Number of animals per family				
Goats	0.30	1.13	3.12	1.62
Dogs	0.26	0.18	0.10	0.18
Chickens	8.04	3.25	6.76	5.98
Rabbits	0.29	0.12	0.48	0.30
Pigs	0.00	0.19	0.25	0.16
Sheep	0.00	0.03	0.07	0.04
Cats	0.01	0.03	0.00	0.01
Guinea fowls	0.16	0.00	0.00	0.04
Guinea pigs	0.11	0.02	0.00	0.03
Ducks	0.00	0.04	0.07	0.04
Turkeys	0.06	0.00	0.00	0.02
Pigeons	0.11	0.04	0.00	0.05
Cattle	0.00	0.00	0.06	0.02

The three highest ratios of the number of animals per family are bold.

ÉCONOMIE DE L'ÉLEVAGE

TABLE IV Reasons for keeping animals according to social status.

Literate	Goats	Dogs	Chickens	Rabbits	Pigs	Sheep	Cats	Guinea pigs	Pigeons	Cattle
Total number of families that answered	46	82	109	27	6		4	5	5	
Money	29 (60.1)		40 (36.7)	2 (7.4)	6 (100)					
Food	11 (24)		63 (57.8)	25 (92.6)						
Security		64 (78)								
Hunting										
Experimental purpose								5 (100)		
Pleasure	6 (13)	18 (22)	6 (5.5)				4 (100)		5 (100)	
Illiterate	Goats	Dogs	Chickens	Rabbits	Pigs	Sheep	Cats	Guinea pigs	Pigeons	Cattle
Total number of families that answered	269	36	223	4	26	8	2			8
Money	269 (100)		195 (87.4)	2 (50)	26 (100)	8 (100)				
Food										
Security		5 (14)	28 (12.6)	2 (50)			2 (100)			
Hunting		31 (86)								
Experimental purpose										
Pleasure			6 (5.5)							
Semi-literate	Goats	Dogs	Chickens	Rabbits	Pigs	Sheep	Cats	Guinea pigs	Pigeons	Cattle
Total number of families that answered	135	56	91	30	38	4	1	3	2	
Money	113 (83.7)		53 (58.2)	11 (36.7)	30 (79)	4 (100)				
Food	15 (11.1)		38 (42)	19 (63.3)	8 (21)			3 (100)		
Security		47 (81.1)								
Hunting										
Experimental purpose							1 (100)			
Pleasure	7 (5.2)	9 (16)							2 (100)	

The most popular reasons for keeping animals are bold. Percentages are between parentheses.

being chosen in the literate families is the dog, whereas semi-literate and illiterate families prefer goats. The second species of animals being chosen is chickens in any kind of families. The third most popular animals are goats, dogs and pigs in the literate, semi-literate and illiterate families, respectively.

Table III shows that the highest number of animals per family in the overall tested population is obtained with chickens, goats and rabbits, by order of preference. Such a distribution is found in literate and illiterate families, whereas semi-literate families keep more pigs than rabbits.

Table IV shows the most popular reasons for keeping animals according to the social status. The three main reasons are money, food and pleasure, except in the illiterate families in which animals are kept not for pleasure, but for hunting. The first reason for keeping animals given by all families is economic. However, the second reason for keeping animals is pleasure in the literate families whereas it is food in the semi-literate or illiterate ones. The third reason given by families is food (literate families), pleasure (semi-literate families), hunting (illiterate families).

The data of table V show that the use of veterinary services depends on the social status of the families. Literate families are those who use veterinary services, whereas illiterate families do not because of economic reasons.

Statistical analysis using chi-square test showed with 95 % confidence that ownership of animals was influenced by the family status. However, there was no significant statistical relationship between the family status and the number of animals kept. The correlation between the types of animals kept and the positive response to veterinary services was found to be $r = 0.72$ ($P = 0.05$).

TABLE V Use of veterinary services according to the social status of the families.

	Literate	Semi-literate	Illiterate
Number of animal-keeping families	172	226	382
Percentage of families using veterinary services	81.3	57.1	25.0
Reasons for not using veterinary services :			
Ignorance	0.0	4.15	35
No money	0.0	20.6	50
No need (animals not sick)	100	75.25	15

DISCUSSION

Nsukka Local Government Area (LGA) is very similar to most other rural LGAs of Southern Nigeria except those where some Fulani have settled their cattle. In every LGA of Southern Nigeria there are literate, semi-literate and illiterate families as defined in this study. The study gives a good idea of the pattern of animal ownership in the part of the country where Fulani cattle are not settled. It should be noted that horses and other animals not mentioned here are not common in or native of Southern Nigeria. The most important factors that determine the ownership pattern of animals have appeared to be in the following order :

- the type of animal that can be accommodated or housed by the family ;
- the status of the family keeping the animals ;
- the utility use of the animal ;
- fancy for the animal as pet.

Selection of the families was done by a strictly controlled random sampling to avoid any bias. On the whole, 63 % of the families in the tested population kept animals. Of the literate, semi-literate and illiterate families 49.14, 51.36 and 85.55 %, respectively, kept animals (table II). The most popular animals kept in the tested population were goats, chickens and dogs in this order of preference. However, this order was affected by the social status of the families. Popularity of animals varied with the types of families, individuals or groups of individuals in the community (2). In agreement with this, it was shown that literate and semi-literate families kept dogs as pets and actually did so mainly for security, which reflects a sociological need. Illiterate families kept dogs mainly for hunting (table IV). Cats which are very popular in developed countries, ranked amongst the least popular animals, even among the literate families (table II). Here, they were kept mainly for their utility use in hunting down rats (rodents) in the house. It is not surprising that chickens had the highest ratio of number animals per family because their number can be accommodated by a family. However, it is noteworthy that the highest ratio i.e. 8.04 (table III), was found in the literate families indicating the increasing popularity of backyard poultry keeping by intensive methods among the literate families. Table III also revealed the popularity of goats being in the second place in all family types. Indeed, table II shows goats as the most popular animal in the tested population.

