

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 93 Etude sérologique et bactériologique des mycoplasmoses aviaires dans la région du Cap Bon en Tunisie. Boussetta M., Chaouachi N., Mlik B. (*en français*)
- 97 Manifestations cliniques de brucellose animale à l'Est du Soudan. Agab H. (*en anglais*)
- 99 Epizootologie de l'ecthyma contagieux du dromadaire à l'Est du Soudan. Khalafalla A.I., Mohamed M.E.M. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 105 Résistance des strongles gastro-intestinaux aux anthelminthiques dans les élevages caprins en Guadeloupe (Antilles françaises). Barré N., Amouroux I., Aprelon R., Samut T. (*en français*)
- 111 Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins, ovins et caprins en Guinée maritime, République de Guinée. Ankers P., Fofana S., Biaye A. (*en français*)
- 117 Incidence d'helminthoses chez le buffle d'eau en Amazonie orientale, Brésil. Láu H.D. (*en anglais*)
- 121 Coccidies et coccidioses intestinales de la chèvre du Sahel (*Hircus reversus*) au Sénégal avec la description d'une espèce nouvelle. Maho A., Toguebaye B.S., Belot J. (*en français*)
- 126 Réactualisation des données sur la répartition des glossines au Mali. Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Touré M., Boiré S., Bengaly S., Coulibaly E., Diarra M., Traoré D., Ouattara I., Coulibaly Z. (*en français*)
- 133 Variations saisonnières de la densité apparente et du taux d'infection par *Trypanosoma* spp. de *Glossina palpalis gambiense* (Vanderplank, 1949) en zone soudanienne au Mali. Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. (*en français*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

- 139 Note de lecture
- 141 Quatre notes en métrologie pastorale (*en français*)
- 141 Biodiversité et végétation pastorale. Daget Ph., Poissonet J.
- 145 Planifier un échantillonnage pour une étude régionale de la végétation. Daget Ph., Poissonet J., Toutain B.
- 149 Mesurer les liaisons entre espèces dans un groupe de relevés. Daget Ph., Gaston A.
- 153 Rechercher des limites écologiques dans une végétation. César J., Daget Ph.

RESSOURCES ANIMALES

- 157 Etude de la filière viande de chèvre au Zimbabwe. Gauthier J., Pradier A., Lecroisey F., Shumba C. (*en français*)
- 167 Enquête sur la qualité microbiologique des viandes commercialisées à Conakry, République de Guinée. Niamy V., Keita S., Guilloteau B. (*en français*)
- 171 Polymorphisme des protéines sanguines chez l'âne (*Equus asinus*) au Maroc. Ouragh L., Ouassat M., Machmoum M. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

- 93 Serological and bacteriological study of avian mycoplasmosis in the Cap Bon region of Tunisia. Boussetta M., Chaouachi N., Mlik B. (*in French*)
- 97 Clinical signs of animal brucellosis in Eastern Sudan. Agab H. (*in English*)
- 99 Epizootiology of camel contagious ecthyma in Eastern Sudan. Khalafalla A.I., Mohamed M.E.M. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

- 105 Anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes in goat farms in Guadeloupe (French West Indies). Barré N., Amouroux I., Aprelon R., Samut T. (*in French*)
- 111 Main patterns in helminthic parasitism of cattle, sheep and goats in Maritime Guinea (Republic of Guinea). Ankers P., Fofana S., Biaye A. (*in French*)
- 117 Incidence of helminth infections in water buffaloes in Eastern Amazon, Brazil. Láu H.D. (*in English*)
- 121 Intestinal coccidia and coccidiosis of the Sahel Goat (*Hircus reversus*) in Senegal with the description of a new species. Maho A., Toguebaye B.S., Belot J. (*in French*)
- 126 Update on the distribution of tsetse flies in Mali. Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Touré M., Boiré S., Bengaly S., Coulibaly E., Diarra M., Traoré D., Ouattara I., Coulibaly Z. (*in French*)
- 133 Seasonal variations of the apparent density and trypanosome infection rates of *Glossina palpalis gambiense* (Vanderplank, 1949) in the Sudanese zone of the Republic of Mali. Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. (*in French*)

FEED RESOURCES

- 139 Reading notes
- 141 Four notes in grazing metrology (*in French*)
- 141 Biodiversity and pastoral vegetation. Daget Ph., Poissonet J.
- 145 Sampling design to study vegetation at the regional level. Daget Ph., Poissonet J., Toutain B.
- 149 Measuring connections between species in a group of relevés. Daget Ph., Gaston A.
- 153 Looking for ecological limits in a vegetation cover. César J., Daget Ph.

ANIMAL RESOURCES

- 157 Study of the goat meat commodity subsector in Zimbabwe. Gauthier J., Pradier A., Lecroisey F., Shumba C. (*in French*)
- 167 Survey on retailed meat microbiological quality in Conakry, Republic of Guinea. Niamy V., Keita S., Guilloteau B. (*in French*)
- 171 Blood protein polymorphism in donkeys (*Equus asinus*) in Morocco. Ouragh L., Ouassat M., Machmoum M. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

- 93 Estudio serológico y bacteriológico de las micoplasmosis avícolas en la región del Cabo, en Túnez. Boussetta M., Chaouachi N., Mlik B. (*en francés*)
- 97 Signos clínicos de brucelosis animal en Sudán del Este. Agab H. (*en inglés*)
- 99 Epidemiología del ectima contagioso del dromedario al Este de Sudán. Khalafalla A.I., Mohamed M.E.M. (*en inglés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

- 105 Resistencia de los estróngilos gastrointestinales a los antihelmínticos en los establecimientos caprinos de Guadalupe (Antillas Francesas). Barré N., Amouroux I., Aprelon R., Samut T. (*en francés*)
- 111 Parásitos helmintos dominantes en los bovinos, ovinos y caprinos en Guinea marítima (República de Guinea). Ankers P., Fofana S., Biaye A. (*en francés*)
- 117 Incidencia de infecciones por helmintos en los búfalos de agua en el este del Amazonas, Brasil. Láu H.D. (*en inglés*)
- 121 Coccidias y coccidiosis intestinales de la cabra del Sahel (*Hircus reversus*) en Senegal, con la descripción de una nueva especie. Maho A., Toguebaye B.S., Belot J. (*en francés*)
- 126 Reactualización de los datos sobre la repartición de las glosinas en Mali. Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Touré M., Boiré S., Bengaly S., Coulibaly E., Diarra M., Traoré D., Ouattara I., Coulibaly Z. (*en francés*)
- 133 Variaciones estacionales de la densidad aparente y de la tasa de infección por *Trypanosoma* spp. de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en la zona sudanesa en Malí. Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. (*en francés*)

RECURSOS ALIMENTICIOS

- 139 Nota de lectura
- 141 Cuatro notas en metrología pastoril (*en francés*)
- 141 Biodiversidad y vegetación pastoril. Daget Ph., Poissonet J.
- 145 Planificación de un muestreo para un estudio regional de la vegetación. Daget Ph., Poissonet J., Toutain B.
- 149 Medida de las relaciones entre las especies en un grupo de muestras. Daget Ph., Gaston A.
- 153 Búsqueda de los límites ecológicos en la vegetación. César J., Daget Ph.

RECURSOS ANIMALES

- 157 Estudio de la filial caprina en Zimbabwe. Gauthier J., Pradier A., Lecroisey F., Shumba C. (*en francés*)
- 167 Encuesta sobre la calidad microbiológica de las carnes comerciales en Conakry, República de Guinea. Niamy V., Keita S., Guilloteau B. (*en francés*)
- 171 Polimorfismo de las proteínas sanguíneas en el asno (*Equus asinus*) en Marruecos. Ouragh L., Ouassat M., Machmoum M. (*en francés*)

Le département d'Elevage et médecine vétérinaire du CIRAD
Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

organise en mars 1998

le Cours international de pathologie et production des ovins et caprins (CIPPOC)

Le CIPPOC est destiné aux cadres supérieurs du développement et de la recherche, aux étudiants de dernière année des Ecoles nationales vétérinaires, des Ecoles nationales supérieures d'agronomie et des 3^e cycles en productions animales, aux ingénieurs, vétérinaires et cadres en activité.

Il se propose un double objectif. Le premier est de faire le point des connaissances les plus récentes sur la production, l'amélioration et la valorisation des petits ruminants. Le second est de proposer des solutions propres à chaque système de production, compte tenu des principales contraintes.

Sa conception laisse une large part à la confrontation des expériences et des idées des participants, lors de tables rondes.

La durée totale des cours est de quatre semaines.

PROGRAMME

Les petits ruminants dans le monde

1. Situation et évolution des productions

- répartition mondiale,
- échanges internationaux,
- stratégie de production,
- possibilités d'amélioration.

2. Facteurs de limitation des échanges

- contraintes pathologiques,
- contraintes socio-économiques,
- législation sanitaire internationale.

Les petits ruminants en régions chaudes

1. Systèmes d'élevage, races, productions

- le milieu, productions fourragères et alimentation,
- méthodes d'enquêtes et de suivis,
- amélioration génétique,
- intérêts et limites des suivis d'élevage.

2. Contraintes alimentaires et pathologie

- pathologie nutritionnelle,
- pathologie infectieuse,
- pathologie parasitaire,
- indications et limites des prophylaxies.

3. Socio-économie de la production

- place des productions,
- choix d'une production,
- structures de recherche et de développement,
- évolution et perspectives.

Les postulants doivent présenter leur demande avant le 15 janvier 1998

Cette demande doit comprendre :

- une lettre de motivation d'une page maximum précisant les actions futures envisagées,
- un curriculum-vitae, et deux photos d'identité.

Les candidats seront sélectionnés dans les limites des places disponibles.

Après acceptation du dossier, les inscriptions ne seront définitives qu'après règlement des frais de participation d'un montant de 16 500,00 FF. Ce montant couvre également les frais d'un voyage d'une semaine dans le sud de la France.

NB : les dossiers incomplets ne seront pas pris en considération. Les organisateurs se réservent le droit d'annuler le cours si le nombre de candidats est insuffisant.

Déroulement des enseignements

Les enseignements se dérouleront au CIRAD-EMVT à Montpellier. Des visites de fermes sont prévues. A la fin des cours les candidats recevront une attestation de participation.

Demandes de renseignements et d'inscription

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

tel : +33 (0) 4 67 61 58 00 ; télécopie : +33 (0) 4 67 59 37 97 ; e-mail : duvallet@cirad.fr

Etude sérologique et bactériologique des mycoplasmoses aviaires dans la région du Cap Bon en Tunisie

M. Boussetta¹ N. Chaouachi² B. Mlik¹

Mots-clés

Poulet de chair - Poule pondeuse - Dindon - Animal reproducteur - Mycoplasmoses - *Mycoplasma gallisepticum* - *Mycoplasma synoviae* - *Mycoplasma meleagridis* - Immunologie - Bactériologie - Tunisie.

Résumé

Une enquête séroépidémiologique et bactériologique a été effectuée en Tunisie dans une région à forte concentration aviaire pour le dépistage des mycoplasmoses à *Mycoplasma gallisepticum*, *M. synoviae* chez la poule et chez la dinde. Au cours de l'enquête, 63 élevages ont été visités et 780 prélèvements de sang et écouillons trachéaux ont été effectués et analysés pour la recherche sérologique d'anticorps anti-*Mycoplasma gallisepticum*, -*M. synoviae* et -*M. meleagridis*. La recherche bactériologique a porté sur *M. gallisepticum* et *M. synoviae*. Les taux d'infection des troupeaux déterminés par sérologie étaient de 36,5 p. 100 pour *M. gallisepticum*, de 19 p. 100 pour *M. synoviae* et de 0 p. 100 pour *M. meleagridis*. Les élevages positifs en bactériologie pour *M. gallisepticum* et *M. synoviae* étaient respectivement au nombre de 15 et 5, soit 23,8 et 7,9 p. 100 des élevages visités.

■ INTRODUCTION

Les mycoplasmoses aviaires à *Mycoplasma gallisepticum* et *Mycoplasma synoviae* sont responsables de troubles respiratoires et articulaires chez la poule, la dinde et chez d'autres espèces aviaires (26, 27). Ces infections engendrent des conséquences économiques importantes dans tous les secteurs de production en aviculture : retard de croissance pour la filière chair et baisse de production d'œufs pour les pondeuses et reproductrices (14). L'antibiothérapie est coûteuse et les molécules actives sur les mycoplasmes sont peu nombreuses (8). A la connaissance des auteurs, aucune étude sur la mycoplasmoses clinique en Tunisie n'a été publiée. Les animaux prélevés au cours de cette enquête étaient d'apparence saine. Cette étude a concerné tous les secteurs de production avicole rencontrés au Cap Bon, région à forte concentration aviaire. Elle a porté sur la recherche des anticorps anti-*Mycoplasma* par la technique de l'agglutination rapide sur lame (18) et ELISA (2), ainsi que sur l'isolement de *Mycoplasma gallisepticum* et *Mycoplasma synoviae* sur des milieux de culture spécifiques (5, 10).

1. Laboratoire des mycoplasmes, Institut Pasteur de Tunis, 13 Place Pasteur, BP 74, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie

Tél: (216-1) 78 30 22 ; Fax : (216-1) 79 18 33

2. Docteur vétérinaire, 5 rue Ali Annabi, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie

■ MATERIEL ET METHODES

Enquête sur le terrain

Région

L'étude a concerné six délégations (ou zones administratives) de la région du Cap Bon où la concentration avicole industrielle était importante (figure 1). Le cheptel aviaire dans cette région était estimé à 7 millions de volailles, réparti comme suit (11) : 80 p. 100 de poulets de chair, 9 p. 100 de poules pondeuses, 9 p. 100 de dindes, 1 p. 100 de poules reproductrices et 1 p. 100 de poulets traditionnels.

Questionnaire

La visite de chaque élevage a été reportée sur une fiche de renseignements. Les informations ont été recueillies auprès des éleveurs et concernaient les antécédents pathologiques, le type de production, la prophylaxie, l'antibiosupplémentation et l'antibiothérapie.

Les élevages visités étaient au nombre de 63, répartis sur les six délégations de la région, à raison d'une dizaine d'élevages par délégation. Le choix a été effectué de façon à couvrir tous les types de production (chair, ponte, reproducteurs) ainsi que l'élevage traditionnel.

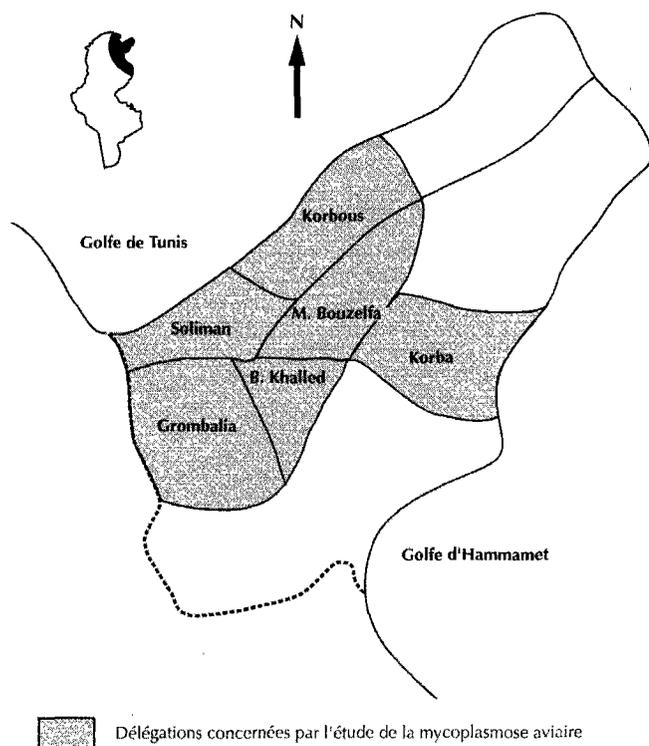


Figure 1 : carte géographique de la région du Cap Bon, Tunisie.

Prélèvements

Pour chaque sujet, un écouvillon trachéal destiné à l'analyse bactériologique (25) et une prise de sang pour la recherche des anticorps anti-*Mycoplasma* (1, 16, 21) ont été réalisés simultanément. Le transport et la conservation des échantillons ont été effectués à +4° C.

Examens de laboratoire

Sérologie

L'analyse sérologique a consisté, dans un premier temps, à rechercher les anticorps dirigés contre les trois espèces de mycoplasmes : *Mycoplasma gallisepticum*, *M. synoviae* et *M. meleagridis*, selon la technique d'agglutination rapide sur lame (ARL) (6, 20) en utilisant les antigènes spécifiques (Intervet, France). Dans un deuxième temps, la détection des anticorps s'est orientée vers la souche de mycoplasme prédominante en ARL selon la méthode immunoenzymatique ELISA *Mycoplasma gallisepticum*, KPL (Proflock, USA) (15).

Bactériologie

Le milieu d'isolement utilisé était le FM4 décrit par Frey (7). Ce milieu a été comparé à celui des laboratoires Unipath (Oxoid) : CM 403 pour le milieu liquide et CM 401 pour le milieu solide avec le supplément sélectif SR 0596. Tous ces milieux ont été complétés avec de la L-cystéine (0,05 p. 100), de la nicotine amide dinucléotide (Sigma), et les vitamines BME 100X (Sigma).

Les souches de référence utilisées étaient : *Mycoplasma gallisepticum* ATCC 15302, *Mycoplasma synoviae* WVU 1853 et *Mycoplasma meleagridis* ATCC 25294. Les sérums monospécifiques de référence correspondants étaient produits chez le lapin et provenaient du Laboratoire national de pathologie aviaire (Ploufragan, France).

L'identification des cultures positives a été effectuée après caractérisation biochimique (3, 4, 19) et étude des anticorps par immunofluorescence indirecte (9, 22) en utilisant un sérum anti-lapin marqué à la fluorescéine (Sigma).

Les caractères étudiés étaient : le métabolisme du glucose ou de l'arginine, la réduction des sels de tétrazolium, l'activité de la phosphatase alcaline, la formation de films et *spots* et le test de croissance en présence de digitonine.

■ RESULTATS

Sérologie

Le dépistage sérologique des troupeaux par agglutination sur lame (tableau I) a montré la présence d'anticorps anti-*Mycoplasma gallisepticum* et -*M. synoviae* avec des taux respectifs de 36,5 et 19 p. 100. La sérologie est restée négative pour *Mycoplasma meleagridis*. L'analyse des sérums pour la recherche des anticorps anti-*Mycoplasma gallisepticum* a montré une corrélation de 97,7 p. 100 entre les techniques ARL et ELISA. En effet, sur les 176 sérums positifs pour *Mycoplasma gallisepticum*, 172 étaient positifs par la technique ELISA. Aucun des autres sérums ne s'est révélé positif en ELISA. La totalité des poulets traditionnels présentaient des anticorps anti-*Mycoplasma*. Quelques sérums chez la dinde et la poule reproductrice se sont révélés positifs pour *Mycoplasma gallisepticum*. Tous les secteurs de production (y compris celui de la dinde) étaient contaminés par *M. gallisepticum* (tableau II).

Le tableau III montre la répartition des prélèvements positifs de *M. gallisepticum* et *M. synoviae* selon les délégations. Les taux d'infections étaient variables en fonction des zones.

Bactériologie

Les milieux de culture FM4, Oxoid, solide et liquide ont donné des résultats similaires. Les cultures positives étaient au nombre de 43 pour *Mycoplasma gallisepticum* et 11 pour *Mycoplasma synoviae* sur les 63 élevages visités, soit respectivement un taux de 23,8 et 7,9 p. 100 (tableaux II et III). *Mycoplasma gallisepticum* n'a pas été isolée chez la dinde, ni chez les reproducteurs. Cependant la totalité des élevages de poulets fermiers, 11 de poules pondeuses et 5 de poulets de chair ont montré des cultures positives. Toutes les délégations étaient contaminées par *M. gallisepticum*, mais deux (Korba et Korbaous) étaient indemnes de *M. synoviae* (tableau III).

Tableau I

Résultats sérologiques et bactériologiques des mycoplasmoses aviaires chez la poule et la dinde

Espèces de mycoplasme	Total		Sérums positifs		Cultures positives
	prélév.	élev.	ARL	ELISA	
M. g.	780	63	176	172	43
M. s.	780	63	112	-	11
M. m.	780	63	0	-	0

M. g. : *Mycoplasma gallisepticum* ; M. s. : *Mycoplasma synoviae* ; M. m. : *Mycoplasma meleagridis* ; - : non réalisé

Tableau II

Répartition des échantillons positifs en fonction des secteurs de production

Types de production	Nbre d'élevages visités	Nbre de prélèvements	Elev. positifs en sérologie		Elev. positifs en culture	
			M. g.	M. s.	M. g.	M. s.
Poulets traditionnels	5	25	5	5	5	2
Poulets de chair	9	93	5	1	5	1
Poules pondeuses	21	181	11	6	5	2
Poules reproductrices	12	174	1	0	0	0
Dindes	16	307	1	0	0	0
Total	63	780	23	12	15	5
% élevages positifs			36,5 %	19 %	23,8 %	7,9 %

M. g. : *Mycoplasma gallisepticum* ; M. s. : *Mycoplasma synoviae*

Tableau III

Répartition des échantillons positifs par délégation et nombre d'élevages contaminés

Délégations	Nbre d'élev. visités	Nbre d'élev. positifs en sérologie		Nbre d'élev. positifs en culture	
		M. g.	M. s.	M. g.	M. s.
Korba	8	1	0	1	0
Korbous	10	1	0	1	0
Soliman	10	6	5	3	2
M. Bouzelfa	11	5	3	1	1
B. Khaled	10	5	2	4	1
Grombalia	14	5	2	5	1
Total	63	23	12	15	5
% d'élevages positifs		36,5 %	19 %	23,8 %	7,9 %

M. g. : *Mycoplasma gallisepticum* ; M. s. : *Mycoplasma synoviae*

■ DISCUSSION

Cette étude a permis d'évaluer les taux d'infection mycoplasmaïque dans la région du Cap Bon. Tous les types de production aviaire et toutes les zones de l'étude ont présenté des anticorps anti-*Mycoplasma gallisepticum*. La bactériologie a montré la présence de *Mycoplasma gallisepticum* et de *Mycoplasma synoviae* dans les élevages traditionnels, dans les élevages de poulets de chair et ceux de pondeuses. La poule reproductrice et la dinde paraissent mieux protégées. L'élevage traditionnel et celui du poulet de chair étaient fortement contaminés et pouvaient ainsi constituer un risque de contamination perpétuel de l'environnement, surtout pour *M. gallisepticum*. Les régions de Korba et Korbous étaient indemnes de *M. synoviae*. Ces deux zones sont en effet en bordure de mer et ont donc moins de zones limitrophes que les autres délégations de cette enquête. La discordance entre sérologie positive et culture négative peut s'expliquer par l'intervention de plusieurs

facteurs : l'utilisation massive d'une antibio-supplémentation pour pallier aux différentes insuffisances de conduite des élevages et aux interventions stressantes (vaccination, débecquage, transfert de bâtiments), aux écouvillons pauvres en germes, germes fragiles et peu viables (27), et à la présence d'inhibiteurs tissulaires de croissance des mycoplasmes (13).

La recherche de mycoplasmes pourrait s'étendre aux poussins d'un jour et démarrer à partir de l'œuf embryonné (17, 23).

Cette étude mérite d'être élargie à d'autres régions du pays pour établir une carte permettant de définir et d'identifier les mycoplasmes circulants dans les élevages tunisiens et, par la même occasion, pour servir de base à la surveillance épidémiologique.

■ CONCLUSION

Dans les 63 élevages concernés par cette étude, la présence de *Mycoplasma gallisepticum* et de *Mycoplasma synoviae* dans les différentes productions avicoles en Tunisie a été montrée par l'analyse sérologique et bactériologique. Le taux d'infection moyen des troupeaux visités était de 36,5 p. 100 pour *Mycoplasma gallisepticum* et de 19 p. 100 pour *Mycoplasma synoviae* en sérologie, alors qu'il était respectivement de 23,8 et 7,9 p. 100 pour l'isolement. Cette étude n'a pas révélé la présence de *Mycoplasma meleagridis*.

Remerciements

Les auteurs remercient les Drs vétérinaires I. Choura, A. Jelailia, B. Rabaa, A. Abbas pour leur collaboration sur le terrain. Ils remercient également le Secrétariat d'Etat tunisien à la Recherche scientifique et technique pour l'aide financière.

BIBLIOGRAPHIE

1. AVAKIAN A.P., KLEVEN S.H., 1990. The humoral immune response of chickens to *Mycoplasma gallisepticum* and *Mycoplasma synoviae* studied by immunoblotting. *Vet. Microbiol.*, **24**: 155-169.
2. AVAKIAN A.P., KLEVEN S.H., GLISSON R., 1988. Evaluation of the specificity and sensitivity of two commercial enzyme linked immunosorbent assay kits, the serum plate agglutination test, and the hemagglutination inhibition test for antibodies formed in response to *Mycoplasma gallisepticum*. *Avian Dis.*, **32**: 262-272.

3. BAAS E.J., JASPER D.E., 1972. Agar block technique for identification of *Mycoplasma* by use of fluorescent antibody. *Appl. Microbiol.*, **23**: 1097-1100.
4. BRADBURY J.M., 1977. Rapid biochemical tests for characterization of the mycoplasmatales. *J. clin. Microbiol.*, **5**: 531-534.
5. CHRISTENSEN N.H., YAVARI C.A., MCBAIN A.J., BRADBURY J.M., 1994. Investigation into the survival of *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae* and *Mycoplasma iowae* on materials found in the poultry house environment. *Avian pathol.*, **23**: 127-143.
6. DUPY N., SILIM A., BRUGERE-PICOUX J., 1994. Influence de différents traitements du jaune d'œufs sur le titrage des anticorps vitellins dirigés contre quatre virus aviaires par la technique Elisa. *Rec. Méd. vét.*, **170**: 847-855.
7. FREY M.C., HAUSON R.P., ANDERSON D.P., 1968. A medium for the isolation of avian *Mycoplasma*. *Am. J. vet. Res.*, **29**: 2164-2171.
8. GAILLARD-PERRIN G., 1984. Les infections mycoplasmiques aviaires. *Rec. Méd. vét.*, **160**: 969-982.
9. GARDELLA R.S., DELGINDRICE R.A., TULLY J.G., 1983. Immuno-fluorescence. *Methods mycoplasmol.*, **1**: 431-439.
10. GIBBS P.S., KLEVEN S.H., JACKWOOD M.W., 1994. Analysis and characterisation of *Mycoplasma gallisepticum* isolates from Pennsylvania. *Avian Dis.*, **38**: 475-482.
11. GROUPEMENT INTERPROFESSIONNEL DES PRODUITS AVICOLES, 1995. Rapport annuel. Tunis, Tunisie, Groupement interprofessionnel des Produits avicoles.
12. JORDAN F.T.W., 1983. Avian mycoplasmas. In: Tully J.G., Whitcomb R.F. eds., *The mycoplasmas*, vol. 2. New York, USA, Academic Press, p. 1-48.
13. KEMPF I., 1992. Mycoplasmoses aviaires. In: Brugère-Picoux J., Silim A. eds, *Manuel de pathologie aviaire*. Maisons-Alfort, France, ENVA, p. 205-217.
14. KEMPF I., CACON P.M., GUITTET M., OLLIVIER C., MORIN M., L'HOSPITALIER R., BENNEJEAN G., 1988. Mycoplasmoses à *Mycoplasma gallisepticum* : réalisation d'un modèle expérimental, rôle de l'ammoniac comme facteur d'exacerbation. *Avian pathol.*, **17**: 601-616.
15. KEMPF I., GESBERT F., GUITTET M., BENNEJEAN G., STIPKOVITS L., 1994. Evaluation of two commercial enzyme-linked immunosorbent assay kits for the detection of *Mycoplasma gallisepticum* antibodies. *Avian pathol.*, **23**: 329-338.
16. KLEVEN S.H., 1975. Antibody response to avian mycoplasmas. *J. vet. Res.*, **36**: 563-564.
17. MOHAMMED H.O., YAMAMOTO R., CARPENTIER T.E., ORTMAYER H.B., 1986. Comparison of egg yolk and serum for the determination of *Mycoplasma gallisepticum* and *Mycoplasma synoviae* antibodies by enzyme-linked immunosorbent assay. *Avian Dis.*, **30**: 398-408.
18. NOUGAYREDE P., TOQUIN D., ANDRAL B., GUITTET M., 1984. Dépistage sérologique des mycoplasmoses aviaires : agglutination rapide sur lame, inhibition de l'hémagglutination, inhibition métabolique, techniques appliquées au diagnostic des infections à *Mycoplasma gallisepticum*. *Avian pathol.*, **13**: 753-768.
19. OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES, 1992. Manual of standards for diagnostic tests and vaccines, 2nd ed. Paris, France, OIE, p. 393-399.
20. PERRIN G., BENNEJEAN G., 1982. Le dépistage de l'infection mycoplasmique aviaire. *Bull. Lab. Serv. vét.*, **5**: 13-29.
21. ROBERTS D.H., 1969. Serological response produced in chickens by three strains of *Mycoplasma gallisepticum*. *J. Appl. Bacteriol.*, **32**: 395-401.
22. ROSENDAL S., BLACK F.T., 1972. Direct and indirect immunofluorescence of unfixed and fixed *Mycoplasma* colonies. *Acta pathol. microbiol. scand.*, section B, **80**: 615-622.
23. TALKINGTON F.D., KLEVEN S.H., BROWN J., 1985. An enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of antibodies to *Mycoplasma gallisepticum* in experimentally infected chickens. *Avian Dis.*, **29**: 53-70.
24. VARDAMAN T.H., YODER H.W.JR., 1971. Determination of non specific serological reactions to avian *Mycoplasma* antigens. *Poult. Sci.*, **50**: 183-186.
25. YODER H.W. Jr., 1991. *Mycoplasma gallisepticum* infection. In: Calnek B.W., Barnes H.J., Beard C.W., Reid W.M., Yoder H.W. Jr. eds., *Diseases of poultry*, 9th ed. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press, p. 198-212.
26. YOGEV D., LEVISOHN S., RAZIN S., 1989. Genetic and antigenic relatedness between *Mycoplasma gallisepticum* and *Mycoplasma synoviae*. *Vet. Microbiol.*, **19**: 57-84.
27. ZAIN Z.M., BRADBURY J.M., 1995. The influence of type of swab and laboratory method on the recovery of *Mycoplasma gallisepticum* and *Mycoplasma synoviae* in broth medium. *Avian pathol.*, **24**: 707-716.

Reçu le 5.3.97, accepté le 30.9.97

Summary

Bousetta M., Chaouachi N., Mlik B. Serological and bacteriological study of avian mycoplasmosis in the Cap Bon region of Tunisia

A *Mycoplasma gallisepticum* and *M. synoviae* seroepidemiological and bacteriological survey was performed on hens and turkeys in a region of Tunisia with heavy poultry concentration. During the survey 63 farms were visited and 780 blood samples and tracheal swabs were collected, and antibodies directed against *M. gallisepticum*, *M. synoviae* and *M. meleagridis* were searched. The bacteriological investigation concerned *M. gallisepticum* and *M. synoviae*. Serology of the flocks revealed 36.5, 19 and 0% infection rates with *M. gallisepticum*, *M. synoviae* and *M. meleagridis*, respectively. There were 15 flocks bacteriologically positive for *M. gallisepticum* and 5 for *M. synoviae*, i.e. 23.8 and 7.9% of the farms surveyed, respectively.

Key words: Broiler chicken - Layer chicken - Turkey - Breeding stock - Mycoplasmosis - *Mycoplasma gallisepticum* - *Mycoplasma synoviae* - *Mycoplasma meleagridis* - Immunology - Bacteriology - Tunisia.

Resumen

Bousetta M., Chaouachi N., Mlik B. Estudio serológico y bacteriológico de las micoplasmosis avícolas en la región del Cabo, en Túnez

Se llevó a cabo una encuesta sero-epidemiológica y bacteriológica en Túnez, en una región de fuerte concentración avícola, para la detección de micoplasmosis por *Mycoplasma gallisepticum* y *M. synoviae* en la gallina y el pavo. Durante el estudio, se visitaron 63 establecimientos y se tomaron 780 muestras de sangre y frotis traqueales, los cuales se analizaron para la búsqueda serológica de anticuerpos anti *M. gallisepticum*, *M. synoviae* y *M. meleagridis*. La búsqueda bacteriológica se realizó en *M. gallisepticum* y *M. synoviae*. Las tasas de infección de los hatos determinados mediante serología fueron de 36,5% para *M. gallisepticum*, de 19% para *M. synoviae* y de 0% para *M. meleagridis*. Los establecimientos bacteriológicamente positivos para *M. gallisepticum* y *M. synoviae* fueron respectivamente 15 y de 5, es decir de 23,8% y de 7,9% de los establecimientos visitados.

Palabras clave: Pollo de engorde - Gallina ponedora - Pavo - Animal reproductor - Micoplasmosis - *Mycoplasma gallisepticum* - *Mycoplasma synoviae* - *Mycoplasma meleagridis* - Immunología - Bacteriología - Túnez.

Clinical signs of animal brucellosis in Eastern Sudan

H. Agab ^{1*}

Key words

Cattle - Sheep - Goat - Equidae - Dromedary - Brucellosis - Animal hospital - Sudan.

Summary

A study was conducted to identify the association of brucellosis with the different clinical signs in the animals presented to the veterinary clinic of Gedaref, Eastern Sudan. The five most associated with brucellosis clinical signs in cattle were carpal hygroma, fever and septicaemia, abortion, mastitis and weakness accompanied by weight loss. The relation between brucellosis and age and sex of the animals are also discussed.

■ INTRODUCTION

Brucellosis is a disease caused by various species of the genus *Brucella* and has a worldwide distribution. It causes appreciable losses to the livestock industry in the affected areas, which are mainly due to abortion, stillbirth, prenatal mortality, reduction in milk yield, restriction in movement and trade, increased veterinary care expenses and increased culling and replacement rates. Moreover, brucellosis is considered by the WHO/OIE/FAO as the most widespread zoonosis in the world (8).

In this study the exact situation of brucellosis among different animal species in Gedaref area, Eastern Sudan, is presented and the association of the disease with the different clinical signs in the animals taken to the District veterinary Clinic of Gedaref is discussed.

■ MATERIALS AND METHODS

Blood samples were collected from different animal species presented to the veterinary clinic in Gedaref between October 1995 and September 1996. Serum samples were obtained by centrifugation of the coagulated blood collected from the jugular vein in plain vacutainer tubes. The clinical signs of the sick animals were recorded as they were perceived by the animal attendants, as well as other data including age and sex. The serum samples were tested for brucellosis using the standard Rose Bengal plate test. The antigen used was prepared in the Brucellosis Unit of the Central veterinary Research Laboratory, Khartoum, Sudan, according to the technique described by Alton *et al.* (3).

■ RESULTS AND DISCUSSION

The total number of animals from various species examined throughout this study was 916 including bovines, ovines, caprines, equines and camels (*Camelus dromedarius*). Fifteen of the bovines (13.3 %) and only one camel (2.9%) were found positive while all the equine, ovine and caprine species were negative to brucellosis.

The five most associated with brucellosis clinical signs were carpal hygroma, fever and septicaemia, abortion, mastitis and weakness accompanied by weight loss.

Out of the fifteen seropositive bovine reactors, 2 (13.3 %) were males while 13 (86.7%) were females.

Two (13.3%) of the 15 bovine seropositive reactors were less than one year old, none were between 1-3 years old, while 13 (86.7%) were over three years old.

Blood *et al.* (4) stated that in bovines hygromatous swellings, especially of the knees, should be viewed with suspicion of brucellosis. Abortion after the fifth month of pregnancy is well known as the cardinal clinical feature of bovine brucellosis (4, 6). In this study, forty percent of the cattle that incurred late abortion yielded positive results, which may further support the association of brucellosis with abortion.

Although fistulous withers and chronic bursal enlargement of the neck and withers are strongly associated with *B. abortus* infections in horses (4), all the equines presenting these signs (n = 10) were found negative to brucellosis. This may indicate that pathogens other than *Brucella* sp. might be incriminated as the aetiology of this disease. However, in Nigeria the disease prevalence among horses was found to be 8 % (1).

During the course of brucellosis septicaemia may occur due to acute metritis following retention of the placenta (4). However, in

1. Gedaref Veterinary Research Laboratory, PO Box 475, Gedaref, Sudan

* Current address: PO Box 2373, Buraida, Kingdom of Saudi Arabia

this study the only positive reactor with clinical signs of fever and septicaemia was a young bovine calf suffering from foot-and-mouth disease (FMD).

From the results of this investigation some association could be made between brucellosis and mastitis. *Brucella* is known to localize for some time in the mammary gland (4). Of the animals presented to the clinic with a history of weakness and weight loss 16.3% were found to be positive to brucellosis. To some extent these signs might be regarded as associated with bovine brucellosis.

Prevalence according to sex is in agreement with the findings of previous authors (2, 10, 11) and further supports the fact that female animals are more susceptible than males.

The positive seroconversion in calves less than one year old is attributed to the passive dam-calf immunotransfer through the colostrum (4), whereas the negative reaction of all bovine animals aged over one year and less than three years might be attributed to the loss of colostral antibodies (9). Animals older than three years yielded higher prevalence rates due to the increased susceptibility with the advancement of age and approach to sexual maturity (4).

Since the greatest risk of developing human brucellosis was found to be associated with indirect contact with animals through consumption of dairy products (5), and consumption of raw milk and contact with infected animals are the main factors for contracting the disease (7), ordinary precautions such as boiling or milk pasteurization and careful handling and disposing of fetal material and animal discharges should be practiced. Efforts to investigate the disease prevalence in the human population of the Gedaref area are highly justified, particularly among those working in close contact with animals such as veterinary workers, butchers and animal attendants.

Acknowledgements

The kind assistance and cooperation of the staff of Gedaref veterinary Clinic is appreciated. The encouragement and assistance offered by the Director of the Animal Health Research Centre, Khartoum is acknowledged.

Résumé

Agab H. Manifestations cliniques de brucellose animale à l'Est du Soudan

Une étude a été menée pour identifier les relations entre différents signes cliniques et la brucellose chez des animaux présentés à la clinique vétérinaire de Gedaref, à l'Est du Soudan. Les cinq manifestations cliniques les plus fréquemment associées à la brucellose chez les bovins étaient l'hygroma du genou, la fièvre avec septicémie, l'avortement, des mammites et un affaiblissement général accompagné de perte de poids. Des liaisons entre la brucellose et l'âge et le sexe des animaux sont aussi discutés.

Mots-clés : Bovin - Ovin - Caprin - Equidae - Dromadaire - Brucellose - Clinique vétérinaire - Soudan.