This may explain why *peste des petits ruminants* (PPR) is regarded as the most economically detrimental disease of small ruminants in the humid West Africa (1). Indeed, the disease does not only result in a

high mortality and morbidity in goats, it also affects many families.

The main reasons for keeping animals were for money, food and security. OMAMEGBE (3) reported that illiterate families kept animals mainly for economic and utilitarian reasons.

Ignorance and veterinary charges appeared to account for the non use of veterinary services. However, experience showed that this was rather due to inadequacy of veterinary services than to veterinary charges. The illiterate farmers sought veterinary services after having experienced the benefits of them. It is noteworthy that veterinarians and veterinary clinics are not adapted and are often located far from the villages. Consideration by veterinarians of cost benefits to the farmer will enhance the popularity of veterinary services. With 75 % of illiterate families and 42.9 % of semi-literate families not making use of veterinary services (table V) there appears to be plenty of room for expansion-extension of veterinary services in the community.

WOSU (L.O.), IBEKWE (H.N.). Pattern of animal ownership in the Nsukka local government area of the Anambra State in Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 275-279.

Investigation of the pattern of animal ownership in the Nsukka local government area of the Anambra State in Southern Nigeria, revealed that 63.00 % of all the sampled families (i.e. the tested population) kept animals. In this population, the percentage of animal owners in the illiterate, semi-literate and literate families was 85.55, 51.36 and 49.14 % respectively. One thousand two hundred and forty randomly chosen families were sampled in this study. In the tested population, goats, chickens and dogs were the most popular animals in this order of preference. Dogs were most popular in the literate families and goats in the semi-literate and illiterate families. The economic value and utility of the animals and the social status of the families influenced the choice of animals. Generally there was a tendency towards keeping animals for their economic value and utility rather than as pets. These results may be useful for sociological, economic and planning purposes and certainly to veterinarians in practice and in research. *Key words* : Poultry - Goat - Dog - Pet - Human behaviour - Sociology - Nigeria.

This investigation is useful for different purposes. Sociologists and general public will find the sociological attitudes for animals of interest. The distribution of animals in the population will interest planners and policy makers. Extension of the method used in this study can lead to determining the livestock census of an area. The study would be of special interest to Veterinarians in research, administration and in practice.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the cooperation of all the families who answered our questionnaires. We especially thank the staff of the Veterinary division of the Ministry of Agriculture, Nsukka, for their help in the field. We deeply appreciate the secretarial help of MM EMELOGU D.N. and ASADU E U. of the Department of Veterinary Medicine.

WOSU (L.O.), IBEKWE (H.N.). Perfil de los propietarios animales en el distrito de Nsukka, estado de Anambra, Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 275-279.

El estudio del perfil de los propietarios de animales en el distrito de Nsukka, estado de Anambra, Nigeria, demostró que 63 p. 100 de las familias encuestadas poseen animales. En esta población, el porcentaje de propietarios letrados, semi-letrados y letrados fue de 85.55, 51.36 y 49.14 p. 100 respectivamente. Se entrevistaron mil doscientas cuarenta familias, escogidas al azar. En orden de importancia, los animales más comunmente encontrados en la población estudiada fueron cabras, pollos y perros. Los perros fueron más comunes en las familias letradas y las cabras en las familias iletradas y semi-letradas. El valor económico y utilitario de los animales, así como el estatus social de las familias influenció la escogencia de éstos. En general hubo una tendencia a mantener animales de compañía. Estos resultados pueden ser útiles por razones sociológicas, económicas y de planificación, así como para la práctica e investigación veterinaria. *Palabras claves* : Pollo - Cabra - Perro - Animal de compañía - Comportamiento humano - Sociología - Nigeria.

REFERENCES

1. NDUAKA (O.), IHMELANDU (E.C.). Observations on pneumoenteritis complex in dwarf goats in Eastern states of Nigeria. Preliminary report. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1973 21 : 87.
2. NWAKONOB (I.E.) A study of dog population and ecology in a rural and in an urban community. University of Nigeria, Nsukka, 1987. P. 36-45. (Unpublished masters thesis)
3. OMAMEGBE (J.O.). A survey of dogs and their owners as seen at two veterinary clinics in Enugu and Nsukka areas of Anambra state. *Nig. vet. J.*, 1980, 9 (2) : 10-15.

G. Mandret ^{1*}A. Ourry ¹G. Roberge ¹

L'intérêt du *Panicum maximum* pour l'intensification fourragère au Sénégal.

I. L'association maraîchage-élevage

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). L'intérêt du *Panicum maximum* pour l'intensification fourragère au Sénégal. I. L'association maraîchage-élevage. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2):

L'intensification fourragère au Sénégal est envisagée, en association avec le maraîchage, où la graminée tropicale *Panicum maximum* permet une éradication des nématodes, un accroissement de la matière organique dans le sol et la constitution de réserves fourragères pour les éleveurs urbains de moutons. L'exploitation intensive de *Panicum maximum* est étudiée en fonction des variations climatiques saisonnières, pour définir une cinétique de croissance. L'incidence économique de la fertilisation est abordée sous l'aspect des exportations, du coefficient apparent d'utilisation et de la dilution de l'azote dans la matière sèche. *Mots clés* : *Panicum maximum* - Intensification fourragère - Croissance - Fertilisation azotée - Variation saisonnière - Culture irriguée - Culture maraîchère - Rotation des cultures - Sénégal.

INTRODUCTION

Depuis plus de 10 ans, des recherches sont menées sur la graminée tropicale *Panicum maximum* par le service des cultures fourragères de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). En 1977, l'introduction de matériel génétique à partir de Côte-d'Ivoire portait essentiellement sur le clone ORSTOM K187b.