REFERENCES

1. ADESIYUN A.A., ONI O.O., 1989. Seroprevalence of *Brucella abortus* agglutinins in abattoir workers and animals from three Nigerian cities. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **24**: 215-217.
2. AGAB H., 1993. Epidemiology of camel diseases in Eastern Sudan with emphasis on brucellosis. M.V.Sc. thesis, University of Khartoum, Sudan, p. 184.
3. ALTON G.G., JONES M., ANGUS R.D., VERGER J.M., 1988. Techniques for the brucellosis laboratory. Paris, France INRA.
4. BLOOD D.C., RADOSTITS O.M., HENDERSON J.A., 1983. Veterinary medicine, 6th. ed. London, United Kingdom, Bailliere Tindall.
5. COOPER C.W., 1992. Risk factors in transmission of brucellosis from animals to humans in Saudi Arabia. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **86**: 206-209.
6. KELLY W.R., 1977. Veterinary clinical diagnosis, 2nd ed. London, United Kingdom, Bailliere Tindall, p. 374.
7. MOUSA A.R.M., EL HAG K.M., KHOGALI M., MARAFIE A.A., 1988. The nature of human brucellosis in Kuwait: study of 379 cases. *Rev. infect. Dis.*, **10** (1): 211-217.
8. MUSTAFA A.A., 1993. Brucellosis: surveillance and control in the Middle East. In: Report submitted to the workshop on formulation of guidelines for a regional brucellosis control programme for the Middle East, Amman, Jordan, February 14-17, 1993.
9. SULIMAN M.A., 1987. The prevalence of bovine brucellosis in Khartoum and Gezira areas. M.V.Sc. thesis, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
10. YAGOUB I.A., MOHAMED A.A., SALIM M.O., 1990. Serological survey for *Brucella abortus* antibody prevalence in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) from Eastern Sudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** (2): 167-171.
11. ZAKI R., 1948. *Brucella* infection among ewes, camels and pigs in Egypt. *J. comp. Pathol.*, **58**: 145-151.

Reçu le 3.1.97, accepté le 4.9.97

Resumen

Agab H. Signos clínicos de brucelosis animal en Sudán del Este

Se llevó a cabo un estudio para identificar la asociación entre la brucelosis y los diferentes signos clínicos que presentaron los animales al veterinario clínico de Gedaref, Sudán del Este. Los cinco signos clínicos principalmente asociados con la brucelosis en el ganado fueron higroma de la rodilla, fiebre y septicemia, aborto, mastitis y debilidad, acompañada por pérdida de peso. Se discute la relación entre brucelosis y edad y sexo de los animales.

Palabras clave: Ganado bovino - Ovino - Caprino - Equidae - Dromedario - Brucelosis - Clínica animales - Sudán.

Epizootiology of camel contagious ecthyma in Eastern Sudan

A.I. Khalafalla ^{1*} M.E.M. Mohamed ²

Key words

Dromedary - Contagious ecthyma virus - Parapoxvirus - Epidemiology - Season - Sudan.

Summary

Free-ranging camels in Butana, Kassala and the Blue Nile areas of the Sudan were surveyed for the occurrence of camel contagious ecthyma (CCE) between 1992 and 1994. Thirty-eight herds were found to be affected with the disease. Clinically the pox-lesions first appeared on the lips of affected animals as small papules and later developed into scabs and fissured crusts. All CCE cases occurred in young camels up to 3 years old and 97.8% of them were in camel calves less than one year old. The mean morbidity and mortality rates in calves less than one year were 60.2 and 8.8%, respectively, while the mean fatality case rate was 13%. The disease had a marked seasonality associated with rainy season and camel skin abrasion caused by eating thorny *Acacia* trees.

■ INTRODUCTION

The parapox virus, responsible for camel contagious ecthyma (CCE), has only recently been identified (1). Formerly it was thought to be a form of camel pox (CP) since clinical symptoms of both diseases were similar (3).

CCE has been reported in Mongolia (4), Kenya (12), Kazakhstan and Turkmenistan (3) and Somalia (10). In the Sudan the disease has been recently reported and is believed to have existed for years under the names *Abu Shalambo* in the Western region (2) and *Al kolate* in the Eastern region (8).

Search of the literature reveals very few information on the epizootiology of CCE. The present work has been undertaken to follow-up CCE outbreaks in order to gain more information on some epizootiological features of this poorly studied camel disease.

1. Department of Virology, Central Veterinary Research Laboratories, PO Box 8067, Elamarat, Khartoum, Sudan

2. Department of Preventive Medicine and Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, PO Box 32, Khartoum North, Sudan

* Present address: Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, PO Box 32, Khartoum North, Sudan

■ MATERIALS AND METHODS

Study area

It consists of the Butana plains which lie between the main Nile, the Blue Nile and the Atbara River (Eastern part of Sudan). Areas South and South-West of Kassala as well as East of the Atbara River were also included in the survey (figure 1). Camel herds originating from the Blue Nile area were investigated as well as Central Butana during the rainy seasons. Trees commonly found in the study area consisted of *Acacia mellifera*, *A. nubica* and *A. nilotica* (1). In addition, the Blue Nile has the following species: *A. laeta*, *A. albida* and *A. polyacantha* (6). *Acacia* tree distribution in the Sudan is shown in figure 2.

Study animals

The investigated camel herds belonged to many tribes including Shukriya, Rashaida, Lahawiyin, Bawadra, Musallamiya, Ruffaa, Kawahla and Arakiyin. The camels were of the Arabi and Diaili (pack camels), Annafi and Bishari (riding camels) breeds. Herds were kept under different management and husbandry systems, namely nomadism, semi-nomadism or agropastoralism.

Generally, the Rashaida nomads spend the rainy season (July-October) around Kassala city and in Central Butana. In the dry



Figure 1: map of the Sudan showing the area of study.

season (November-June), some of them move southward up to Doka area, 350 km South of Kassala, few migrate northward up to Gash Delta and others cross over to the Red Sea coast around Sawakin and Toker (400 km North East of Kassala) to take advantage of range developing as a result of the winter rains (1). The Shukriya, Lahawiyin, Bawadra and Mussalamiya stay in Butana in the rainy season and move during the dry season towards the Atbara River basin. A significant proportion of these tribes as well as some of Rashaida coordinate their movements to coincide with the harvest season (January-March) thus using the crop residues in the rain-fed agricultural schemes of Gedaref area (1). Ruffaa, Kawahla and Arakiyin tribes of the Blue Nile area spend the dry season at rain-fed agricultural schemes in the area and move to the North towards Butana plains in the rainy season to use free range pasture.

The camel population in the study area has been estimated at 750,000, which represents 20% of all Sudan camels (13).

Fifteen camel herds were visited monthly between March 1992 and June 1993 in connection with the French-Sudanese Camel Research Project. The aim of this project was to study the husbandry and production parameters of camels in Butana area (1). During each visit to the study area additional 15 to 20 herds, which were not covered by the above mentioned project, were also investigated. Between July 1993 and December 1994 the study area was visited eight times in response to reports of pox or pox-like disease outbreaks. During the whole period of the study approximately 20,740 camels in 305 herds were surveyed.

Epizootiological investigation

During each field visit the investigated herds were located and data on CCE occurrence were collected. Sick animals were carefully examined for clinical symptoms, site and type of lesions and general animal health. Additional data concerning the age and

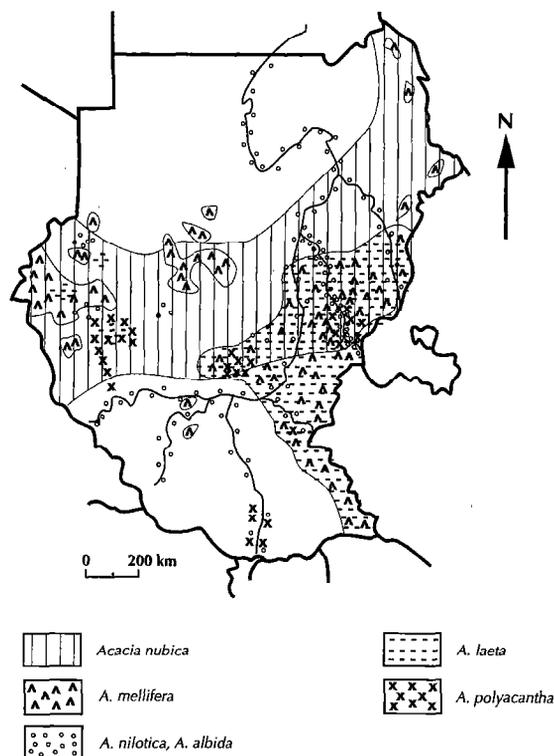


Figure 2: map of the Sudan showing the distribution of some *Acacia* spp. Source: modified from Elamin, Forest Research Institute, Bull. No. 2, 1976.

sex of the affected animals were collected. Herders' accounts of the disease history and progress of symptoms were also obtained. Skin biopsies or scabs were collected from affected animals for laboratory confirmation of preliminary tentative diagnosis.

Laboratory investigation

Ten percent suspensions were prepared from skin biopsies or scabs in phosphate buffered saline (PBS). After light centrifugation one drop of each sample was placed onto a separate carbon-coated grid. After staining with 2% phosphotungstic acid the grids were dried and examined by electron microscopy.

■ RESULTS

CCE clinical features

Initially small nodules appeared on the lips of affected animals followed in most cases with swelling of the face and sometimes the neck (figure 3). Affected animals were ataxic and off-food. Papules and vesicles appeared later and within a few days developed into thick scabs and fissured crusts (figure 4). Lesions occurred sometimes on the face, eyes and nares and in severe cases in the gingiva, dental pad and tongue. Death was probably due to starvation caused by the inability of affected animals to graze or suckle their dams. Healing occurred within 20-30 days in most cases, but sometimes the course of the disease extended up to three months.

Disease incidence

A number of 305 camel herds were surveyed for CCE occurrence. This number represented approximately 3% of the whole camel herds in the study area. Thirty-eight herds were found to be

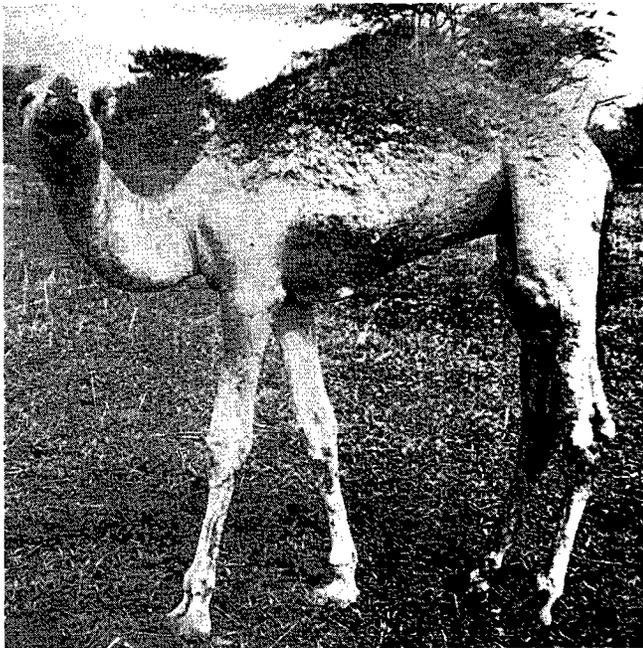


Figure 3: camel contagious ecthyma: acutely affected young camel showing swelling of the head and upper part of the neck.

affected with the disease (herd incidence rate in the sample: 12.5%). The disease was recorded in 35 of these herds (92.1%) during the rainy season (July-October) and only 3 affected herds (7.9%) were recorded in the winter season (November-March), while no disease outbreak was seen in the summer season (April-June).

Table I shows the morbidity and mortality rates and the fatality case rate of camels affected with CCE in Central Butana and Kassala, Southern Butana and the River Atbara, and the Blue Nile areas. The mean morbidity rate in camel calves less than one year old in the three geographical areas was 60.2% and the mean mortality rate was 8.8%, while the mean fatality case rate was 13%.

Age and sex distribution

The age distribution of 280 CCE cases with 34 deaths is shown in table II. All cases occurred in young animals up to 3 years old. Most of the affected animals (70.7%) were in the age group 7-12 months and 27.2% of cases occurred in animals aged 0-6 months. Four animals (1.4%) aged 1-2 years and 2 animals (0.7%) aged 2-3 years accounted for 2% only of the affected animals. The fatality case rate was higher in the age group 0-6 months (21%) than in that 7-12 months (9%).

Sex distribution of CCE 274 cases revealed a male/female ratio of 1/1.2.

DISCUSSION

The CCE outbreaks reported in the present study occurred in several camel herds belonging to different tribes and involving different breeds of camels. The observed clinical symptoms of the disease compared well with those described previously (3, 5, 8, 11). The total morbidity rate was found to be 10% while the mean morbidity and mortality rates in the susceptible age group (camel calves less than one year old) were 60.2% and 8.8%, respectively.



Figure 4: camel contagious ecthyma: a close-up view of the affected camel face showing scabby lesions around the lips, nostrils and eyes. Note the lower lip is pendulous.

Although no mention was made of the morbidity and mortality rates in most previous reports on CCE, Munz *et al.* (12) reported no deaths due to the disease, Dashtseren *et al.* (4) reported a mortality of 0.1-0.6% calculated from the total number of young and adults.

Khalafalla *et al.* (8) reported a total mortality rate of 17.5% (34.4% in calves less than one year old) in a CCE outbreak in Butana area of Eastern Sudan in 1991. They attributed the relatively higher mortality rate to the added effects of starvation and lack of food in the season preceding the time of that outbreak. Dashtseren *et al.* (4) attributed deaths caused by CCE in Mongolia to fatigue and exhaustion of affected animals.

Most camels in the study area fed during the dry season on harvest remains (Sorghum stalks) of the rain-fed agricultural schemes. During the rainy season animals fed mainly on free range pasture in Butana plains. However, early in the rainy season (June-July) and due to the spoiling effect of the rains on the Sorghum stalks camels were obliged to leave these schemes and browse *Acacia* trees in the area until adequate green grasses developed in Butana plains. At that time of the year CCE outbreaks occurred. A factor responsible for this seasonality could be lip skin abrasion resulting from eating thorny *Acacia* trees at this time of the year when no other source of food was available. Buchnev *et al.* (3) were of the same opinion when they argued that the thorny plants damaged the lips allowing transmission of the parapox virus. To gain more data on the pattern of CCE outbreaks the study area was revisited during the rainy seasons of the years 1993 and 1994. The disease pattern was similar to that observed in 1992. It seems that CCE constantly appears every year during the rainy season affecting young camel calves in their first autumn season of grazing and also older animals which escaped previous exposure to the virus.

The occurrence of the disease was lower (24%) in the age group 0-6 months than in that of 7-12 months (62.8%). This may be due to the passive transfer of immunity which seems to disappear after 6 months.

In the present study CCE incidence and severity varied depending on the location. The morbidity and mortality rates were relatively high in camels from the Blue Nile area compared to those from Central and Southern Butana, Kassala or the Atbara River (table I). There is no clear explanation to these variations except

Table I

Morbidity and mortality rates in camels affected with camel contagious ecthyma in Eastern Sudan

	Central Butana & Kassala	Southern Butana & River Atbara	Blue Nile	Total
Total num. of herds investigated	145	125	35	305
Num. of herds affected	13	15	10	38
Total num. of animals examined in affected herds	951	1103	842	2896
Total num. of animals affected with CCE (morbidity rate)	73 (7.7%)	102 (9.2%)	105 (12.5%)	280 (10%)
Total num. of camel calves under 1 year old	134	177	144	455
Total num. of camel calves under 1 year old affected with CCE (morbidity rate)	70 (52.2%)	100 (56.5%)	104 (72.2%)	274 (60%)
Num. of dead camel calves under 1 year old (mortality rate)	0 (0)	17 (9.6%)	23 (16%)	40 (8.8%)
Fatality case rate	0	17%	22.1%	14.6%

Herd prevalence of CCE significant depending on the location ; χ^2 with 2 degrees of freedom; $p = 0.006$

Animal prevalence of CCE significant depending on the age (less than one year) ; χ^2 Yates corrected with two degrees of freedom ; $p < 0.0001$

Animal prevalence of CCE significant depending on the age (less than one year) and stratified on the three locations. Mantel Haenszel Summary χ^2 ; $p < 0.0001$
(Assumption: herd structure is similar in the three areas)

Table II

Age distribution of cases and deaths due to camel contagious ecthyma in Eastern Sudan

Age	Num. of cases	Num. of deaths	Case fatality rate
0-6 months	76 (27.2%)	16	21%
7-12 months	198 (70.7%)	18	9%
1-2 years	4 (1.4%)	0	0
2-3 years	2 (0.7%)	0	0
Total	280	34	12.2%

that they could be due to vegetation differences related to changes in the annual rainfall since, for example, Central Butana and Kassala areas are known to contain few *Acacia* trees compared to the Blue Nile area where *Acacia* tree forests are abundant. *Acacia* tree browsing seemed to represent the major predisposing factor to CCE infection. Another possible reason could be stress and exhaustion caused by the long distance between the Blue Nile and Butana plains crossed over in the early rainy season.

Many herders in the study area considered that CCE appears to affect every year young camel calves in their first autumn of grazing between June and September. The causative virus could probably persist in the environment in crust materials shed by affected animals. According to Buchnev *et al.* (3) the CCE virus is extremely resistant to environmental factors. Similarly the orf virus of sheep and goats can survive in dry scabs for months and even for years away from the host (7).

Seasonal movements of camels had a significant role in the spread of CCE in the study area. The authors observed that outbreaks of the disease tended to first appear at the start of the rainy season (June) in the Blue Nile and Southern Butana areas and the infection extended northward coinciding with the annual movements of camels towards Butana plains. However, bearing in mind the meteorological data on the direction of seasonal winds the possible involvement of insect transmission cannot be excluded. This is not unexpected since insects have been suspected or reported to be responsible for transmission of other members of the Poxviridae such as the lumpy skin disease virus (16), sheep pox (9), fowl pox (14), swine pox virus and myxomatosis virus (15). More detailed epizootiological studies involving historical analysis at the animal level are much needed in order to complete the picture.

From the findings of the present study it appears that the major factors associated with increased likelihood of CCE occurrence are: season of the year, camel age, camel movements and location and their association with thorny *Acacia* trees.

Special attention should be directed towards introducing measures to control this disease in the Sudan particularly in the Blue Nile area. In the absence of an effective vaccine against CCE control measures must include quarantine of infected areas, proper disposal of carcasses and all contaminated materials, management of camel movements, as well as provision of extension services to camel herders. Care should be taken to avoid skin abrasions by provision of soft food to young camels when possible.

In conclusion, this poorly studied disease which represents an endemic problem in the Sudan needs to be looked into seriously due to its high contagiousness, significant mortality rate and other economic impact on the growth rate and milk production as a result of calf mortality.

Acknowledgements

The facilities provided by the French-Sudanese Camel Research Project of Butana were highly appreciated. The authors are grateful to Drs. H. Agab, X.R. Pacholek and H. Jaafer for their interest and cooperation. Part of this work was funded by the International Foundation for Science (IFS), Stockholm, Sweden.

REFERENCES

1. AGAB H., 1993. Epidemiology of camel diseases in Eastern Sudan with emphasis on brucellosis. M.V. Sc. thesis, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
2. ALI O.A., KHEIR S.A.M., ABU DAMIR H., BARRI M.E.S., 1991. Camel (*Camelus dromedarius*) contagious ecthyma in the Sudan. A case report. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44**: 143-145.
3. BUCHNEV K.N., TULEPBAEV S.Z., SANSYZBAEV A.R., 1987. Infectious diseases of camels in the USSR. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6**: 487-495.
4. DASHTSEREN Ts., SOLOVYEV B.V., VAREJKA F., KHOKHOO A., 1984. Camel contagious ecthyma (Pustular dermatitis). *Acta Virol.*, **28**: 122-127.
5. DIOLI M., STIMMELMAYR R., 1992. Camel contagious ecthyma. In: Schwartz H.J., Dioli M. eds, The one humped camel in Eastern Africa. A pictorial guide to diseases, health care and management. Berlin, Germany, Verlag Joseph Margraf Scientific Books, p. 155-164.
6. ELAMIN H.M., 1976. Geographical distribution of the Sudan Acacias. Khartoum, Sudan, Forest Research Institute, p. 2-3. (Bulletin No. 2)
7. HUNTER A., 1994. Orf. In: Animal health, vol. 2: Specific diseases. London, United Kingdom, Macmillan, p. 18-20. (The tropical agriculturalist series)
8. KHALAFALLA A.I., AGAB H., ABBAS B., 1994. An outbreak of contagious ecthyma in camels (*Camelus dromedarius*) in Eastern Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.*, **26**: 253-254.
9. KITCHING R.P., MELLOR P.S., 1988. Insect transmission of capripoxvirus. *Res. vet. Sci.*, **40**: 255-258.
10. MOALLIN A.S.M., ZESSIN K.H., 1988. Outbreak of camel contagious ecthyma in Central Somalia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **20**: 185-186.
11. MUNZ E., 1992. Pox and pox-like diseases of camels. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. eds, Proc. first int. camel conf., Dubai, UAE, February 2-6, 1992. London, United Kingdom, R & W Publications, p. 43-46.
12. MUNZ E., SCHILLINGER D., REIMANN M., MAHNEL H., 1986. Electron microscopical diagnosis of *Ecthyma contagiosum* in camels (*Camelus dromedarius*). First report of the disease in Kenya. *J. vet. Med. B*, **33**: 73-77.
13. MUSA B.E., CHABEU N., ABBAS B., BONNET P., PLANCHENAULT D., 1989. Survey of camel raising in the Butana region of the Sudan (North East). In: Int. symp. on the development of animal resources in the Sudan, Khartoum, Sudan, January 3-7, 1989, p. 13-27.
14. TRIPATHY D.W., CUNNINGHAM C.H. 1980. Avian Pox. In: Hofstad M.S., Barnes H.J., Calnek B.W., Reid W.M. Yoder, H.W. eds., Diseases of poultry. Ames, Iowa, USA, Iowa State University press, p. 525-534.
15. TRIPATHY D.W., HANSON L.E., CRANDEL R.A., 1981. Poxviruses of veterinary importance. In: Kurstad E., Kurstad C. eds., Comparative diagnosis of virus diseases, vol. 3. London, United Kingdom, Academic Press, p. 265-346.
16. WOODS J.A., 1988. Lumpy skin disease: a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, **20**: 11-17.

Reçu le 9.5.96, accepté le 15.9.97

Résumé

Khalafalla A.I., Mohamed M.E.M. Epizootologie de l'ecthyma contagieux du dromadaire à l'Est du Soudan

Une enquête sur des dromadaires élevés en liberté dans les régions de Butana, Kassala et Blue Nile au Soudan a été effectuée entre 1992 et 1994 pour évaluer l'incidence de l'ecthyma contagieux du dromadaire (ECD). Trente-huit troupeaux étaient atteints de la maladie. D'un point de vue clinique, des lésions sont d'abord apparues sur les lèvres des animaux atteints sous forme de croûtes ou de croûtes fissurées. Tous les cas d'ECD concernaient les jeunes dromadaires jusqu'à 3 ans d'âge et, pour 97,8 p. 100 d'entre eux, ceux de moins d'un an. Les taux de morbidité et de mortalité moyens chez des jeunes de moins d'un an étaient respectivement de 60,2 et 8,8 p. 100 alors que la létalité moyenne était de 13 p. 100. Cette maladie variait selon la saison, étant associée à la saison des pluies et à la consommation d'acacias épineux causant l'abrasion de la peau.

Mots-clés : Dromadaire - Virus ecthyma contagieux - Parapoxvirus - Epidémiologie - Saison - Soudan.

Resumen

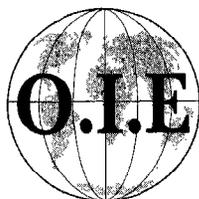
Khalafalla A.I., Mohamed M.E.M. Epidemiología del ecthyma contagioso del dromedario al Este de Sudán

Se llevó a cabo una encuesta sobre los dromedarios criados en libertad en las regiones de Butana, Kassala y el Nilo Azul, en Sudán, entre 1992 y 1994, con el fin de evaluar la incidencia del ecthyma contagioso del dromedario (ECD). Se encontraron treinta y ocho hatos afectados con la enfermedad. Desde un punto de vista clínico, las lesiones aparecieron primero sobre los labios de los animales afectados, bajo forma de costras o de costras fisuradas. Todos los casos de ECD concernieron dromedarios jóvenes, hasta la edad de 3 años, con 97,8% de ellos de menos de un año. Las tasas de morbilidad y de mortalidad medias en los jóvenes de menos de un año fueron respectivamente de 60,2 y de 8,8%, mientras que la letalidad media fue de 13%. La enfermedad varió según la estación y estuvo asociada con la estación lluviosa y la alimentación con acacias espinosas, causando lesiones de la piel.

Palabras clave: Dromedario - Virus ecthyma contagioso - Parapoxvirus - Epidemiología - Estación del año - Sudán.

Office international
des épizooties

Organisation mondiale de la santé animale



Contamination des produits d'origine animale : prévention et risques pour la santé animale

Revue scientifique et technique, Vol. 16 (1), avril 1997

Les principales règles sanitaires régissant le commerce international des produits d'origine animale sont spécifiées dans l'Accord de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires. Les principes fondamentaux de cet Accord sont la non-discrimination, l'harmonisation, l'équivalence et la transparence dans l'élaboration de la législation zoosanitaire applicable à l'importation et à l'exportation. La mise en œuvre de ces principes peut nécessiter une évaluation des risques et une régionalisation de manière à garantir l'adoption de décisions justes et scientifiquement fondées concernant les produits importés. Le rôle de l'Office international des épizooties (OIE) dans ce domaine consiste à établir des normes actualisées et acceptables au plan international, qui répondent aux principes énoncés ci-dessus et puissent servir de référence pour l'OMC.

Depuis la publication, en 1993, d'un numéro de la *Revue scientifique et technique* intitulé *Analyse des risques, santé animale et commerce*, des progrès ont été accomplis par nombre de pays dans l'application pratique des méthodes d'évaluation des risques. Le numéro spécial d'avril 1997, consacré aux dangers pour la santé animale liés à la présence d'agents pathogènes dans un large éventail de produits d'origine animale, rend compte de ces progrès. Ce volume, à travers une série d'articles rédigés par des spécialistes reconnus au plan international, apportera au lecteur toute l'information nécessaire pour prendre ses décisions sur les conditions zoosanitaires à remplir en vue d'empêcher l'introduction de maladies animales exotiques à l'occasion de l'importation de produits d'origine animale.

Ces articles sont classés par produit car, selon les cas, un même agent pathogène peut entraîner des dangers fort différents ou nécessiter des mesures particulières pour réduire ou prévenir les risques. Pour des raisons pratiques évidentes, il n'a pas été possible de passer en revue tous les produits, mais les études présentées décrivent des modèles utiles pour ceux qui n'ont pas été traités. D'une manière générale, les auteurs donnent un aperçu de l'origine et de la persistance éventuelle des agents pathogènes dans chaque type de produit après les contrôles effectués tout au long de la chaîne alimentaire ainsi que pendant les processus de préparation et de transformation. Autant que possible, ils ont essayé de définir les facteurs de risque et les mesures de réduction des risques, et de caractériser ces risques à l'aide de méthodes qualitatives et quantitatives.

Comme la *Revue scientifique et technique* s'adresse en premier lieu à des non-spécialistes, la description des aspects très techniques de la biologie et des caractéristiques des agents pathogènes a été limitée au strict nécessaire. L'accent a été plutôt mis sur les applications pratiques visant à aider les autorités responsables et les professionnels de la santé animale à résoudre les problèmes liés aux risques de contamination des produits d'origine animale.

ISSN 0253-1933

Vol. 16 (1) : Prix 270 FRF ou 54 US\$

ISBN 92-9044-428-2

(Frais d'expédition inclus pour tous pays)

296 pages

Office international des épizooties

12, RUE DE PRONY – 75017 PARIS – FRANCE – TÉL. : 33 – (0)1 44.15.18.88 – FAX : 33 – (0)1 42.67.09.87
E-MAIL : 100765.546@compuserve.com- Site Web : <http://www.oie.int>

Résistance des strongles gastro-intestinaux aux anthelminthiques dans les élevages caprins en Guadeloupe (Antilles françaises)

N. Barré^{1*} I. Amouroux¹ R. Aprelon¹ T. Samut¹

Mots-clés

Caprin - *Haemonchus* - *Trichostrongylus* - *Oesophagostomum* - Résistance aux produits chimiques - Anthelminthique - Guadeloupe.

Résumé

Des tests de réduction du nombre d'œufs de strongles après traitement anthelminthique ont été réalisés sur 1 057 caprins appartenant à 19 élevages répartis dans diverses zones géographiques de Guadeloupe. Cinq anthelminthiques ont été administrés à une posologie 1,5 à 2 fois celle recommandée pour les ovins : fenbendazole, albendazole, fébantel, tétramisole et ivermectine. Dans tous les élevages, les parasites étaient résistants aux dérivés du noyau benzimidazole. Trois genres de strongles étaient concernés : *Haemonchus*, qui était dominant et le plus résistant, *Trichostrongylus* et *Oesophagostomum*. Le tétramisole et l'ivermectine se sont révélés dans l'ensemble très efficaces. Seul un élevage a été suspecté d'un début de résistance à l'ivermectine. Les conditions tropicales propices au développement des strongles, la rapidité des réinfestations, la fréquence excessive des traitements réalisés avec la même molécule utilisée de façon prolongée et les échanges d'animaux sont des facteurs susceptibles d'avoir favorisé la sélection de strongles résistants en Guadeloupe.

■ INTRODUCTION

Les strongyloses gastro-intestinales obèrent fortement la rentabilité des élevages caprins en Guadeloupe (1). Ces parasitoses peuvent en effet induire avant le sevrage une mortalité très importante qui empêche parfois le recrutement d'animaux de remplacement et limite dans de larges proportions les possibilités de commercialisation. Les conditions climatiques constamment et uniformément chaudes et humides dans toutes les zones d'élevage de Guadeloupe permettent un développement permanent de ces parasites (1). Deux genres souvent en association sont en cause : *Haemonchus*, qui est le plus prévalent, et *Trichostrongylus*. Parasite de la caillette, *Haemonchus* est très pathogène et prolifique. Il est de par sa biologie, particulièrement bien adapté au milieu tropical (22, 23, 24). La plupart des anthelminthiques utilisés jusqu'à présent ont une activité rémanente faible et, de ce fait, les

animaux se réinfestent très rapidement après le traitement s'ils sont placés sur des parcelles contaminées. Les éleveurs se trouvent donc dans l'obligation de traiter les animaux à un rythme rapide, souvent mensuel, et ce tout au long de l'année. Cette lutte chimique est accompagnée, avec plus ou moins de rigueur, de mesures agronomiques destinées à limiter l'infestation des animaux.

Le constat de nombreux échecs thérapeutiques a conduit, comme en Martinique chez les ovins (12), à soupçonner l'existence de résistance aux anthelminthiques chez les caprins en Guadeloupe (11). Afin de mesurer l'étendue de ce phénomène et de pouvoir identifier les molécules actives, deux enquêtes basées sur des tests *in vivo* de réduction du nombre d'œufs après traitement (9) ont été conduites. La première (1994) s'est déroulée dans 19 élevages et a eu pour objectif d'évaluer l'activité du fenbendazole, l'anthelminthique alors le plus utilisé. La seconde (1996), réalisée dans 16 élevages, a permis de tester quatre autres molécules. Ces enquêtes ont été complétées par une étude des caractéristiques des élevages et des comportements des éleveurs pour tenter de définir les pratiques et les situations favorisant ou retardant l'apparition des résistances aux anthelminthiques.

1. CIRAD-EMVT, BP 515, 97165 Pointe à Pitre, Guadeloupe

* Correspondant : tél. : 590 25 59 47 ; fax : 590 94 03 96 ; e-mail : barre@cirad.fr

■ MATERIEL ET METHODES

Choix des élevages

Les élevages répartis dans toutes les régions géographiques de Guadeloupe ont été choisis en fonction de l'importance de leur effectif afin de pouvoir constituer plusieurs groupes expérimentaux. De plus, les animaux ne devaient pas avoir été vermifugés depuis au moins un mois.

Choix des anthelminthiques et doses administrées

Les cinq anthelminthiques testés sous leur forme commerciale ont été administrés par voie orale. Pour tenir compte du métabolisme particulier de la chèvre (en particulier des chèvres naines, le type de Guadeloupe (2)) et d'une moindre biodisponibilité des produits au niveau du rumen par rapport aux ovins (15, 17), une dose de 1,5 à 2 fois supérieure à celle recommandée a été administrée (6).

Les posologies ont été les suivantes :

- Fenbendazole (Panacur ND, 2,5 p. 100, Distrivet) : 10 mg/kg de poids vif (PV) administré en deux fois à un jour d'intervalle ;
- Tétramisole (Polystrongle ND, Coophavet) : 22,5 mg/kg de PV ;
- Fébantel (Rintal ND, Bayer) : 7,5 mg/kg de PV ;
- Albendazole (Valbazen ND ; SmithKline) : 5,7 mg/kg de PV ;
- Ivermectine (Oramec ND, MSD Agvet) : 0,32 mg/kg de PV.

Les doses ont été déterminées individuellement en fonction du poids des caprins.

Protocole expérimental

Chaque enquête s'est déroulée de la façon suivante :

J-3 : Relevé des paramètres d'élevage : cinq paramètres ont été retenus (5) : fréquence des traitements, ancienneté d'utilisation d'un même anthelminthique en séparant les benzimidazoles et les molécules « autres » employées ou non depuis plus de cinq ans, le nombre de molécules différentes utilisées dans l'élevage, le respect ou non de la posologie, les introductions d'animaux dans l'élevage.

Identification des animaux, pesée et prélèvement individuel de fèces sous exonérateur (Microlax ND, Sanofi).

J-2 : Examens coproscopiques.

J-1 : Répartition des caprins en fonction du poids et de l'infestation parasitaire (œufs/gramme) en 3 à 5 groupes homogènes de 12 à 15 animaux chacun.

J-0 : Traitement des animaux, un anthelminthique par groupe attribué au hasard et un groupe non traité servant de témoin.

J-13 : Prélèvement rectal sur tous les animaux et examens coproscopiques. Pour connaître les espèces présentes après traitement, une coproculture par groupe a été effectuée (seconde enquête, 1996).

Procédures parasitologiques

Coproscopies

La technique utilisée est celle décrite par Pouillot (18). Brièvement, 4 g de fèces sont délités par immersion dans de l'eau additionnée d'un mouillant (Teepol) pendant 24 h à une tempéra-

ture de 4 °C. Le surnageant est éliminé et le culot remis en suspension dans du sulfate de magnésium (d : 1,29). Après homogénéisation et tamisage sur un filtre (diamètre maille : 1 mm), 1 ml de la suspension est déposé dans les deux chambres d'une cellule de McMaster dont les deux réseaux sont lus. Le nombre d'œufs par gramme de fèces (OPG) est calculé selon Raynaud (19). Un œuf vu correspond à 30 OPG.

Coprocultures et diagnose des larves

Les coprocultures ont été réalisées selon la méthode de Brumpt (10) à partir d'un mélange des fèces des caprins de chaque lot, placés huit jours dans une pièce à 25°C. Les larves étaient ensuite extraites par la technique de Baermann. L'examen du culot a permis de déterminer les trois genres présents sur le critère de la taille de la queue (10) et de les dénombrer. Les diagnoses et dénombrements ont porté sur 50 larves au moins par coproculture.

Appréciation de la résistance aux anthelminthiques

Mode de calcul du taux de réduction de l'excrétion parasitaire

Le pourcentage de réduction des OPG après traitement a été calculé en appliquant la formule de Coles et coll. (9) :

$$R \text{ OPG (\%)} = (1 - T/C) \times 100$$

avec R OPG = réduction du nombre d'œufs par gramme de fèces ; T et C = moyennes arithmétiques pour respectivement les groupes traités et les témoins.

Interprétation des résultats

La sensibilité des parasites aux anthelminthiques a été estimée selon la classification décrite par McKenna (16) :

- Réduction des OPG comprise entre 95 - 100 p. 100 : souche sensible (S) ;
- Réduction des OPG < 95 p. 100 : souche tolérante (T) ;
- Réduction des OPG < 90 p. 100 : souche suspectée de résistance (R).

De plus, les auteurs ont classé très résistants (TR) des élevages dans lequel l'OPG avait augmenté après traitement.

Les relations pouvant exister entre résistance ou sensibilité des parasites aux anthelminthiques (sauf pour le fenbendazole) et les paramètres d'élevage déjà cités ont été recherchées par analyse de variance (20).

■ RESULTATS

Au total, 1 057 caprins dans 26 élevages (tableau I) ont fait l'objet d'examens coproscopiques.

Effet global du traitement sur les strongles gastro-intestinaux

Selon la classification de McKenna (16), 92 p. 100 des élevages testés étaient résistants ou très résistants aux dérivés du noyau benzimidazole (tableau I). Dans deux troupeaux, les helminthes étaient résistants à certains benzimidazoles et se sont révélés sensibles pour d'autres. Quatorze élevages (93 p. 100) ont été classés sensibles au tétramisole et 9 à l'ivermectine (82 p. 100). Deux étaient tolérants vis-à-vis de l'une ou de l'autre de ces molécules et, dans un autre, les parasites ont été suspectés de résistance à l'ivermectine.

Tableau I

Résultats des examens coproscopiques dans les lots témoins et traités,
et pourcentage de réduction de l'excrétion d'œufs après traitement

Elevage	Enquête 1994				Enquête 1996									
	Témoin		FBZ		Témoin		ALB		FBT		TM		IVM	
	OPG	%	*		OPG	%	*		%	*	%	*	%	*
1	5682	5	R	1771	28	R		28	R	99	S			
2	4918	73	R	551	9	R		29	R	99	S		96	S
3				4458	55	R		6	R	98	S		100	S
4	3614	38	R	4396				81	R	87	R		100	S
5				2978	58	R		84	R					
6	2931	49	R											
7				2816	...	TR		...	TR	99	S		96	S
8	2552	34	R	8150	69	R		55	R	95	S			
9				2249	88	R		100	S	99	S		100	S
10	2112	56	R	4701	...	TR		3	R	98	S		100	S
11				1858	53	R		60	R	96	S		100	S
12				1976	57	R		...	TR	100	S			
13	1763	62	R	4210	86	R		36	R	98	S		95	S
14				1416				85	R	99	S		86	R
15	1285	40	R	1057	59	R		1	R	98	S			
16	1059	...	TR	1679	26	R		10	R	99	S		90	T
17	1015	76	R											
18	1009	20	R	1494	96	S		72	R	100	S		99	S
19	919	92	T											
20	862	100	S											
21	850	32	R											
22	627	...	TR											
23	483	94	T											
24	403	...	TR											
25	381	...	TR											
26	271	45	R											

OPG Nombre d'œufs de strongles gastro-intestinaux (SGI) par gramme de fèces (moyenne du groupe)

% Pourcentage de réduction des œufs après traitement comparé au témoin (Coles et coll., *Vet. Parasitol.*, 1992)

* Classe de résistance

... Excrétion d'œufs (OPG) après traitement supérieure à celle des témoins

FBZ = fenbendazole TM = tétramisole

ALB = albendazole IVM = ivermectine

FBT = fébantel

TR = SGI très résistants à l'anthelminthique

R = SGI résistants T = SGI tolérants S = SGI sensibles

Effet du traitement sur les espèces

Dans les groupes témoins, *H. contortus* était l'espèce dominante (63 p. 100 en moyenne des larves examinées) (tableau II). *Trichostrongylus* et *Oesophagostomum* représentaient respectivement 28 et 9 p. 100 de ce peuplement.

Après traitement avec les dérivés du noyau benzimidazole, *Haemonchus contortus* est resté prédominant dans les élevages

(79 p. 100 en moyenne des larves examinées). Il était également résistant dans deux troupeaux après traitement des animaux au tétramisole et dans un autre après traitement à l'ivermectine. *Trichostrongylus* s'est révélé plus sensible vis-à-vis des traitements. Les larves de ce nématode étaient cependant fréquentes dans trois élevages, deux après vermifugation du troupeau à l'aide d'un dérivé du noyau benzimidazole et le troisième après traitement à l'ivermectine. *Oesophagostomum* s'est maintenu à un très faible niveau. Dans un élevage, il était dominant et résistant au tétramisole.