D'abord utilisé pour l'affouragement des vaches laitières, le *Panicum maximum* cv K187b fut ensuite étudié pour la réalisation de courbes de croissance au cours des différentes saisons climatiques du Sénégal (11). Ces courbes ainsi que l'analyse bromatologique devaient permettre de définir la fumure optimale et le rythme d'exploitation pour ce clone.

En 1983, les clones ORSTOM T58 et C1 étaient introduits en même temps qu'une collection de 80 variétés de *Panicum maximum*. Le T58 (tétraploïde apomictique, $2n = 32$) avait été récolté en Tanzanie, en 1969, et le C1 était un hybride spontané avec le clone T21 (tétraploïde apomictique, $2n = 32$). Le mode de reproduction des *Panicum maximum* issus des populations naturelles est l'apomixie facultative, qui

1. ISRA-LNERV, Service cultures fourragères.

* Adresse actuelle : IEMVT-CIRAD, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Reçu le 27.11.89, accepté le 22.12.89.

permet de conserver le génotype de la plante mère chez 97 p. 100 des descendants avec 3 p. 100 de hors types (9). Des hybridations sont possibles entre tétraploïdes sexués et tétraploïdes apomictiques (13).

En Côte-d'Ivoire et dans de nombreux pays (Brésil, Venezuela, Colombie, Australie...), *Panicum maximum* se prête très bien à une exploitation intensive avec irrigation et fertilisation (8).

Au Sénégal, son exploitation intensive semblait possible, mais il fallait réaliser un bilan prévisionnel de la production annuelle et établir les caractéristiques d'une gestion optimale de cette graminée dans les conditions requises par l'environnement socio-économique. Les trois cultivars K187b, T58 et C1 furent testés sur des sols de Niayes (zone privilégiée pour l'intensification fourragère) dont la texture est argilo-sableuse et le pH compris entre 5,3 et 6,5. Cette zone de cultures étant le domaine du maraîchage, il était indispensable que les recherches soient orientées vers l'association maraîchage-élevage. Des rotations *Panicum maximum*-cultures maraîchères furent expérimentées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les essais ont été réalisés sous irrigation par aspersion, calculée en fonction des composantes climatiques définies par BOYER et GROUZIS (2) et de l'ETP estimée par la méthode dite du bac corrigé (3). L'irrigation était de 4 mm par jour d'août à mars et de 5 mm par jour d'avril à juillet. Les trois saisons, saison sèche froide, saison sèche chaude et saison des pluies, furent étudiées.

Après une coupe de régularisation à 12 cm, une fertilisation de fond, non limitante en phosphore et potassium, fut apportée aux doses respectives de 75 et 150 unités par hectare. L'azote était appliqué selon 3 niveaux : 0-75-150 unités par hectare sur des parcelles de 11,2 m² avec 6 répétitions pour *Panicum maximum* K187b, et 25-50-75 pour les cultivars T58 et C1.

Pour les rotations avec les cultures maraîchères, une fertilisation 40-40-80 était appliquée après chaque

G. Mandret, A. Ourry, G. Roberge

coupe sur des parcelles de 10,5 m² avec 7 répétitions. L'application d'un nématicide (dichloropropène) a servi de témoin.

Les analyses bromatologiques sont effectuées sur des échantillons de matériel végétal séchés à l'étuve à 60 °C pendant 48 heures. Les teneurs en azote sont déterminées par la méthode de Kjeldahl.

Les essais de digestibilité ont été menés sur plusieurs années avec des temps de repousse du *Panicum maximum* cv K187b variant entre 25 et 75 jours. Les mesures furent faites sur des lots de 4 à 6 béliers entiers, de race peul-peul, d'un poids moyen de 33 kg, alimentés à volonté avec un fourrage fauché chaque matin, conservé à l'air libre et distribué en deux repas (10).

RÉSULTATS

Croissance du *Panicum maximum*

L'apport d'azote a toujours un effet très significatif sur la croissance, quel que soit le niveau de la fumure et quelle que soit la saison (Fig. 1).

En période sèche froide, c'est-à-dire de novembre à mars, la croissance de *Panicum maximum* est faible et même insignifiante si aucune fertilisation azotée n'est apportée. Cependant, au-delà de 50 jours de repousse, la production journalière de matière sèche diminue quel que soit le niveau de fumure azotée adopté. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus sur une autre graminée fourragère tropicale : *Brachiaria mutica* (5).

En saison sèche chaude, d'avril à juillet, la réponse aux températures minimales plus élevées se traduit par un départ en croissance plus rapide et une productivité plus importante. La production journalière de matière sèche est, pendant cette saison, d'environ 75, 150 et 200 kg/ha pour des niveaux de fumure azotée respectifs de 0, 75 et 150 unités à l'hectare. La différence de production entre N75 et N150 n'est significative qu'au-delà de 50 jours de repousse : c'est-à-dire pour une production de matière sèche supérieure à 7,5 t/ha.

En saison des pluies, de juillet à octobre, la croissance journalière n'est pas aussi régulière qu'en saison sèche froide ou sèche chaude. Elle oscille entre 27 et 65 kg de matière sèche par hectare pour le témoin, 51 et 101 kg pour le traitement N75, 85 et 154 kg pour le niveau N150 (Fig. 2). On assiste à une « flambée » de croissance dans les 20 premiers jours, quel que soit le niveau de fumure azotée. Ceci ne signifie pas que l'intervalle entre chaque coupe doit être de 20 jours, mais qu'après cette forte poussée de croissance la