Tableau II

Résultats des coprocultures avant et après traitement
(pourcentage de larves appartenant à chaque genre, 16 élevages de l'enquête 1996)

Élevage n°	Groupes traités															
	Groupe témoin			ALB			FBT			TM			IVM			
	H	T	O	H	T	O	H	T	O	H	T	O	H	T	O	
1		+			+			+			+			++		
2	60	39	1	92	8	0	98	2	0		+			+		
3	59	35	6		+		61	39	0		+			+		
4	63	22	15		++		52	36	12	22	36	42	36	45	18	
5	70	30	0	98	2	0		+			++			+		
7	76	17	7	87	13	0	77	23	0	100	0	0		+		
8	70	12	18	96	0	4	100	0	0		+			++		
9	21	51	28	22	69	9		+			+			+		
10	80	19	1	96	4	0	37	63	0		+			+		
11	89	6	5	56	44	0	93	7	0		+			+		
12	29	36	35		+		91	5	4		+			+		
13	84	14	2	98	2	0	96	4	0		+			+		
14	57	39	4		++		66	34	0		+			+		
15	82	18	0		+		96	2	2		+			+		
16	57	41	2	70	30	0	75	24	1		+			+		
18	43	38	19		+		86	9	5		+			+		
Moy.	63	28	9	80	19	1	79	19	2							

H = *Haemonchus contortus*, T = *Trichostrongylus* spp., O = *Oesophagostomum* spp.

Absence de culture (++) ou très faible développement des larves (+). Diagnose effectuée sur 50 larves minimum

ALB = albendazole

TM = tétramisole

FBT = fébantel

IVM = ivermectine

Paramètres d'élevage potentiellement associés à la résistance

Dix éleveurs sur 16 traitaient leurs animaux toute l'année, tous les mois (6) ou tous les deux mois (4). Ce groupe s'oppose à six éleveurs qui espaçaient leurs traitements et intervenaient moins de trois fois par an. Neuf éleveurs utilisaient les mêmes produits depuis plus de cinq ans. Tous les élevages avaient utilisé du fenbendazole et 6/16 l'utilisaient encore, mais aucun n'avait ou n'avait eu recours à l'albendazole ; les imidazothiazoles et l'ivermectine étaient très peu employés, chacun l'était par trois éleveurs.

La dose « mouton » recommandée sur la notice était suivie par la moitié des éleveurs, l'autre moitié administrait délibérément une dose plus élevée.

Les introductions, sans précaution particulière, de caprins venant d'autres élevages de Guadeloupe étaient fréquentes : dans l'année, 6 éleveurs sur 16 avaient reçu des animaux en quantité variable.

Ces facteurs ont été testés par analyse de variance (20). Seuls ceux liés à la fréquence d'application et à la dose semblaient liés au phénomène de résistance. Dans les troupeaux traités souvent (tous les 1 à 2 mois), la réduction de l'OPG après administration de fé-

bantel était plus faible (27 p. 100) que dans les élevages où les traitements étaient plus espacés (64 p. 100 ; $p \leq 0,1$). Un effet de la dose administrée, significatif avec l'albendazole, a également été constaté. La réduction de l'OPG était plus faible (29 p. 100) chez les éleveurs qui surdosaient que chez ceux qui administraient la dose « mouton » (68 p. 100 de réduction, $p \leq 0,05$).

DISCUSSION

Ces deux enquêtes confirment l'existence de strongles résistants aux benzimidazoles en Guadeloupe (11). Les deux principaux genres (*Haemonchus* et *Trichostrongylus*) sont résistants vis-à-vis de ces molécules. Comme en Martinique chez les ovins (3, 12), *Haemonchus* prédomine. Le tétramisole et l'ivermectine se sont révélés dans l'ensemble efficaces. Seuls, deux cas de résistance ou tolérance à l'ivermectine ont été suspectés. Une analyse de variance portant sur la résistance et les paramètres d'élevage a permis de mettre en évidence des relations entre la résistance d'une part et la fréquence des traitements et la dose d'anthelminthique administrée par les éleveurs, généralement approximative, d'autre part. La répétition des traitements à un rythme élevé peut avoir gé-

né la résistance, mais pourrait tout autant en être une conséquence : l'éleveur ne constatant pas d'amélioration après ses interventions a pu en accroître la cadence. L'interprétation est identique pour l'effet dose, significatif avec l'albendazole : le fait d'administrer des doses fortes a-t-il stimulé l'apparition de résistance, ou ce surdosage a-t-il été instauré par l'éleveur en réponse au défaut d'efficacité de la dose normale ?

Les conditions de l'enquête et les résultats de l'analyse statistique ne permettent pas de conclure. Quoi qu'il en soit, la fréquence des traitements est très importante : tous les éleveurs vermifugeaient leurs caprins toute l'année et les deux tiers d'entre eux le faisaient tous les mois et traitaient avec la même molécule depuis plusieurs années. Ce comportement est reconnu comme favorisant l'apparition de résistance (5, 8, 17, 21). L'inadéquation des doses recommandées, calculées en référence aux ovins mais inappropriées aux particularités métaboliques des caprins, peut avoir contribué à l'apparition du phénomène. Les échanges d'animaux entre élevages, de règle aux Antilles, peuvent également participer à la diffusion de la résistance.

Pour limiter le développement de la résistance, l'emploi alterné de substances ayant des modes d'action différents est préconisé. Un programme de prévention contre les strongles des petits ruminants qui incluerait l'utilisation de bolus (7) ou de molécules rémanentes (14) pourrait permettre d'améliorer l'efficacité des traitements.

Pour établir un diagnostic précoce de sensibilité ou de résistance et modifier rapidement la stratégie des traitements, un suivi régulier des élevages par des tests *in vivo* de réduction des œufs après traitement, complétés, lorsqu'une résistance est soupçonnée, par des tests *in vitro* d'éclosion des œufs pour les benzimidazoles (4) et de développement des larves pour les autres molécules (13) est recommandé.

Remerciements

Les auteurs remercient les éleveurs qui ont accepté de participer à cette étude, O. Lorvelec (INRA-URZ Guadeloupe), D. Kerboeuf et J. Hubert (INRA Tours) pour leurs conseils.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUMONT G., POUILLOT R., SIMON R., HOSTACHE G., VARO H., BARRE N., 1997. Parasitisme digestif des petits ruminants dans les Antilles françaises. *INRA, Prod. Anim.*, **10** : 79-89.
2. BAGGOT J.D., McKELLAR Q.A., 1994. The absorption, distribution and elimination of anthelmintic drugs: the role of pharmacokinetics. *J. vet. Pharmacol. Therap.*, **17**: 409-419.
3. BASTIEN O., KERBOEUF D., LEIMBACHER F., GEVREY J., NICOLAS J.A., HUBERT J., HEINRICH O., 1991. Recherche des causes d'échecs thérapeutiques de la lutte contre les strongyloses gastro-intestinales des ovins en Martinique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, n° spécial : 117-121.
4. BEAUMONT-SCHWARTZ C., KERBOEUF D., HUBERT J., 1987. Méthodes de mise en évidence de souches de strongles gastro-intestinaux résistantes aux anthelminthiques. *Rec. Méd. vét.*, **163** : 683-688.
5. BOURDOISEAU G., 1992. Résistance aux anthelminthiques. *Le Point vét.*, **147** : 13-21.

6. CHARTIER C., PORS I., 1994. Efficacy of four broad spectrum anthelmintics against gastrointestinal nematodes in goats. *Vet. Rec.*, **134**: 523-524.
7. CHARTIER C., PORS I., BERNARD N., HUBERT J., 1996. Efficacy of an albendazole slow-release capsule for the control of susceptible or resistant nematode parasites of dairy goats. *Vet. Parasitol.*, **67**: 197-206.
8. COLES G.C., 1988. Strategies for control of anthelmintic resistant nematodes in goats. *JAVMA*, **192**: 330-334.
9. COLES G.C., BAUER C., BORGSTEEDE F.H.M., GEERTS S., KLEI T.R., TAYLOR M.A., WALLER P.J., 1992. Methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.*, **44**: 35-44.
10. GRABER M., PERROTIN C., 1983. Helminthes et helminthoses des ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Maisons-Alfort, France, Le Point Vétérinaire.
11. GRUNER L., 1985. Contrôle des strongyloses digestives des petits ruminants aux Antilles françaises : développement de résistance aux benzimidazoles et intérêt d'une gestion raisonnée des pâturages. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 386-393.
12. GRUNER L., KERBOEUF D., BEAUMONT-SCHWARTZ C., HUBERT J., 1986. Resistance to benzimidazole of *Haemonchus contortus utkalensis* in sheep in Martinique. *Vet. Rec.*, **118**: 276.
13. HUBERT J., KERBOEUF D., 1992. A microlarval development assay for the detection of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Vet. Rec.*, **130**: 442-446.
14. KERBOEUF D., HUBERT J., CARDINAUD B., BLOND-RIOU F., 1995. The persistence of the efficacy of injectable or oral moxidectin against *Teladorsagia*, *Haemonchus* and *Trichostrongylus* species in experimentally infected sheep. *Vet. Rec.*, **137**: 399-401.
15. LANUSSE C.E., PRICHARD R.K., 1993. Relationship between pharmacological properties and clinical efficacy of ruminant anthelmintics. *Vet. Parasitol.*, **49**: 123-158.
16. McKENNA P.B., 1990. The detection of anthelmintic resistance by the faecal egg count reduction test: an examination of some of the factors affecting performance and interpretation. *N. Z. vet. J.*, **38**: 142-147.
17. POMROY W.E., 1996. Anthelmintic resistance in goats. VI International conference on goats, Beijing, People's Republic of China, May 6-11, 1996. Beijing, People's Republic of China, International Academic Publishers, p. 717-726.
18. POUILLOT R., 1996. Epidémiologie des strongyloses digestives des caprins en élevage guadeloupéen. Thèse doct. vét., Faculté de médecine, Créteil, France, 99 p.
19. RAYNAUD J.P., 1970. Etude de l'efficacité d'une technique de coproscopie quantitative pour le diagnostic de routine et le contrôle des infestations parasitaires des bovins, ovins, équins et porcins. *Ann. Parasitol. hum. comp.*, **45** : 321-342.
20. SAS/STAT User's Guide, version 6.03, 1988. Cary, NC, USA, SAS Institute Inc., 1028 p.
21. TAYLOR M.A., HUNT K.R., 1989. Anthelmintic drug resistance in the UK. *Vet. Rec.*, **129**: 143-147.
22. TODD K.S., LEVINE N.D., BOATMAN P.A., 1976. Effect of temperature on the survival of free-living stages of *Haemonchus contortus*. *Am. J. vet. Res.*, **37**: 991-992.
23. TODD K.S., LEVINE N.D., BOATMAN P.A., 1976. Effect of dessication on the survival of infective *Haemonchus contortus* larvae under laboratory conditions. *J. Parasitol.*, **62**: 247-249.
24. TODD K.S., LEVINE N.D., WHITESIDE C.C., 1970. Moisture stress effects on survival infective *Haemonchus contortus* larvae. *J. Nematol.*, **2**: 330-333.

Reçu le 6.1.97, accepté le 28.7.97

Summary

Barré N., Amouroux I., Aprelon R., Samut T. Anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes in goat farms in Guadeloupe (French West Indies)

Faecal egg count reduction tests after anthelmintic treatment have been conducted on 1057 goats belonging to 19 farms located in various climatic zones of Guadeloupe. Five anthelmintics were used at 1.5 to 2 times the recommended amounts for sheep: fenbendazole, albendazole, febantel, tetramisole and ivermectin. In all the farms, nematodes were resistant to benzimidazole derivatives. Three nematode genera were involved: *Haemonchus*, which prevailed and was the most resistant, *Trichostrongylus* and *Oesophagostomum*. Tetramisole and ivermectin were by and large highly efficacious. The onset of resistance to ivermectin was suspected in one farm only. Tropical climatic conditions, suitable for nematode development, speed of reinfestations, excessive frequency of treatments made with the same compound used over a long period of time and animal trading between farms may have contributed to the selection of resistant nematodes in Guadeloupe.

Key words: Goat - *Haemonchus* - *Trichostrongylus* - *Oesophagostomum* - Resistance to chemicals - Anthelmintics - Guadeloupe.

Resumen

Barré N., Amouroux I., Aprelon R., Samut T. Resistencia de los estróngilos gastrointestinales a los antihelmínticos en los establecimientos caprinos de Guadalupe (Antillas Francesas)

Con el fin de reducir la cantidad de huevos de estróngilos post tratamiento antihelmíntico, se llevaron a cabo pruebas en 1 057 caprinos, pertenecientes a 19 establecimientos distribuidos en diversas zonas geográficas de Guadalupe. Se administraron cinco antihelmínticos, con dosis 1,5 a 2 veces la recomendada en ovinos: febendasol, albendasol, febantel, tetramisol e ivermectina. En todos los establecimientos, los parásitos fueron resistentes a los derivados del núcleo benzimidazol. Fueron afectados tres géneros de estróngilos: *Haemonchus*, el cuál fue el más dominante y el más resistente, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum*. El tetramisol y la ivermectina demostraron una alta eficiencia general. Solamente un establecimiento presentó sospechas de un principio de resistencia a la ivermectina. Las condiciones tropicales, propicias para el desarrollo de los estróngilos, la rapidez de la reinfestación, la frecuencia excesiva de tratamientos llevados a cabo con una misma molécula, utilizada en forma prolongada y los intercambios de animales, representan posiblemente factores favorables para la selección de los estróngilos resistentes en Guadalupe.

Palabras clave: Caprino - *Haemonchus* - *Trichostrongylus* - *Oesophagostomum* - Resistencia a productos químicos - Antihelmíntico - Guadalupe.

Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins, ovins et caprins en Guinée maritime, République de Guinée

P. Ankers ^{1*} S. Fofana ² A. Biaye ²

Mots-clés

Bovin - Ovin - Caprin - Veau -
Helminthe - Variation saisonnière -
Contrôle des maladies - Guinée.

Résumé

L'inventaire, la charge et la dynamique saisonnière des populations de nématodes gastrointestinaux chez le bétail en Guinée maritime ont été étudiés par autopsie helminthologique de 99 bovins, 100 caprins et 95 ovins et par coprologie sur 200 veaux de moins de 50 jours. Quatre-vingt-dix-huit pour cent des bovins autopsiés et 99 p. 100 des petits ruminants autopsiés étaient infestés. *Haemonchus* sp. et *Cooperia* spp. constituaient l'essentiel de la charge en nématodes adultes chez les bovins avec des prévalences respectives de 80 et 75 p. 100. Chez le mouton, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp. et *Haemonchus* sp. constituaient l'essentiel de la charge en nématodes adultes avec des prévalences respectives de 88, 84 et 48 p. 100. Chez la chèvre, *T. colubriformis* (92 p. 100) et *Haemonchus* sp. (81 p. 100) constituaient avec *Oesophagostomum* sp. (78 p. 100) les trois principales populations de nématodes. Quarante-deux pour cent des 200 échantillons de fèces de jeunes veaux contenaient des œufs de *Toxocara vitulorum* et 46 p. 100 de ces mêmes échantillons contenaient des œufs de *Strongyloides* sp. L'absence de douves du foie, de schistosomes et la faible prévalence des populations de larves intramuqueuses ont été notées. Ces résultats et les charges parasitaires rencontrées démontrent l'importance des nématodoses en tant que contraintes à une meilleure productivité du bétail dans la zone d'étude. Un calendrier de vermifugation basé sur ces résultats est proposé en conclusion.

■ INTRODUCTION

On rencontre en Guinée maritime (zone subhumide) deux modes de gestion des troupeaux de bovins : d'une part, des éleveurs sédentaires possédant des troupeaux atteignant rarement plus de 30 têtes et combinant leur activité d'éleveur avec de l'agriculture et parfois du commerce et, d'autre part, des éleveurs transhumant, passant la saison des pluies sur les plateaux et descendant de janvier à mai dans les bas-fonds et les plaines littorales à la recherche d'eau et de pâture. Les animaux sont parqués la nuit et conduits de jour sur des pâturages collectifs non améliorés ou des champs

après récolte pour se nourrir de résidus de culture. Le gros bétail a essentiellement une fonction de production, les hommes vendant les bêtes et les femmes le lait, mais il joue aussi un rôle important dans la constitution de patrimoines individuels.

L'élevage des petits ruminants n'occupe pas de place prépondérante dans le sous-secteur de l'élevage en Guinée et demande à être développé. On peut y distinguer actuellement les types d'élevage villageois et périurbain. L'élevage villageois est caractérisé par des petits troupeaux de dix têtes en moyenne élevés selon un mode purement extensif. De jour, les animaux divaguent librement à la recherche de pâture ou résidus de culture. Les troupeaux plus importants sont parfois conduits sous surveillance. La nuit, les animaux sont mis dans les bergeries, petites cases en bois souvent montées sur pilotis pour des raisons sanitaires. En saison sèche, ces bergeries sont parfois remplacées dès février-mars par des enclos à même le sol à côté de la concession. En élevage périurbain, caractérisé par des effectifs maximum de cinq têtes par proprié-

1. Centre international sur la trypanotolérance (ITC), PMB 14, Banjul, Gambie

2. Centre d'appui à l'élevage, BP 56, Boké, République de Guinée

* Auteur pour la correspondance : 16 ch. des Picottes, 1217 Meyrin, Suisse

Tel : 0041 22 782 71 28 ; Fax : 0041 22 782 22 80 (mentionner l'adresse) ;

E-mail : ankers@bluewin.ch

taire, les animaux se nourrissent de déchets ménagers, de fourrages rudimentaires ou par pâture en terrain vague ou bordure de route. Dans le deuxième cas, la production est presque exclusivement destinée à l'autoconsommation (8).

Il n'existe pour le moment que très peu d'informations sur les contraintes sanitaires chez le bétail en Guinée maritime. Cet article décrit les résultats d'une étude par autopsies helminthologiques, dont le but était de faire l'inventaire des helminthes parasitant le bétail dans le Nord de la Basse-Guinée et de déterminer la charge et la dynamique saisonnière des populations de nématodes rencontrés le plus fréquemment. De plus, un suivi coprologique de 200 veaux de lait appartenant à des troupeaux privés a permis d'évaluer l'importance de la toxocarose et de la strongyloïdose dans cette classe d'âge.

■ MATERIEL ET METHODES

Le milieu

L'étude a été faite à Boké en Guinée maritime, à 300 km au nord de la capitale Conakry, au niveau de la mer. Le régime des pluies y est unimodal avec une moyenne annuelle des précipitations de 2 500 mm tombant entre mai et novembre. Le mois le plus chaud de l'année est le mois de mai (24-32° C) et août le plus froid (22-28° C).

Les animaux

Les tractus digestifs de 99 bovins, 100 caprins et 95 ovins tout-venant abattus à Boké ont été utilisés dans le cadre de cette étude à raison d'un par semaine pour chaque espèce, de juillet 1994 à juillet 1996. Les bovins âgés entre 1 et 15 ans (médiane = 36 mois) et les petits ruminants âgés entre 8 mois et 10 ans (médiane ovins : 36 mois ; médiane caprins : 24 mois) provenaient tous de troupeaux gérés de manière traditionnelle et situés dans un rayon de 150 km autour de Boké.

De plus, les fèces de 200 veaux âgés entre 15 et 50 jours et provenant de 12 troupeaux privés différents dans un rayon de 100 km autour de Boké ont été analysées.

Examens parasitologiques et coprologie

L'âge, le sexe et la provenance de chaque animal ont été relevés à l'abattoir. La cavité abdominale, la panse et le foie ont été inspectés à l'abattoir pour détecter la présence éventuelle de *Setaria* spp. et de trématodes. Le reste du tractus digestif était ligaturé aux deux extrémités de la caillette et à la jonction ileo cæcale puis emmené au laboratoire pour un examen helminthologique selon la méthode décrite en détail, par exemple, par Kaufmann et coll. (7). Cette méthode consiste en la collecte par lavage séparé du contenu de la caillette, de l'intestin grêle et de l'ensemble cæcum/colon. Dans chaque cas, ce contenu est ensuite tamisé et dilué dans une quantité déterminée d'eau, puis une partie aliquote représentant 1/15 du volume total pour les bovins et 1/25 du volume total pour les petits ruminants est prélevée pour lecture à la loupe binoculaire, puis pour identification des helminthes au microscope. Cela permet une détermination tant qualitative que quantitative des helminthes rencontrés. La moitié des muqueuses de l'abomasum et celle de l'ensemble cæcum/colon sont raclées puis digérées dans une solution de pepsine, HCl et eau, permettant ainsi de retrouver les larves à la loupe binoculaire. La méthode utilisée pour les examens coprologiques est la méthode de McMaster modifiée (2). Les clés d'identification utilisées sont celles proposées par Soulsby (9).

Analyses et représentations graphiques

L'effet des variables âge, sexe et saison sur les populations parasitaires les plus fréquentes a été déterminé par analyse de variance après transformation logarithmique dans un but de normalisation de la distribution des résultats. La variable « âge » a été classée comme suit :

- petits ruminants : 1 = jusqu'à 24 mois, 2 = plus de 24 mois ;
- bovins : 1 = jusqu'à 36 mois, 2 = plus de 36 mois.

La variable « saison » a été classée comme suit :

- saison des pluies = juillet à octobre ;
- début de saison sèche = novembre à février ;
- fin de saison sèche = mars à juin.

La dynamique saisonnière des populations parasitaires les plus fréquentes est illustrée par représentation graphique. Bien que l'étude ait été faite de juillet 1994 à juillet 1996, l'axe horizontal des représentations graphiques a été recentré pour couvrir une année de calendrier et les résultats sont des moyennes mensuelles sur deux ans d'autopsies. Ceci permet de visualiser rapidement la dynamique saisonnière des différentes populations parasitaires.

■ RESULTATS

Bovins

Quatre-vingt-dix-huit pour cent des bovins autopsiés étaient infestés et 94 p. 100 présentaient un polyparasitisme. La prévalence, l'intensité moyenne (charge moyenne calculée sur les animaux infestés uniquement) ainsi que les charges minimales et maximales des genres ou espèces de parasites rencontrés sur les animaux infestés sont résumées dans le tableau I.

Des Paramphistomatidés ont été trouvés dans la panse de 64 p. 100 des animaux autopsiés. Il est à noter qu'aucune douve n'a été trouvée dans le foie, ni de Schistosome dans les veines mésentériques. Des Anoplocéphalidés ont été trouvés chez 14 p. 100 des bovins autopsiés.

Haemonchus sp. et *Cooperia* spp. constituaient l'essentiel de la charge nématodienne adulte chez les bovins avec des prévalences respectives de 80 et 75 p. 100. Des populations adultes d'*Oesophagostomum radiatum* ont été trouvées dans 43 p. 100 des cas et des nodules sur le gros intestin résultant de la présence de larve d'*Oesophagostomum radiatum* sur 97 p. 100 des animaux autopsiés. L'intensité moyenne des populations d'*Oesophagostomum radiatum* adultes était de 69 parasites.

La prévalence des populations larvaires intramuqueuses était faible dans la caillette (7 p. 100) comme dans le cæcum-colon (1 p. 100).

Ni l'âge, ni le sexe n'ont eu d'influence significative sur les populations de *Haemonchus* sp. et *Cooperia* spp. Il faut noter que la distribution des âges n'était pas homogène puisque, dans ce cas, seuls deux bovins sur 99 ont été abattus avant 18 mois. La saison n'a pas eu d'effet significatif sur la population de *Cooperia* spp. mais a influencé de façon significative la population de *Haemonchus* sp. ($P < 0,01$). La dynamique saisonnière des deux principales populations de nématodes des bovins (figure 1) se caractérisait comme suit : *Cooperia* spp. était présent toute l'année. Les variations saisonnières n'étaient pas significatives mais un degré plus élevé d'infestation des hôtes a néanmoins été observé entre septembre et mars et un plus faible entre avril et juin. *Haemonchus* sp. adulte était présent toute l'année. Le taux d'infes-

Tableau I

Inventaire, prévalence et intensité moyenne des populations parasitaires chez les bovins.
99 animaux autopsiés entre juillet 1994 et juillet 1996 provenant de la région de Boké, Guinée maritime

Localisation	Parasites	Prévalence %	Intensité moyenne	Min.-Max.
Cavité abdominale	<i>Setaria labiato-papillosa</i>	21	n.c.	-
Rumen	Paramphistomatidés	64	n.c.	-
Caillette et intestin grêle	<i>Haemonchus</i> sp.	80	746	2 - 11 487
	<i>Trichostrongylus axei</i>	8	113	25 - 300
	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	13	235	25 - 700
	<i>Cooperia punctata</i>	71	980	25 - 7 400
	<i>Cooperia pectinata</i>	41	405	50 - 1 450
	<i>Cooperia curticei</i>	1	75	-
	<i>Strongyloides papillosus</i>	2	63	50 - 75
	<i>Bunostomum phlebotomum</i>	7	23	2 - 50
	<i>Nematodirus</i> sp.	1	1	-
	Anoplocéphalidés	14	n.c.	-
Gros intestin	<i>Oesophagostomum radiatum</i> (adultes)	43	69	1 - 473
	(nodules)	97	23	2 - 117
	<i>Trichuris globulosa</i>	1	50	-
Muqueuses de la caillette	Larves	7	3	2 - 6
Muqueuses du cæcum-colon	Larves	1	1	-

n.c. = non comptés

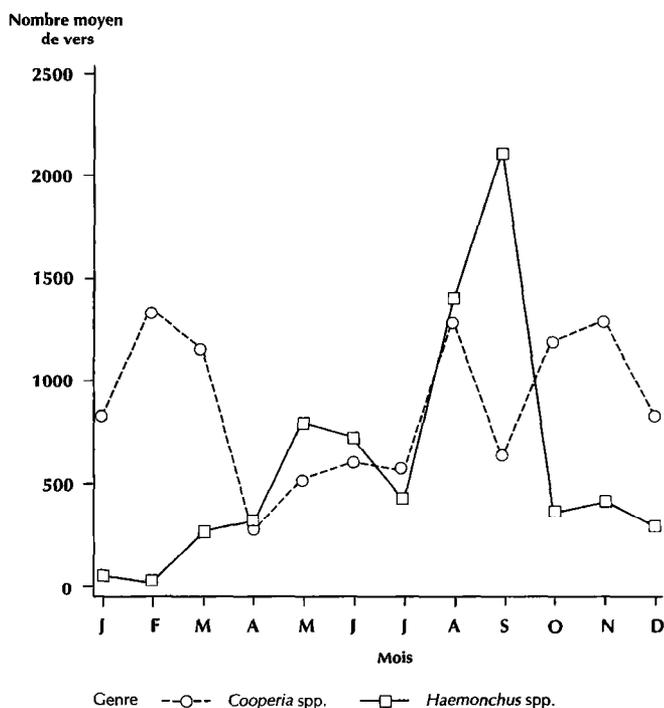


Figure 1 : dynamique saisonnière des deux principaux genres de nématodes rencontrés chez les bovins. Guinée maritime. Moyennes mensuelles calculées sur deux ans : juillet 1994-juillet 1996.

tation était minimal entre décembre et février, puis a augmenté régulièrement pour atteindre un pic en août-septembre, c'est-à-dire en pleine saison des pluies. *Oesophagostomum radiatum* adulte a été rencontré durant toute l'année sans pic d'infestation significatif.

Sur les 200 échantillons de fèces de jeunes veaux, 42 p. 100 contenaient des œufs de *Toxocara vitulorum* (minimum : 100 OPG ; maximum : 7 750 OPG ; médiane : 1 100 OPG) et 46 p. 100 de ces mêmes échantillons contenaient des œufs de *Strongyloides papillosus* (minimum : 100 OPG ; maximum : 12 000 OPG ; médiane : 300 OPG).

Petits ruminants

Plus de 99 p. 100 des animaux autopsiés étaient infestés et 96 p. 100 présentaient un polyparasitisme. La prévalence, l'intensité moyenne ainsi que les charges minimales et maximales des genres ou espèces de parasites rencontrés sur les animaux infestés sont résumées dans le tableau II.

Des Paramphistomatidés ont été trouvés dans la panse de 31 p. 100 des moutons et 13 p. 100 des chèvres autopsiés et des Anoplocéphalidés dans l'intestin grêle de 19 p. 100 des moutons et 24 p. 100 des chèvres. Comme chez les bovins, ni douves dans le foie, ni Schistosomes dans les veines mésentériques n'ont été rencontrés.

Chez le mouton, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp. et *Haemonchus* sp. constituaient l'essentiel de la charge nématodienne adulte avec des prévalences respectives de 88, 84 et 48 p. 100.

Tableau II

Inventaire, prévalence et intensité moyenne des populations parasitaires chez les petits ruminants. 95 ovins et 100 caprins autopsiés entre juillet 1994 et juillet 1996 provenant de la région de Boké, Basse-Guinée

Localisation	Parasites	Ovins			Caprins		
		Prévalence %	Intensité moyenne	Min.-Max.	Prévalence %	Intensité moyenne	Min.-Max.
Rumen	Paramphistomatidés	31	n.c.	-	13	n.c.	-
Caillette et int. grêle	<i>Haemonchus</i> sp.	48	222	2 - 3 548	81	494	15 - 2 709
	<i>Trichostrongylus axei</i>	5	204	45 - 450	4	71	30 - 135
	<i>Trichost. Colubriformis</i>	88	1 057	30 - 5 895	92	673	30 - 4 080
	<i>Cooperia punctata</i>	78	854	15 - 6 600	21	119	15 - 300
	<i>Cooperia pectinata</i>	6	120	30 - 405	1	60	-
	<i>Cooperia curticei</i>	9	610	60 - 2 070	0	-	-
	<i>Strongyloides papillosus</i>	40	194	15 - 1 110	57	96	15 - 465
	<i>Gaigeria pachyscelis</i>	35	9	1 - 36	23	7	1 - 39
	<i>Nematodirus</i> sp.	1	45	-	0	-	-
	Anoplocéphalidés	19	n.c.	-	24	n.c.	-
Gros intestin	<i>Oesophagostomum</i> sp. (Adultes)	26	29	1 - 205	78	39	1 - 110
	(nodules)	99	28	1 - 143	96	15	1 - 120
	<i>Trichuris</i> sp.	9	11	1 - 32	34	13	1 - 131
Muqueuses	de la caillette Larves	5	7	2 - 18	6	10	2 - 50
	du cæcum-colon Larves	2	3	1 - 4	0	-	-

n.c. = non comptés

Chez la chèvre, *T. colubriformis* (92 p. 100) et *Haemonchus* sp. (81 p. 100) constituaient avec *Oesophagostomum* sp. (78 p. 100) les trois principales populations nématodiennes. Des nodules larvaires sur le gros intestin ont été décelés chez 97 p. 100 des animaux autopsiés. Comme chez les bovins, la prévalence des parasites au stade larvaire intramuqueux était faible dans la caillette (moins de 6 p. 100) comme dans le cæcum-colon (moins de 2 p. 100).

L'âge n'a eu aucune influence significative sur les populations de *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp. et *Haemonchus* sp. chez les moutons. Ni l'âge ni le sexe n'ont eu d'influence significative sur les populations de *T. colubriformis*, *Haemonchus* sp. et *Oesophagostomum* sp. chez les chèvres. L'effet du sexe chez les moutons n'a pas pu être déterminé puisque seul huit des 95 moutons abattus étaient des mâles, ceux-ci n'étant généralement pas vendus au boucher mais plutôt gardés pour être abattus à domicile lors de cérémonies.

La saison influence de façon significative toutes les principales populations parasitaires mentionnées ci-dessus, à l'exception des populations d'*Oesophagostomum* sp. adultes. La dynamique saisonnière des principales populations de nématodes, illustrée pour le mouton à la figure 2 et pour la chèvre à la figure 3, s'est caractérisée de la manière suivante : le taux d'infestation à *Haemonchus* sp. était minimal en début de saison sèche (décembre à mars), puis a augmenté régulièrement, pour atteindre un pic en septembre-octobre en pleine saison des pluies, mais un peu plus tard que chez les bovins. Les petits Trichostrongylidés (*Cooperia* spp. et *T. colubriformis*) étaient aussi présents toute l'année mais ont atteint un taux d'infestation maximal en décembre-janvier.

■ DISCUSSION

L'inventaire des helminthes recensés correspond à ce qui a été trouvé lors d'autres études dans la région, par exemple au Sénégal (10, 11), en Gambie (4, 7), en Sierra Leone (1) ou même au Togo (3), à l'exception de la présence de *Nematodirus* sp. rapportée chez un mouton en Guinée dans cette étude.

Afin d'évaluer ce que représentent ces résultats en terme de pathogénicité, les valeurs indicatives données par Hansen et coll. (6) peuvent être utilisées pour les ovins et les bovins. En adoptant pour les caprins les valeurs proposées par Hansen pour les ovins et en se référant aux tableaux I et II, on peut conclure que la grande majorité du bétail de rente était atteinte d'hæmonchose, avec une infestation en moyenne modérée chez les bovins (400 à 1 500 vers) et légère chez les petits ruminants (< 500 vers). De plus, les trois-quarts des bovins manifestaient une légère infestation à *Cooperia* spp. (< 5 000 vers) et pratiquement tous les petits ruminants étaient infestés par *Trichostrongylus* spp., avec des infestations en moyenne légères (< 1 000 vers) à modérées (1 000 à 10 000 vers).

Des nodules ont été trouvés dans le gros intestin (*Oesophagostomum* sp.) de pratiquement tous les animaux. L'intensité moyenne d'*Oesophagostomum radiatum* adulte chez les bovins était très faible. Chez les petits ruminants, il s'agissait plutôt d'infestation légère (< 50 vers).

La faible prévalence des stades larvaires intramuqueux démontre l'absence d'hypobiose dans la région de l'étude, un phénomène qui est en revanche rencontré plus au nord, en zones semi-aride et aride, et qui permet aux parasites de survivre à la longue saison sèche sous forme de larve inhibée (4^e stade larvaire).

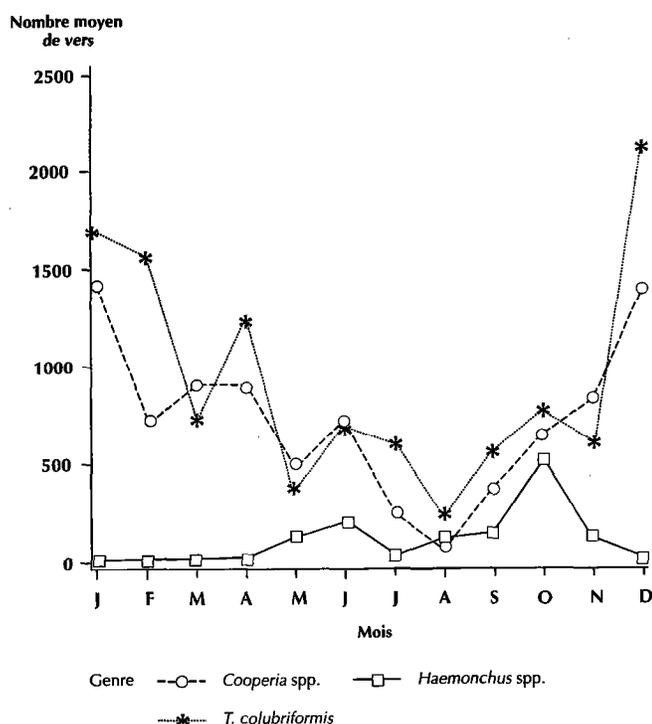


Figure 2 : dynamique saisonnière des trois principaux genres de nématodes rencontrés chez les ovins. Guinée maritime. Moyennes mensuelles calculées sur deux ans : juillet 1994-juillet 1996.

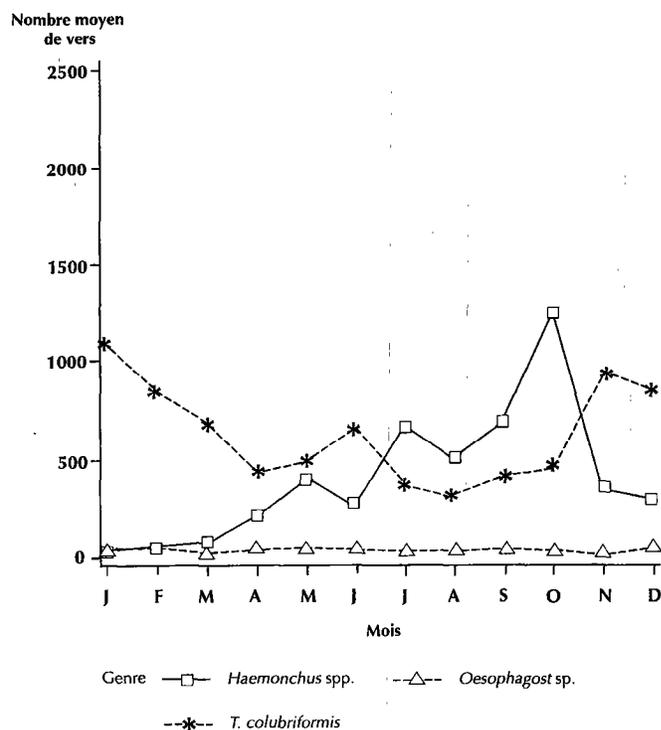


Figure 3 : dynamique saisonnière des trois principaux genres de nématodes rencontrés chez les caprins. Guinée maritime. Moyennes mensuelles calculées sur deux ans : juillet 1994-juillet 1996.

Sur la base des résultats coprologiques, il peut être affirmé que les parasitoses constituaient chez les veaux de lait une contrainte sanitaire importante. Les parasitoses internes constituaient un facteur de mortalité bien connu des éleveurs qui, si les moyens le leur permettaient, vermifugeaient souvent les jeunes animaux.

D'éventuelles helminthoses aiguës ou chroniques seraient le résultat de l'effet additionné des différentes espèces rencontrées. Dans cette étude, 94 p. 100 des bovins et 96 p. 100 des petits ruminants autopsiés présentaient des infestations mixtes, cumulant l'effet pathogénique des différentes populations parasitaires. Ces résultats permettent de dire que les helminthoses constituent une contrainte sanitaire importante à l'amélioration de la productivité du bétail en Guinée maritime.

CONCLUSION

Etant donné les résultats, les auteurs proposent les calendriers de vermifugation suivants à titre prophylactique :

Pour les bovins, traiter les jeunes veaux à 3-4 semaines afin de lutter contre la toxocarose et la strongyloïdose (5), puis tous les animaux en croissance en juillet puis en septembre.

Les grands troupeaux pratiquant la transhumance se trouvent dès janvier dans les plaines côtières où l'humidité du sol et la forte concentration d'animaux favorisent la réinfestation. Il serait intéressant de déterminer l'impact économique d'un éventuel troisième traitement en février pour ces animaux.

Pour les petits ruminants, une vermifugation en septembre et une deuxième en novembre permettrait de supprimer les pics d'infestation à *Haemonchus* sp., à *Trichostrongylus* spp. et, dans le cas des ovins, à *Cooperia* spp., tout en contrôlant les autres populations parasitaires.

Le vermifuge utilisé devrait surtout être efficace contre les nématodes puisque les Paramphistomatidés et les Anoplocéphalidés posent moins de problèmes sanitaires dans la zone d'étude. L'utilisation d'un vermifuge larvicide est préconisée afin de contrôler, entre autres, la population larvaire d'*Oesophagostomum* sp.