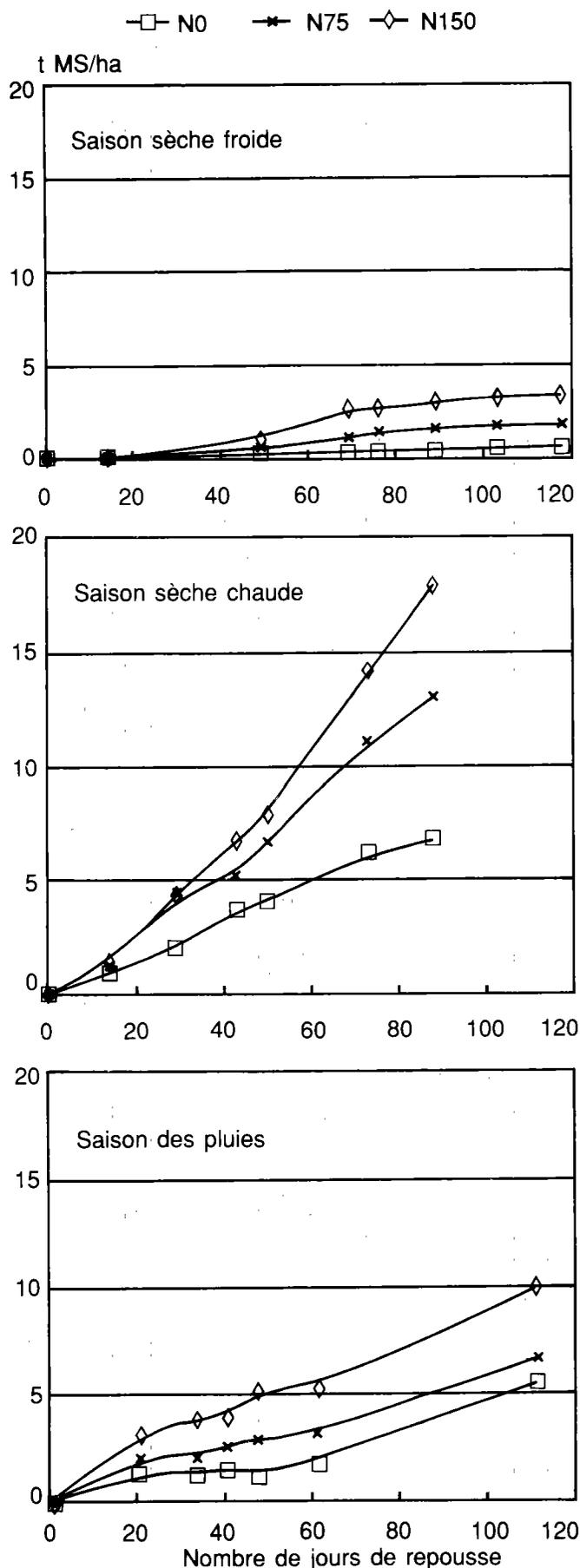


Fig. 1 : Courbes de croissance du *Panicum maximum* cv K187b au cours des trois saisons annuelles.

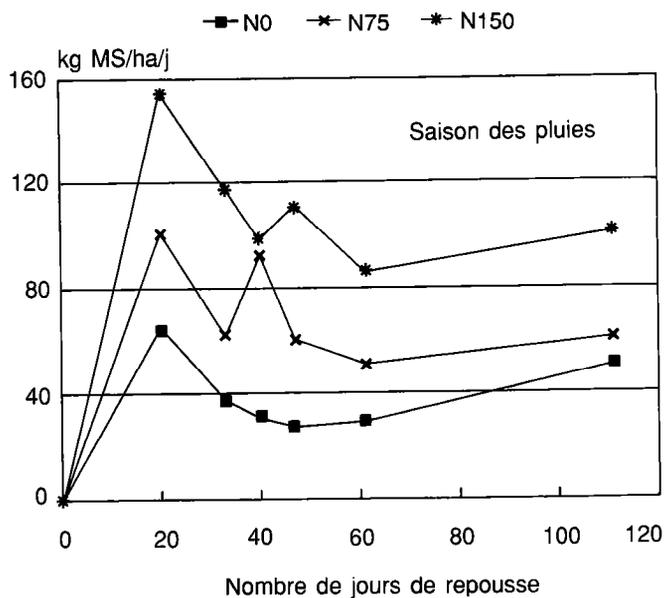


Fig. 2 : Production journalière de matière sèche du *Panicum maximum* cv K187b en saison des pluies pour trois niveaux de fertilisation (0, 75 et 150).

production de matière sèche journalière évoluera autour de 40 kg sans fertilisation, 80 kg pour N75 et 110 kg pour N150. L'apport d'une fumure azotée permet une « flambée » de croissance plus importante qui se répercute à terme sur la croissance journalière.

Il existe une corrélation linéaire hautement significative en saison sèche chaude, entre la somme des températures minimales et le rendement (Fig. 3). La pente des droites de régression linéaire obtenue étant plus élevée en saison sèche chaude qu'en saison des pluies, on peut penser que d'autres facteurs limitants interviennent sur la production du *Panicum* au cours de la saison des pluies (7).

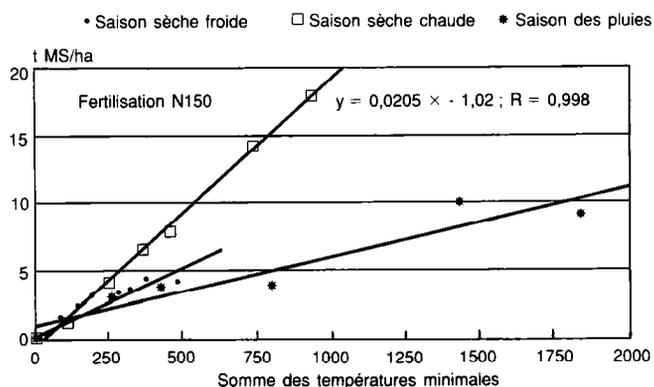


Fig. 3 : Corrélation entre la production de matière sèche du *Panicum maximum* cv K187b et la somme des températures minimales journalières.

Exportations d'azote

Compte tenu des résultats obtenus pour les différentes productions saisonnières, il était nécessaire d'étudier les quantités d'azote exportées par hectare pendant les saisons sèches (Fig. 4).