Cela dit, un tel calendrier de traitement prophylactique ne devrait pas être vulgarisé auprès des éleveurs avant qu'une étude économique n'ait été effectuée. Un traitement anthelminthique est cher pour un éleveur guinéen qui, de plus, a souvent d'autres priorités pour disposer de son argent liquide que celle d'un traitement prophylactique. Avant de proposer éventuellement un tel traitement à des fins prophylactiques (prévention d'une baisse de la productivité), il faut d'abord déterminer exactement les classes d'animaux à risque, puis il faut s'assurer que cette dépense est rentabilisée par une augmentation de la productivité (natalité, lait, viande,...), engendrant un revenu supérieur au coût du traitement pour tous les éleveurs. La faisabilité d'autres solutions pour le contrôle des parasitoses internes (par exemple rotation des parcs et des pâturages, amélioration des abris pour petits ruminants) mérite aussi d'être étudiée.

Remerciements

Cette étude a été faite dans le cadre du programme conjoint de Recherche sur la trypanosomose et le bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest financé par l'Union européenne. Les auteurs remercient la Coopération suisse pour sa participation financière à l'étude, Pr L. Dempfle, Directeur du Centre international sur la trypanotolérance pour son appui, Dr M. Diallo, Directeur des Services nationaux de l'élevage à Conakry, et Dr S. Bangoura, Directeur du Centre d'appui à l'élevage à Boké, pour leur engagement et leur soutien, ainsi que les Drs E. Timmermans et P. Viviani de la société Zooconsult sans l'assistance desquels cette étude aurait difficilement pu être réalisée. Les auteurs remercient également Drs J. Zinsstag et K. Pfister qui sont à l'origine de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. ASANJI M.F., WILLIAMS M.O., 1987. A qualitative and quantitative survey and seasonal dynamics of gastrointestinal helminth parasites of livestock in Sierra Leone. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **35**: 191-199.
2. BOCH J., SUPPERER R., 1983. Pary P. ed., Veterinärmedizinische Parasitologie, 3. Hambourg, Allemagne, Auflage, p. 44.
3. BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 321-326.
4. FRITSCHÉ T., KAUFMANN J., PFISTER K., 1993. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the Gambia. *Vet. Parasitol.*, **49**: 271-283.
5. GRABER M., PERROTIN C., 1983. Helminthes et helminthoses des ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Maisons-Alfort, France, Le Point Vétérinaire, 378 p.
6. HANSEN J., PERRY B., 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. Nairobi, Kenya, ILRAD, 171 p.
7. KAUFMANN J., PFISTER K., 1993. The seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes in N'Dama cattle in the Gambia. *Vet. Parasitol.*, **37**: 45-54.
8. Programme quinquennal (1996-2000) de développement du sous-secteur Elevage, 1995. Conakry, Rép. de Guinée, Direction nationale de l'élevage, 40 p.
9. SOULSBY E.J.L., 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domestic animals. London, United Kingdom, Baillere Tindall, 809 p.
10. VASSILIADES G., 1978. Les affections parasitaires dues à des helminthes chez les bovins du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** : 157-163.
11. VASSILIADES G., 1981. Parasitisme gastro-intestinal chez le mouton du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** : 169-177.

Reçu le 21.4.97, accepté le 11.8.97

Summary

Ankers P., Fofana S., Biaye A. Main patterns in helminthic parasitism of cattle, sheep and goats in Maritime Guinea (Republic of Guinea)

The inventory, worm burdens and seasonal evolution of gastrointestinal nematode populations in livestock in Maritime Guinea have been studied by way of postmortem examination on 99 cattle, 100 goats and 95 sheep and faecal egg count in 200 calves less than 50 days old. Postmortem examinations revealed 98% and 99% infestation rates in cattle and small ruminants, respectively. *Haemonchus* sp. and *Cooperia* spp. were the most prevalent adult nematodes in cattle with prevalences of 80 and 75%, respectively. In sheep, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp. and *Haemonchus* sp. were the most common adult nematodes with respective prevalences of 88, 84 and 48%. In goats, *T. colubriformis* (92%) and *Haemonchus* sp. (81%) were with *Oesophagostomum* sp. (78%) the three main nematode genera. Of the 200 faecal samples from young calves 42% contained *Toxocara vitulorum* eggs and 46% of the same samples contained *Strongyloides papillosus* eggs. The absence of *Fasciola* spp. and *Schistosoma* spp. as well as the low prevalence of intramucous larval populations were worth notice. These results and the worm burdens found demonstrate the importance of nematodosis as a constraint to improving livestock productivity in the study area. Based on these results, a deworming calendar is proposed in the conclusion.

Key words: Cattle - Sheep - Goat - Calf - Helminth - Seasonal variation - Disease control - Guinea.

Resumen

Ankers P., Fofana S., Biaye A. Parásitos helmintos dominantes en los bovinos, ovinos y caprinos en Guinea marítima (República de Guinea)

Se estudió el inventario, la carga y la dinámica estacional de las poblaciones de nemátodos gastrointestinales en el ganado en Guinea marítima, mediante autopsias helmintológicas en 99 bovinos, 100 caprinos y 95 ovinos y por coprología en 200 terneros de menos de 50 días. Noventa y ocho por ciento de los bovinos y noventa y nueve por ciento de los pequeños rumiantes autopsiados estaban infestados. *Haemonchus* sp. y *Cooperia* spp. representaron la base de la carga de nemátodos adultos en los bovinos, con prevalencias respectivas de 80 y 75%. En el ovino, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp. y *Haemonchus* sp. constituyeron la carga esencial de nemátodos adultos, con prevalencias respectivas de 88, 84 y 48%. En la cabra, *T. colubriformis* (92%) y *Haemonchus* sp. (81%) representaron, junto con *Oesophagostomum* sp. (78%), las tres poblaciones principales de nemátodos. Cuarenta y dos por ciento de las 200 muestras de heces de terneros jóvenes, contenían huevos de *Toxocara vitulorum* y 46% de éstas mismas contenían huevos de *Strongyloides* sp. Se observó la ausencia de duelas hepáticas y de esquistosomas, así como la baja prevalencia de las poblaciones de larvas intra mucosas. Estos resultados y las cargas parasitarias encontradas demuestran la importancia de los nemátodos, como obstáculos a una mejor productividad del ganado en la zona estudiada. En base a estos resultados se propone, como conclusión, un calendario de desparasitación.

Palabras clave: Ganado bovino - Ovino - Caprino - Ternero - Helminto - Variación estacional - Control de enfermedades - Guinea.

Incidence of helminth infections in water buffaloes in Eastern Amazon, Brazil

H.D. Láu ¹

Key words

Cattle - Water buffalo - Calf - Helminthosis - *Strongyloides papillosus* - *Toxocara vitulorum* - Epidemiology - Brazil.

Summary

Gastrointestinal nematode infections were studied in three groups of water buffalo calves (A, B, C) by mean faecal egg counts (EPG), post-mortem examinations and determination of infective larvae (L₃) in pasture. Each group was made of twelve suckling calves (1 to 6 months old) and their mothers and twelve weaned animals (7 to 12 months old). Groups A, B, C grazed on cultivated pasture (Belém), native pasture (Marajó Island) and floodable native pasture (Low Amazon region), respectively. *Strongyloides papillosus* and *Toxocara vitulorum* were the most prevalent nematodes in suckling buffaloes in all groups. The incidence of these helminths does not depend on environmental conditions. The mean monthly EPG of animals in group A were relatively lower in the period of intensive rainfall and higher in the period of lesser rainfall. The EPG of animals in group B increased sharply during the wet period and decreased during the dry period. Low EPG were found in the animals of group C. The number of L₃ from cultivated pasture was lower in the intensive rainfall period and higher in the lesser rainfall period. Larval counts of native pasture increased sharply in the wet period and decreased during the dry period. A small number of L₃ was observed on floodable native pasture. *Cooperia punctata* and *Haemonchus contortus* were the most prevalent nematodes found upon necropsy of weaned animals in all groups.

■ INTRODUCTION

The role of parasitism in the overall production of water buffaloes has been documented in the fast-growing scientific literature on this host species during the last two decades. It is evident that buffaloes and cattle share many identical parasitic infections but buffaloes differ in many aspects and, therefore, need to be dealt with separately (3).

The incidence and severity of parasitic infections depend on several factors, such as climatic conditions, species of parasites present, levels of pasture contamination and ages of the animals. Although it is not possible to quantify exactly the economic losses caused by helminths, it is known that they are one of the main reasons for poor buffalo performance. Several authors (1, 4, 5, 9, 13) have identified the most important nematodes and their prevalence in different regions of Brazil. In the present paper the incidence of helminth infections in water buffaloes in Eastern Amazon was investigated.

■ MATERIALS AND METHODS

The trials were conducted in the Experimental Farms of the Agroforestry Research Centre for the Eastern Amazon (CPATU) of the Brazilian Corporation for Agricultural Research (EMBRAPA), located in Belém (latitude: 1°28' S; longitude: 48°30' W), Marajó Island (latitude: 00°45' S; longitude: 48°30' W) and Low Amazon region (latitude: 02°00' S; longitude: 54°04' W) in the State of Pará, Brazil. According to Bastos *et al.* (2), the climate of Belém region (Af type of Köppen classification) does not present a well-defined dry season. The annual rainfall is well distributed during the year, with short periods of low total rainfall. In Marajó Island and Low Amazon region, the climate (Am type of Köppen classification) presents well-defined dry (June-November) and rainy (December-May) seasons. In all regions the mean temperature throughout the year is 26°C (minimum 21°C and maximum 33°C). The period of study was 1993 (Belém region), 1994 (Marajó Island) and 1995 (Low Amazon region).

For each trial location a group (group A, in Belém; group B, in Marajó Island; group C, in Low Amazon) made of twelve suckling

1. EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N CEP 66.070000, Belém, PA, Brazil

Incidence of helminth infections in water buffaloes in Brazil

■ PATHOLOGIE PARASITAIRE communication

calves (1-6 months old) and their mothers and twelve weaned animals (7-12 months old) buffaloes were used. Group A grazed in a 30-hectare single paddock with cultivated pasture (*Brachiaria humidicola*). Groups B and C grazed extensively in about 100 hectares of native pasture and floodable native pasture, respectively. None of the animals were treated with anthelmintics.

At monthly intervals, rectal fecal samples were collected from all animals for eggs per gram of faeces counts (EPG) using the Gordon and Whitlock technique (7). Pasture samples were collected from all areas for third-stage trichostrongylid larval counts (L₃/kg dry grass) according to the Donald technique (6). At the end of the dry and rainy period, necropsies were performed in one weaned animal of each group for parasite counts using the method recommended by Lima *et al.* (10).

■ RESULTS AND DISCUSSION

Strongyloides papillosus and *Toxocara vitulorum* eggs were predominant in suckling buffaloes in all groups (A, B, C). In group A, eggs of *S. papillosus* and *T. vitulorum* were present in the faeces of calves aged 15 days. The average worm egg counts of both species gradually increased up to a peak in animals aged 30 days (31,000 EPG for *S. papillosus* and 23,000 EPG for *T. vitulorum*) and then decreased to zero when the calves were about 150 and 210 days old for *T. vitulorum* and *S. papillosus*, respectively (figure 1). Similar results were found in groups B and C. The transmammary infection of *S. papillosus* (15) and *T. vitulorum* (14) infective larvae may be responsible for the early presence of these parasites in suckling buffalo calves. Penetration through the unbroken skin was another route of *S. papillosus* larvae (15).

In group A, the mean monthly strongyle EPG counts of the weaned buffaloes (figure 2) were relatively lower in the period of intensive rainfall (January-June) and higher in the period of relatively lesser rainfall (July-December). In group B, the EPG increased sharply during the wet period and decreased during the dry period (figure 3). A low EPG count (15-30 EPG) was found in the animals of group C.

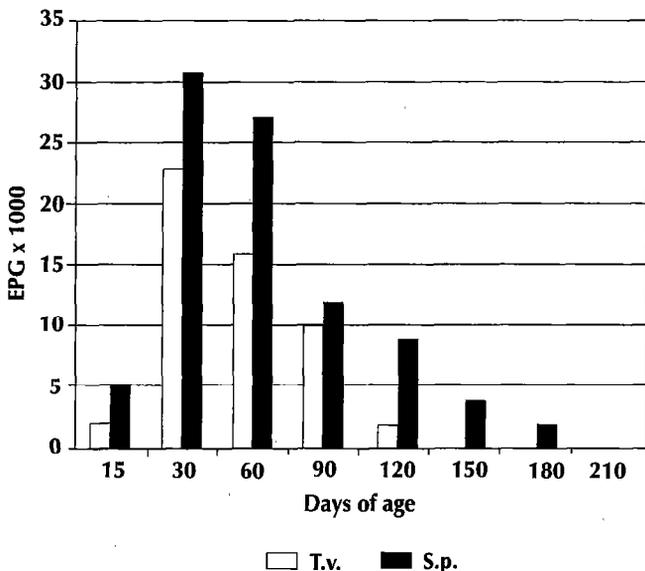


Figure 1: average of *Strongyloides papillosus* (S.p.) and *Toxocara vitulorum* (T.v.) eggs per gram of faeces in suckling buffaloes (Belém).

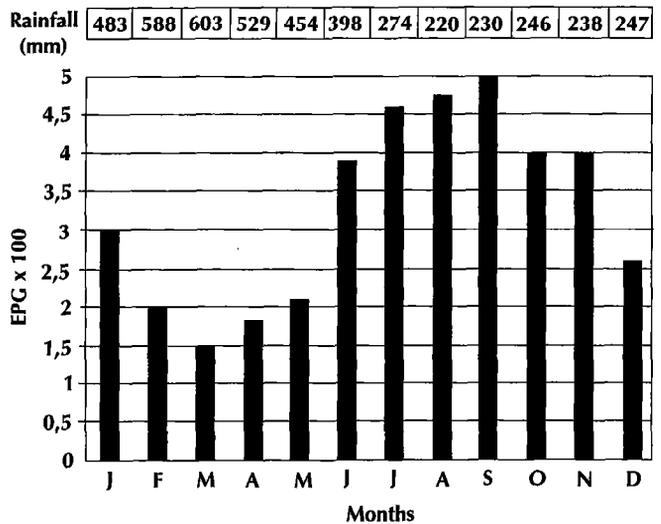


Figure 2: strongyle faecal egg counts of weaned water buffalo calves grazing in cultivated pasture (Belém).

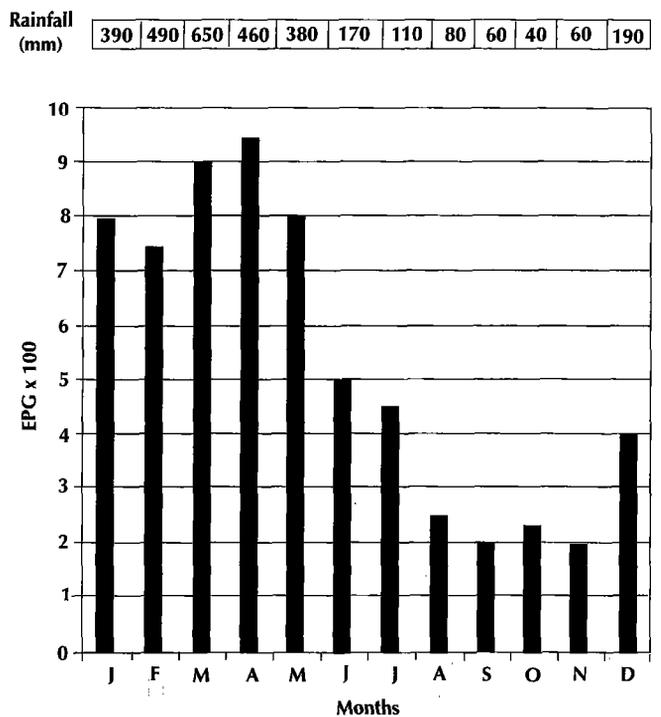


Figure 3: strongyle faecal egg counts of weaned water buffalo calves grazing in native pasture (Marajó Island).

In the first case (group A) the intensive rainfall had a high impact on the infectivity of pastures and, therefore, was an important factor with respect to the parasite population. The number of L₃ from the cultivated pasture was lower in the intensive rainfall period and higher in the lesser rainfall period (figure 4). In the second case (group B), the rainfall probably had little effect on the parasite population because the larval counts of the native pasture increased sharply in the wet period and decreased during the dry period (figure 5). Pasture infectivity was reduced in the dry period probably as a consequence of the high temperature and the low humidity of the season. This finding was similar to those of Guimarães (8), Maciel (11), Parra and Uribe (12) in bovines in a

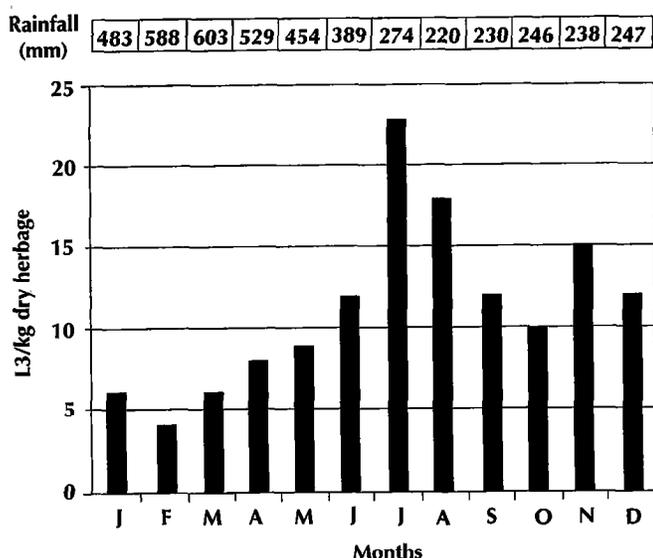


Figure 4: pasture larval counts in cultivated pasture (Belém).

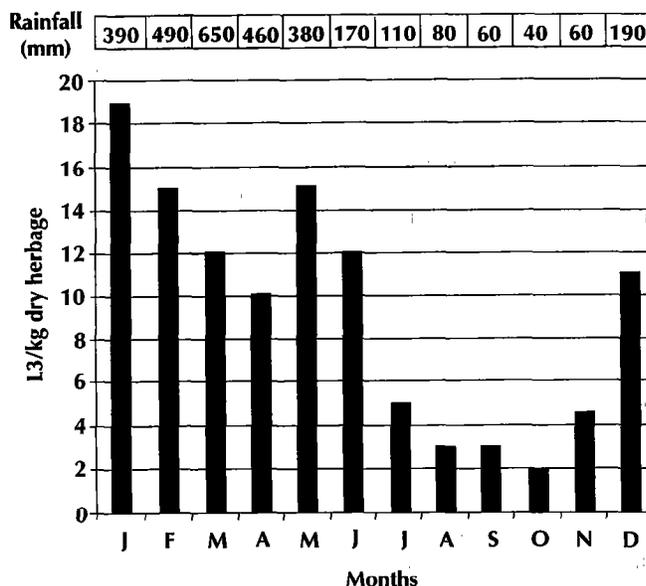


Figure 5: pasture larval counts in native pasture (Marajó Island).

comparable climatic pattern. The low and inconsistent number of EPG in group C was probably caused by the lower pasture infectivity of the experimental area. Only a small number of L_3 (30 at 60 L_3 /kg dry grass) was observed on the floodable native pasture probably due to the impossibility for nematode eggs to develop under water and for lack of oxygen. *Cooperia* were the genera most frequently recuperated from all pasture types.

Six nematode genera were usually found upon necropsy of weaned calves in all groups: *Cooperia*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum*, *Bunostomum*, *Trichostrongylus* and *Trichuris*. *Cooperia* spp. were found to be the most prevalent parasites (65%). Two species of *Cooperia*, *C. punctata* (85%) and *C. pectinata* (15%), were noted. *Haemonchus* sp. was the second most prevalent specie (15%). Other species seen in the study included *Trichostrongylus axei* (9%), *Oesophagostomum radiatum* (6%), *Bunostomum plebotomum* (4%) and *Trichuris discolor* (1%).