Sans fertilisation, l'exportation d'azote est très faible en saison sèche froide (7 kg/ha), alors qu'elle atteint plus de 60 kg/ha en saison sèche chaude. Il est probable que l'élévation des températures minimales accentue les processus de minéralisation (1). Il est aussi possible que les températures basses de saison sèche froide limitent l'absorption racinaire de l'azote.

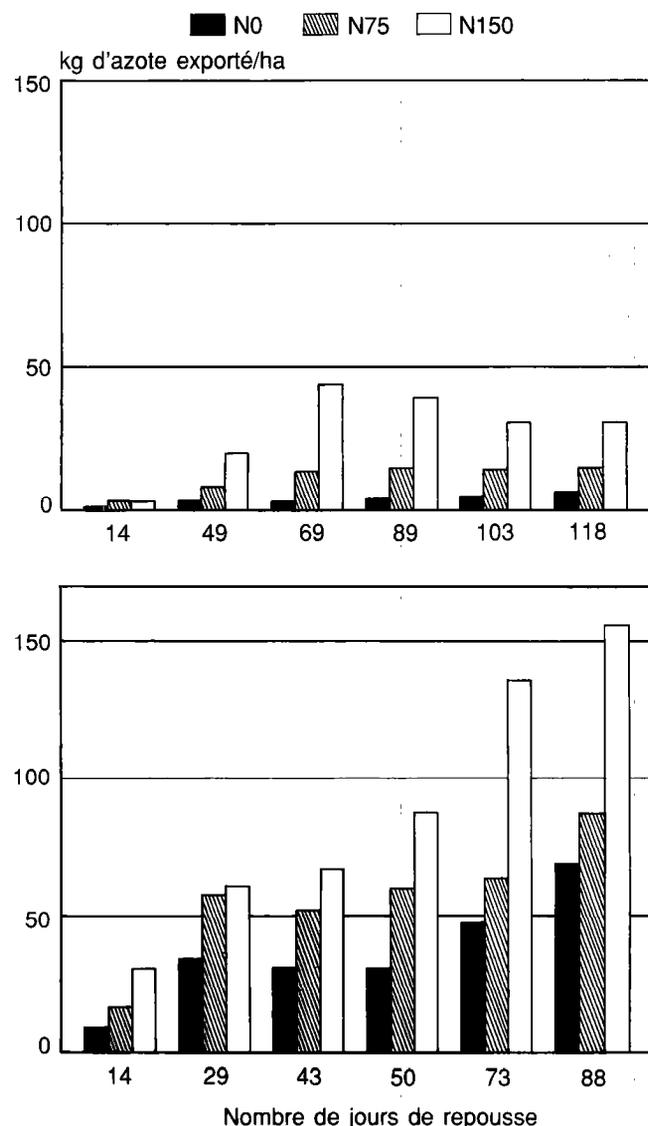


Fig. 4 : Exportations d'azote dans la production de matière sèche produite à l'hectare par *Panicum maximum* cv K187b en saison sèche froide et saison sèche chaude, pour trois niveaux de fertilisation (0, 75 et 150).

G. Mandret, A. Ourry, G. Roberge

En effet, le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais azoté (Fig. 5), qui traduit l'incidence économique de la fertilisation, est très faible en saison sèche froide (10 à 25 p. 100) alors qu'il dépasse 40 à 50 p. 100 en saison sèche chaude.

Une autre confirmation de l'effet du régime thermique sur l'absorption racinaire de l'azote est donnée par la figure 6, où la dilution de l'azote dans la matière sèche est beaucoup plus rapide en saison froide qu'en saison chaude.

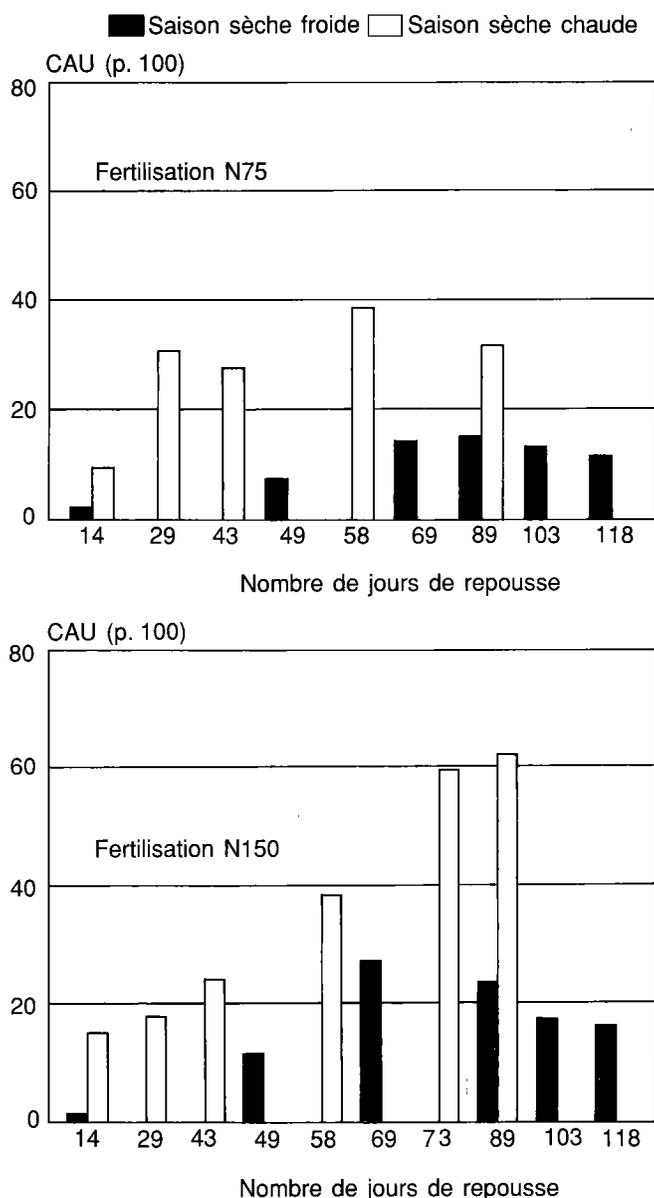


Fig. 5 : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais azoté par *Panicum maximum* cv K187b en saison sèche froide et saison sèche chaude, pour deux niveaux de fertilisation (75 et 150).

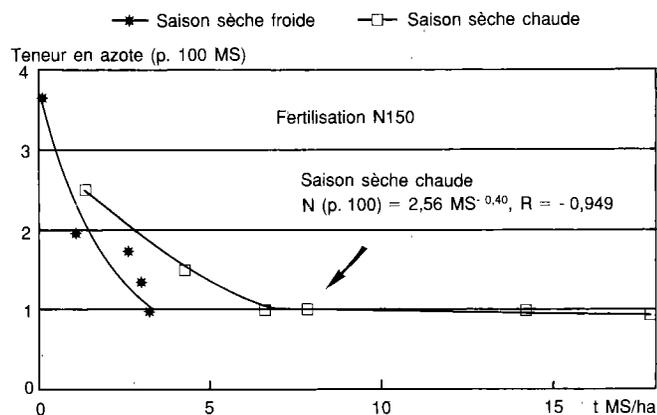


Fig. 6 : Dilution de l'azote dans la matière sèche aérienne du *Panicum maximum* cv K187b.

Les régressions entre la teneur en azote (exprimée en p. 100 de la MS) et la productivité (tonnes de MS/ha) sont du type exponentiel et correspondent à la loi de dilution de l'azote dans la matière sèche, décrite par SALETTE et LEMAIRE (12).

Saison sèche froide

N0 : $N = 0,76 MS^{-0,35}$, $R = -0,97$, $n = 6$

N75 : $N = 1,23 MS^{-0,41}$, $R = -0,97$, $n = 6$

N150 : $N = 1,78 MS^{-0,31}$, $R = -0,89$, $n = 6$

Saison sèche chaude

N0 : $N = 1,38 MS^{-0,25}$, $R = -0,63$, $n = 6$

N75 : $N = 1,84 MS^{-0,38}$, $R = -0,89$, $n = 6$

N150 : $N = 2,56 MS^{-0,40}$, $R = -0,96$, $n = 6$

Saison des pluies

N0 : $N = 1,058 MS^{-0,45}$, $R = -0,60$, $n = 5$

N75 : $N = 1,84 MS^{-0,74}$, $R = -0,71$, $n = 5$

N150 : $N = 2,56 MS^{-0,27}$, $R = -0,97$, $n = 5$

Les résultats de saison des pluies sont difficiles à interpréter, mais on a pu constater que l'utilisation de l'azote était meilleure chez *Brachiaria mutica* (5). Il est possible que la morphologie de la plante intervienne : l'une ayant un port cespiteux, alors que l'autre est stolonifère.

Supériorité d'un cultivar

Pour un même niveau de fumure azotée, le rendement annuel des cultivars K187b, T58 et C1 est identique (Fig. 7) : 40 t MS/ha pour le niveau N25 et 50 t MS/ha pour le niveau 150.

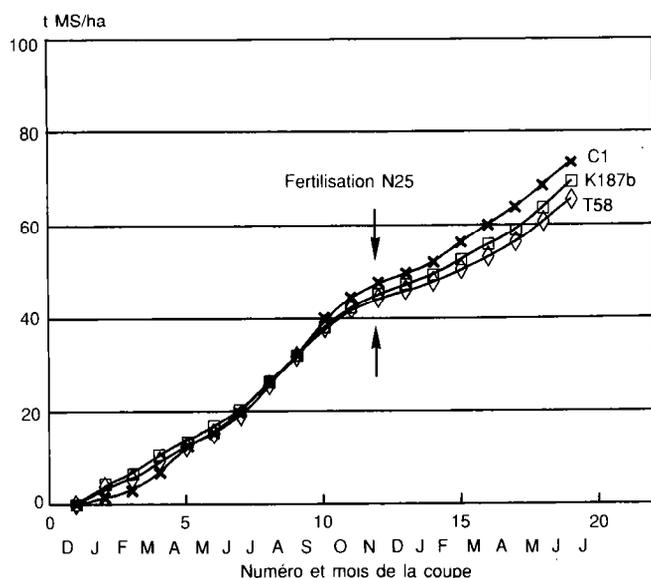


Fig. 7 : Production cumulée de matière sèche chez les clones K187b, T58 et C1 de *Panicum maximum*.

La teneur en matière sèche est significativement plus élevée chez le cultivar C1, 24,9 p. 100 au lieu de 21,7 p. 100 pour K187b et T58.

Du point de vue de son ingestibilité, le clone K187b est en moyenne inférieur, 55 g/kg $p^{0,75}$ (4), au clone C1, 66 g/kg $p^{0,75}$ (6). On ne dispose pas encore de résultats pour le clone T58.

La digestibilité de la matière organique varie peu d'un cultivar à l'autre, les variations étant plutôt saisonnières, 47 à 69 p. 100 pour des repousses de 21 à 63 jours (10).

La production semencière est la même chez les clones K187b et T58 (350 kg/ha). Quel que soit le cultivar, la date optimale de coupe se situe autour du 30e jour de repousse en saison chaude et du 40e jour en saison froide.

Pour ces trois clones, on ne peut pas vraiment définir une supériorité. Il convient plus d'envisager les avantages de chaque cultivar en fonction de son utilisation. Dans une optique de fenaillage, par exemple, on aura tout intérêt à choisir le cultivar C1 dont le taux de matière sèche (25 p. 100) est plus élevé que celui du cultivar K187b (22 p. 100) ou du cultivar T58 (21 p. 100). Comparés aux autres cultivars, la plus forte teneur en matière sèche et le meilleur rapport feuille/tige du clone C1 permettent de compenser les variations de la production journalière de biomasse en saison des pluies.

L'association maraîchage-élevage

Des essais de rotations culturales (tomate-*Panicum maximum* cv T58 et tomate-*Panicum maximum* cv C1) ont mis en évidence l'effet nématocide du *Panicum* sur les nématodes *Meloidogynes* (6). Les profils racinaires du *P. maximum* ont montré pour des écartements 30 x 30 cm, 6 mois après semis, une densité de racines d'environ 98 p. 100 à 10 cm de profondeur et de 34 p. 100 à 50 cm de profondeur, en irrigué. Bien que la densité des racines diminue à partir de cette profondeur, jusqu'à être nulle à 1 mètre, le système racinaire est suffisamment dense pour empêcher l'implantation d'éventuelles plantes hôtes pour les *Meloidogynes*. L'emploi du *P. maximum* dans une rotation maraîchère permet ainsi une éradication totale des *Meloidogynes* en 18 mois.

L'augmentation de la quantité de matière organique dans le sol dure 18 mois et on observe ensuite une succession de pertes ou d'accroissements brutaux (14). En Côte-d'Ivoire, le stock de matière organique totale, pour une profondeur de 25 cm, a été augmenté de 5,5 t/ha en trois ans et sans fertilisation.

En rotation avec les cultures maraîchères, le *Panicum* peut être installé de mai (année 1) à novembre (année 2), de telle sorte qu'une seule saison de maraîchage (saison froide) soit occupée par la rotation.

La production de foin par les maraîchers constituera une réserve fourragère pour les éleveurs de moutons de cases.

CONCLUSION

L'intensification fourragère au Sénégal est réalisable dans le cadre d'une association avec le maraîchage où l'irrigation est pratique courante. Les capacités de production fourragère du *Panicum maximum* diminuant dès la deuxième année, une exploitation sur 18 mois offrira les meilleures garanties pour optimiser la rotation :

- éradication des nématodes ;
- accroissement de la matière organique dans le sol.

Le maximum de production journalière de matière sèche se situera de mai à novembre.

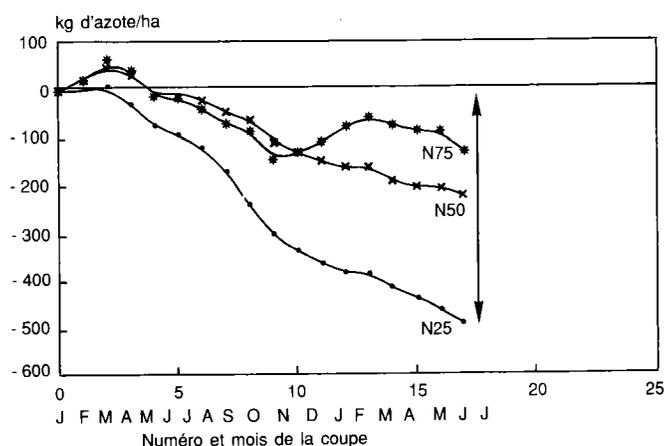


Fig. 8 : Bilan azoté (somme des apports azotés - somme des exportations par la plante) des apports d'engrais chez *Panicum maximum* cv C1.

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Interest of forage intensification with *Panicum maximum* in Senegal. I. Association of vegetable cropping and livestock husbandry. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 281-287.

Forage intensification in Senegal is suggested using *Panicum maximum* in rotation with vegetable crops, in order to eradicate nematodes, to increase the organic matter of the soil and to get hay for urban sheep farming. For determining growth kinetics, the intensive utilisation of *Panicum maximum* was studied in relation to seasonal climatic variations. The economic effect of nitrogen fertilization was studied in terms of export and apparent utilisation of nitrogen and its dilution in the dry matter. *Key words* : *Panicum maximum* - Forage intensification - Growth - Nitrogen fertilization - Seasonal variations - Irrigated crops - Vegetable farming - Rotation - Senegal.

Dans l'association maraîchage-élevage, le cultivar C1 semble être le plus approprié à une production de foin destinée essentiellement aux moutons. Il se distingue par une teneur en matière sèche plus élevée et par un système foliaire plus fin, donc mieux exploitable en fenaision.

La fertilisation azotée au niveau N75 entraîne une augmentation de l'exportation d'azote sans augmentation importante de la production de biomasse aérienne par rapport au traitement N50.

Cependant, le bilan azoté (Fig. 8) met en évidence un déficit important de l'apport d'azote au niveau N25 par rapport aux exportations, de telle sorte que ce niveau de fertilisation entraînerait un épuisement du sol à long terme.

Le déficit étant moindre pour N50, on peut penser que ce niveau convient le mieux.

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). El interés de *Panicum maximum* para la intensificación forrajera en Senegal. I. Asociación leguminosas-crianza. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 281-287.

Se plantea la intensificación forrajera en Senegal, en asociación con las leguminosas, de manera que la gramínea tropical *Panicum maximum* permite la erradicación de nemátodos, el crecimiento de materia orgánica en los suelos y la constitución de reservas forrajeras para los criadores urbanos de ovinos. Se estudia la explotación intensiva de *Panicum maximum* en función de las variaciones climáticas estacionales, con el fin de definir la cinética de crecimiento. Se aborda la incidencia económica de la fertilización, desde el punto de vista de las exportaciones, del coeficiente aparente de utilización y de la dilución de nitrógeno en la materia seca. *Palabras claves* : *Panicum maximum* - Intensificación forrajera - Crecimiento - Fertilización nitrogenada - Variación estacional - Cultivo irrigado - Leguminosa - Rotación - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. BERNHARD-REVERSAT (F.). Note sur l'influence du régime thermique et hydrique sur l'ammonification et la nitrification dans un sol de savane sahélienne. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 1980, 18 (2) : 147-152.
2. BOYER (J.), GROUZIS (M.). Études écophysiologicals de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I. Influence de certains facteurs du milieu sur le comportement hydrique et la croissance. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1977, 12 (4) : 249-267.
3. BOYER (J.), ROBERGE (G.). Étude écophysiological de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I. Influence des conditions matérielles d'exploitation sur les valeurs en matière sèche de la production sur pied et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, 38 (4) : 320-338.
4. FRIOT (D.). Étude de la valeur alimentaire de trois cultures fourragères. Premiers résultats. Dakar, ISRA-LNERV, 1985 (n° 38).
5. MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Effet des facteurs température et nutrition azotée sur la croissance des graminées fourragères tropicales. I. Variation saisonnière de la croissance d'une graminée tropicale, *Brachiaria mutica*, au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 119-124.

6. MANDRET (G.), ROBERGE (G.), OURLY (A.). Le *Panicum maximum* dans l'association maraîchage-élevage au Sénégal. XVI^e Congrès international des herbages, Nice, 4-11 oct. 1989. Versailles, INRA, 1989. Vol. II, p. 1235-1236.
7. OURLY (A.). Synthèse des recherches effectuées de 1980 à 1989 par le service des cultures fourragères sur *Panicum maximum*. Dakar, ISRA-LNERV, 1989.
8. PERNES (J.), RENÉ (J.), RENÉ-CHAUME (R.), LETENNEUR (L.), ROBERGE (G.), MESSAGER (J.L.). *Panicum maximum* (Jacq.) et l'intensification fourragère en Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1975, **28** (2) : 239-264.
9. PERNES (J.), RENÉ-CHAUME (R.), RENÉ (J.), SAVIDAN (Y.). Schéma d'amélioration génétique des complexes agamiques du type *Panicum*. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1975, **10** (2) : 67-75.
10. RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.). Paramètres de prévision de la valeur alimentaire de quatre graminées tropicales cultivées. In : Actes du Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, N'Gaoundéré, Cameroun, 16-20 novembre 1987. Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. P. 745-776 (Études et synthèses de l'IEMVT n° 30).
11. ROBERGE (G.). Rapport annuel 1983 sur les cultures fourragères. Dakar, ISRA-LNERV, 1984 (n° 18).
12. SALETTE (J.), LEMAIRE (G.). Sur la variation de la teneur en azote de graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution. *C.r. Acad. Sci., Paris*, 1981, **292** : 875-878.
13. SAVIDAN (Y.). Hérité de l'apomixie. Contribution à l'étude de l'hérité de l'apomixie sur *Panicum maximum* Jacq. (analyse des sacs embryonnaires). *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1975, **10** (2) : 91-95.
14. TALINEAU (J.C.), HAINNAUX (G.). Programme d'étude des interactions sol-plantes fourragères en milieu tropical humide. Premiers résultats. Adiopodoumé, ORSTOM, 1974.

Information

COURS PRATIQUE DE FORMATION AU DIAGNOSTIC DES HÉMOPARASIToses DU BÉTAIL

2-28 septembre 1991

Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

INSTITUT D'ÉLEVAGE ET DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE DES PAYS TROPICAUX

LABORATOIRE INTERNATIONAL POUR LA RECHERCHE SUR LES MALADIES ANIMALES

CENTRE DE RECHERCHES SUR LES TRYPANOSOMoses ANIMALES

ÉCOLE DE LUTTE ANTI-TSE-TSE.

L'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT), en collaboration avec le Laboratoire International pour la Recherche sur les Maladies Animales (ILRAD), le Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (CRTA), et l'École de Lutte Anti-tsé-tsé (ELAT), organise un cours pratique de formation au diagnostic des hémoparasitoses du bétail.

A l'issue de ce cours, les participants pourront utiliser ces techniques dans leurs propres laboratoires et les enseigner à leurs assistants.

CONTENU DU COURS

Théorie

Des notions immunologiques de base nécessaires à la compréhension des immunodiagnostic, un rappel des cycles parasitaires, des maladies et de leur épizootologie seront présentés.

La préparation des divers antigènes, des conjugués anti-immunoglobulines, des sondes ADN et des réactions de polymérisation en chaîne sera expliquée. Les méthodes d'enquête seront exposées.

Pratique

Les stagiaires réaliseront :

— l'isolement de souches de parasites, la splénectomie, le stockage des souches ;

— la préparation des conjugués ;
— les techniques de diagnostic, des plus simples aux plus complexes : frottis, préparation des antigènes, agglutination, immunofluorescence indirecte, ELISA pour la détection des anticorps et celle des antigènes, Dot-ELISA.

Parasites et rickettsiales étudiés

Trypanosomes (y compris *T. evansi*), *Babesia*, *Theileria*, *Anaplasma*, *Cowdria* et leurs vecteurs.

DATE ET LIEU

Le cours aura lieu dans les locaux de l'ELAT à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Il durera quatre semaines du 2 au 28 septembre 1991.

PARTICIPANTS

Dix participants seront admis. Ce cours s'adresse à des vétérinaires, ingénieurs et techniciens supérieurs travaillant dans les laboratoires ou centres de recherches vétérinaires tropicaux. Ils doivent être impliqués dans la surveillance pratique des principales hémoparasitoses de leur pays.

Le cours sera donné en français. Les participants retenus seront pris en charge par l'IEMVT ou par l'ILRAD.

DOSSIER DE CANDIDATURE

Le dossier devra comprendre :

— un curriculum vitae complet, précisant les fonctions occupées, les responsabilités exercées et les techniques pratiquées ;
— une copie des diplômes ;
— une lettre de recommandation de l'employeur actuel.

Ce dossier est à transmettre à :

Dr E. CAMUS, IEMVT, BP 1232, 97184 Pointe-à-Pitre Cedex, Guadeloupe (France). Tél : (590) 94.03.96. Télécopie : (590) 25.59.24.

Date limite de réception des dossiers : 30 avril 1991.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957, n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que se soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.