CONCLUSION

Strongyloides papillosus and *Toxocara vitulorum* were the most prevalent nematodes in suckling water buffaloes. The incidence of *S. papillosus* and *T. vitulorum* parasitic infections does not depend on environmental conditions. The strongyle egg counts of the animals grazing in the cultivated pasture (Belém) were relatively lower in the period of intensive rainfall and higher in the period of less rainfall. In the animals grazing in the native pasture (Marajó Island) the EPG increased sharply during the wet period and decreased during the dry period. In the animals grazing on the floodable native pasture (Low Amazon region) the EPG was low and inconsistent. The number of L_3 from the cultivated pasture was lower in the intensive rainfall period and higher in the lesser rainfall period. Larval counts of the native pasture increased sharply in the wet period and decreased during the dry period. A small number of L_3 was observed on the floodable native pasture. *Cooperia* and *Haemonchus* were the most prevalent nematode genera in weaned animals.

REFERENCES

- BARBOSA M.A., OLIVEIRA M.R., CORRÊA F.M.A., 1991. Parasitismo natural de bufalinos em Botucatu, SP Brasil: II. Observações sobre helmintos do gênero *Strongyloides*. *Arq. Bras. Med. vet. zoot.*, **43** (6): 517-523.
- BASTOS T.X., ROCHA E.J.P. da, ROLIM P.A.M., DINIZ T.D. de A.S., SANTOS E.C.R. dos, NOBRE R.A.A., CUTRIM E.M.C., MENDONÇA R.L.D. de., 1986. O estado atual dos conhecimentos de clima da Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: Anais do I Simpósio do Trópico Úmido, Belém, Brasil, 12-17 de novembro 1984, p. 19-36.
- BHATIA B.B., 1992. Parasites of river buffaloes. In: Tulloh N.M., Holmes J.H.G. eds., Buffalo production. Victoria, Australia, School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, p. 305-327.
- BRITO P. de V., VIEGAS J. P., TIMÓTEO A., CARVALHAL J. de R.M., ARAÚJO J.X. de, PEREIRA I.H. de O., 1984. Levantamento parasitológico em bubalinos na região da Baixada Maranhense. São Luís, Brasil, DFA-MA, 27 p.
- BUSETTI E.T., PASKE A., RUIS M.C.E., TOMAZ V., GOLINELLI A., 1983. Helmintos parasitas de *Bubalus bubalis* no Estado do Paraná. *Arq. Bras. Med. vet. zoot.*, **35** (3): 399-404.
- DONALD A.D., 1970. A technique for the recovery of strongyloid infective larvae from small sample units of pasture. *J. Helminthol.*, **61**: 1-10.
- GORDON H.M., WITLOCK H.V., 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J. Counc. sci. Ind. Res.*, **12**: 50-52.
- GUIMARÃES M.P., 1972. Variação estacional de larvas infestantes de nematóides parasitos de bovinos em pastagem de cerrado de Sete Lagoas, MG. *Arq. vet. UFMG*, **2**: 97-113.
- LAU H.D., 1993. Helminthoses gastrintestinais do bubalinos no Estado do Pará: epidemiologia e controle. Belém, Brasil, EMBRAPA-CPATU, 38 p. (Documentos, n° 72)
- LIMA J.D., LIMA W dos S., GUIMARÃES A.M., LOSS A.C.S., MALACCO M.A., 1990. Epidemiology of bovine nematode parasites in southeastern Brazil. In: Guerrero J., Leaning W.H.D. eds., Proceedings of the Symposium sponsored by MSD-AGVET in XVI World buiatrics congress, Salvador, Bahia, Brazil, August 14, 1990, p. 49-63.
- MACIEL F.C., 1979. Epidemiologia de helmintos gastrintestinais em bovinos de corte na região de Porto Velho. Porto Velho, Brasil, EMBRAPA-UEPAT/Porto Velho, 23 p. (Comunicado técnico, n° 6)

12. PARRA D., URIBE L.F., 1990. Epidemiology of bovine nematode parasites in the eastern plains of Colombia. In: Guerrero J., Leaning W.H.D. eds., Proceedings of the Symposium sponsored by MSD-AGVET in XVI World buiatrics congress, Salvador, Bahia, Brazil, August 14, 1990, p. 33-40.

13. PEREIRA I.H.O., SILVA E.P. da., 1992. Ocorrência de nematódeos em bubalinos (*Bubalus bubalis*) na Zona da Mata do Estado de Pernambuco, Brasil. Caderno Omega. Sér. vet., 6: 7-12.

14. ROBERTS J.A., FERNANDO S.T., SIVANATHAN S., 1990. *Toxocara vitulorum* in the milk of buffalo (*Bubalus bubalis*) cows. Res. vet. Sci., 49: 289-291.

15. SUKHAPESNA V., 1992. Parasites of swamp buffaloes. In: Tulloh N.M., Holmes J.H.G. eds., Buffalo production. Victoria, Australia, School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, p. 329-354.

Reçu le 24.12.96, accepté le 5.8.97

Résumé

Láu H.D. Incidence d'helminthoses chez le buffle d'eau en Amazonie orientale, Brésil

L'incidence des nématodes gastro-intestinaux a été étudiée sur trois groupes de veaux buffles d'eau (A, B, C) par le comptage des œufs par gramme de fèces (OPG), par l'examen post-mortem et par l'identification des larves infestantes (L₃) dans le pâturage. Chaque groupe était composé de douze veaux non sevrés (de 1 à 6 mois) et de leur mère et de douze veaux sevrés (de 7 à 12 mois). Les groupes A, B, et C pâturaient respectivement sur un pâturage cultivé près de Belém, sur un parcours naturel de savane dans l'île de Marajó, et sur un parcours naturel de savane inondable de la Basse-Amazone. *Strongyloides papillosus* et *Toxocara vitulorum* étaient les nématodes le plus fréquemment rencontrés chez les veaux buffles non sevrés dans les trois groupes. L'incidence de ces helminthes était indépendante du milieu. Les OPG mensuels moyens des animaux du groupe A étaient relativement faibles en saison de fortes pluies et importants en saison de faibles pluies. Dans le groupe B les OPG ont augmenté fortement lors de la saison des pluies et ont diminué pendant la saison sèche. Les OPG étaient faibles chez les animaux du groupe C. Le nombre de L₃ sur pâturage cultivé était plus faible pendant la période de fortes pluies et plus élevé pendant la période de faibles pluies. Il augmentait nettement dans le parcours naturel de savane pendant la saison des pluies et diminuait pendant la saison sèche. Un petit nombre de L₃ a été observé sur le parcours naturel de savane inondable. Lors de la nécropsie, les nématodes rencontrés le plus fréquemment sur les veaux sevrés dans les trois groupes étaient *Cooperia punctata* and *Haemonchus contortus*.

Mots-clés : Bovin - Buffle d'eau - Veau - Helminthose - *Strongyloides papillosus* - *Toxocara vitulorum* - Epidémiologie - Brésil.

Resumen

Láu H.D. Incidencia de infecciones por helmintos en los búfalos de agua en el este del Amazonas, Brasil

Se estudiaron las infecciones por nemátodos gastrointestinales en tres grupos de terneros de búfalos de agua (A, B, C), mediante conteos de huevos en heces (EPG), exámenes post-mortem y determinación de larvas infecciosas en pastos. Cada grupo se compuso de doce terneros lactantes (de 1 a 6 meses de edad) y sus madres y de doce terneros destetados (de 7 a 12 meses de edad). A, B y C pastorearon, respectivamente, en pastos cultivados (Belém), pastos nativos (Isla Marajó) y pastos nativos inundables (región del Bajo Amazonas). Los nemátodos de mayor prevalencia en todos los grupos de terneros lactantes fueron *Strongyloides papillosus* y *Toxocara vitulorum*. La incidencia de estos helmintos no depende de las condiciones ambientales. El promedio de los conteos mensuales de huevos de los animales en el grupo A fue relativamente menor en el período de lluvias intensas y elevado en el período de menor intensidad pluviosa. El EPG de los animales en el grupo B aumentó dramáticamente durante la estación húmeda y disminuyó durante el período seco. Los EPG del grupo C fueron bajos. El conteo de larvas de tricostrongilos de tercer estadio (L₃) en pastizales cultivados fue menor durante la estación de lluvias intensas y mayor durante el período de menor intensidad pluviosa. Los conteos de larvas en los pastizales nativos aumentaron dramáticamente durante el período húmedo y disminuyeron durante la estación seca. Se observó una pequeña cantidad de L₃ en los pastizales nativos inundables. En todos los grupos, *Cooperia punctata* y *Haemonchus contortus* fueron los nemátodos de mayor prevalencia en las necropsias de animales destetados.

Palabras clave: Ganado bovino - Búfalo de agua - Ternero - Helminthosis - *Strongyloides papillosus* - *Toxocara vitulorum* - Epidemiología - Brasil.

Coccidies et coccidioses intestinales de la chèvre du Sahel (*Hircus reversus*) au Sénégal avec la description d'une espèce nouvelle

A. Maho¹ B.S. Toguebaye^{1*} J. Belot²

Mots-clés

Caprin - Chèvre du Sahel - *Coccidia* - Coccidiose - *Eimeria panguii* n. sp. - Espèce nouvelle - Sénégal.

Résumé

Huit espèces d'*Eimeria*, dont une nouvelle, ont été trouvées chez la chèvre du Sahel (*Hircus reversus*) au Sénégal : *E. arloingi*, *E. kocharli*, *E. alijevi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. caprovina* et *Eimeria panguii* n. sp. Les oocystes d'*Eimeria panguii* n. sp. étaient ovoïdes et dépourvus de capsule micropylaire. Ils mesuraient $48,19 \pm 0,73 \times 32,45 \pm 0,97 \mu\text{m}$ ($45-50 \times 29-36 \mu\text{m}$). Le micropyle était étroit. Les résidus oocystiques étaient présents. Les sporocystes étaient ovoïdes, $16,86 \pm 0,77 \times 8,93 \pm 0,34 \mu\text{m}$ ($15-18 \times 8-10 \mu\text{m}$). Le corps de Stieda était absent tandis que les résidus sporocystiques étaient présents. Les deux sporozoïtes étaient falciformes et inversés l'un par rapport à l'autre et se recouvraient par leurs deux extrémités. La transmission expérimentale de ces espèces à un chevreau a permis de mettre en évidence l'hypertrophie des cellules de l'épithélium intestinal, la perforation de la muqueuse intestinale et la chute de ses microvillosités.

■ INTRODUCTION

L'élevage intensif des petits ruminants peut être considéré comme la voie la plus rapide et la plus directe pour promouvoir le développement de l'élevage en Afrique ; mais l'efficacité d'un tel système demande la maîtrise de certains facteurs comme la santé. Parmi les problèmes sanitaires, il faut noter que la coccidiose est l'une des maladies qui constituent un frein au développement de la production intensive de moutons et de chèvres (14).

Dans le présent travail, les coccidies intestinales de la chèvre du Sahel au Sénégal sont décrites ainsi que les lésions qu'elles causent au niveau intestinal.

■ MATERIEL ET METHODES

Récolte d'oocystes dans les matières fécales

Les oocystes de coccidies ont été obtenus à partir des matières fécales prélevées dans le rectum des chèvres du Sahel abattues aux abattoirs de Dakar. Quatre-vingt-cinq prélèvements ont été effectués et soumis à des analyses coproscopiques pour rechercher les coccidies. Cinquante de ces prélèvements se sont révélés positifs.

L'opération de concentration des oocystes a ensuite été effectuée. Vingt grammes de matière fécale des prélèvements positifs ont été triturés et versés dans 80 ml de solution d'eau saturée de sel de cuisine. Après homogénéisation, la suspension a été tamisée et versée dans une boîte de Pétri. Un plastique transparent, de faible épaisseur, a été découpé et déposé sur la suspension pendant 15 à 25 min. Les oocystes se sont collés au plastique flottant. Ce dernier a été enlevé et rincé avec du sérum physiologique dans une boîte de Pétri. Cette opération répétée a permis d'avoir un grand nombre d'oocystes dans un volume de sérum physiologique relativement important. La solution ainsi obtenue a été centrifugée. Le surnageant a été jeté tandis que le culot a été dilué dans le sérum physiologique. Cette opération, appelée lavage des oocystes, a été

1. Laboratoire de Parasitologie, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université Ch. A. Diop de Dakar, Dakar, Sénégal

2. Département de Parasitologie, Ecole Inter-Etat des Sciences et Médecine Vétérinaire, Dakar, Sénégal

* Adresse pour la correspondance : Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal

Fax : (221) 24 63 18 ou 25 25 29

répétée une fois et 3 à 5 gouttes de bicarbonate de potassium à 1 p. 100 ont été additionnées à la solution concentrée des oocystes. Environ 10^6 oocystes ont ainsi été concentrés dans 50 ml de sérum physiologique.

Incubation des oocystes

Les oocystes ont été incubés à l'étuve à la température de 27°C pendant cinq jours. Quatre-vingt-dix-huit pour-cent des oocystes ont sporulé.

Identification des espèces

L'identification des coccidies de caprins a été basée sur la couleur et sur la morphologie des oocystes et des sporocystes, en particulier les mensurations des oocystes. Des gouttes de suspension d'oocystes ont été montées entre lame et lamelle et observées au microscope photonique. Les oocystes ont été mesurés (les mensurations ont été effectuées sur, au moins, 100 oocystes par espèce), photographiés et dessinés. Les caractères, tels que la couleur des oocystes et l'absence ou la présence des résidus oocystiques et sporocystiques, ont été directement remarqués. Les auteurs ont identifié les espèces en les comparant aux descriptions fournies par de nombreux auteurs (1, 4, 5, 9-12, 15, 16, 18-22).

Microscopie photonique sur organe post-mortem

Des fragments des différentes parties de l'intestin ont été fixés au Carnoy, déshydratés à l'éthanol et inclus dans de la paraffine. Des coupes de 6 à 7 μm d'épaisseur ont été réalisées à l'aide d'un microtome et colorées, après déparaffinage et hydratation, à l'hématoxyline-éosine ou au trichrome de Masson.

Microscopie électronique à transmission sur organe post-mortem

Des fragments de l'intestin parasité ont été fixés pendant 1 h au glutaraldéhyde à 2,5 p. 100 dans le tampon cacodylate de sodium 0,1 M à pH 7,2 puis pendant 1 h avec du tétraoxyde d'osmium à 1 p. 100 dans le même tampon. Ils ont ensuite été déshydratés à l'éthanol et à l'oxyde de propylène avant d'être inclus dans de l'Epon. Les coupes ont été réalisées à l'ultramicrotome Porterblum MT1, puis contrastées avec de l'acétate d'uranyle et du citrate de plomb. Elles ont été observées avec un microscope électronique JEOL100 C X II.

Microscopie électronique à balayage sur organe post-mortem

Les procédés de fixation étaient les mêmes qu'en microscopie électronique à transmission. La déshydratation a été faite à l'acétone. Les pièces ont ensuite été passées au point critique, puis recouvertes d'une fine couche d'or et observées au microscope JEOL 35 CF.

Infestations expérimentales

Un chevreau mâle âgé de huit mois environ et pesant 11 kg a été utilisé. Il était apparemment sain car les examens coprologiques n'ont pas révélé la présence de parasites gastro-intestinaux. Il a néanmoins été soumis aux traitements suivants pendant la période d'adaptation de deux semaines :

- pénicilline 1 million UI : 0,2 ml par jour pendant cinq jours en injection intramusculaire ;

- vaccin anti-pasteurellique : 12 ml en injection sous-cutanée ;

- nivaquine distribuée à la dose de 150 mg par 10 kg du poids vif pendant cinq jours.

Le chevreau a été nourri à la paille d'arachide.

A l'issue de ces traitements, de nouveaux examens coprologiques ont été réalisés mais n'ont donné que des résultats négatifs. Le chevreau a été ensuite infesté par voie orale avec environ 6.10^5 oocystes.

Autopsie

L'animal a été autopsié immédiatement après sa mort qui est intervenue 19 jours après l'infestation. Des fragments d'intestin ont été prélevés pour des études histopathologiques.

■ RESULTATS

Taxonomie

Huit espèces de coccidies du genre *Eimeria* ont été trouvées dans les matières fécales de chèvres récoltées aux abattoirs de Dakar. Sept de ces huit espèces étaient connues : *Eimeria hirci* Chevalier, 1966 (= *E. crandallis*) (figures 1, 9) ; *Eimeria arloingi* (Marotel, 1905) Martin, 1909 (= *E. bakuensis*, *E. ovina*) (figures 2, 10) ; *Eimeria christenseni* Levine, Ivens et Fritz, 1962 (figures 3, 11) ; *Eimeria alijeji* Musaev, 1970 (= *E. parva*) (figures 4, 12) ; *Eimeria ninakohlyakimovae* Yakimoff et Rastegaieff, 1930 (= *E. ovinoidalis*) (figures 5, 13) ; *Eimeria caprovina* Lima, 1980 (figures 6, 14) et *Eimeria kocharli* Musaev, 1970 (= *E. intricata*) (figures 7, 15).

La huitième espèce était inédite ; Elle a été décrite, ci-dessous, par les auteurs sous le nom de :

Eimeria panguii n. sp. (figures 8, 16)

Les oocystes sporulés étaient ovoïdes et de grande taille. Ils mesuraient $48,19 \pm 0,73 \mu\text{m}$ de long sur $32,45 \pm 0,97 \mu\text{m}$ de large ($45-50 \mu\text{m} \times 29-36 \mu\text{m}$). Le rapport longueur-largeur des oocystes était de 1,48. Le micropyle était étroit. La capsule micropylaire était absente. La paroi était lisse, épaisse et paraissait constituée de deux couches claires séparées par une couche brune. Cinq résidus oocystiques ont été observés. Les sporocystes étaient ovoïdes et mesuraient $16,86 \pm 0,77 \mu\text{m}$ de long sur $8,93 \pm 0,34 \mu\text{m}$ de large ($15-18 \mu\text{m} \times 8-10 \mu\text{m}$). Le rapport longueur-largeur des sporocystes était de 1,88. Ils ne présentaient pas de corps de Stieda et contenaient quelques résidus sporocystiques. A maturité, chaque sporocyste contenait deux sporozoïtes falciformes inversés l'un par rapport à l'autre qui se recouvraient par leurs deux extrémités.

Infestation expérimentale et histopathologie

Quinze jours après l'infestation, une abondante diarrhée a été observée. De cette diarrhée, 33×10^6 oocystes ont été concentrés dans 85 ml de sérum physiologique. Ils ont été incubés à 27 °C pendant cinq jours. Environ 35 p. 100 de ces oocystes ont sporulé.

Les huit espèces de coccidies trouvées dans les fèces des chèvres abattues aux abattoirs ont été retrouvées après l'infestation du chevreau et leur pourcentage a été estimé : *Eimeria hirci* (0,7 p. 100), *Eimeria arloingi* (1 p. 100), *Eimeria alijeji* (32 p. 100), *Eimeria ninakohlyakimovae* (51 p. 100), *Eimeria caprovina* (9 p. 100), *Eimeria kocharli* (0,3 p. 100), *Eimeria christenseni* 3,8 p. 100 et *Eimeria panguii* (2,2 p. 100).



Figure 1 : oocyste d'*Eimeria hirci* (barre = 10 μ m).

Figure 2 : oocyste d'*Eimeria arloingi* (barre = 10 μ m).

Figure 3 : oocyste d'*Eimeria christenseni* (barre = 10 μ m).

Figure 4 : oocyste d'*Eimeria alijevi* (barre = 10 μ m).

Figure 5 : oocyste d'*Eimeria ninakohlyakimovae* (barre = 10 μ m).

Figure 6 : oocyste d'*Eimeria caprovina* (barre = 10 μ m).

Figure 7 : oocyste d'*Eimeria kocharli* (barre = 10 μ m).

Figure 8 : oocyste d'*Eimeria panguii* (barre = 10 μ m).

Figures 9 à 16 : représentations schématiques des oocystes des coccidies trouvées (barres = 8 μ m).

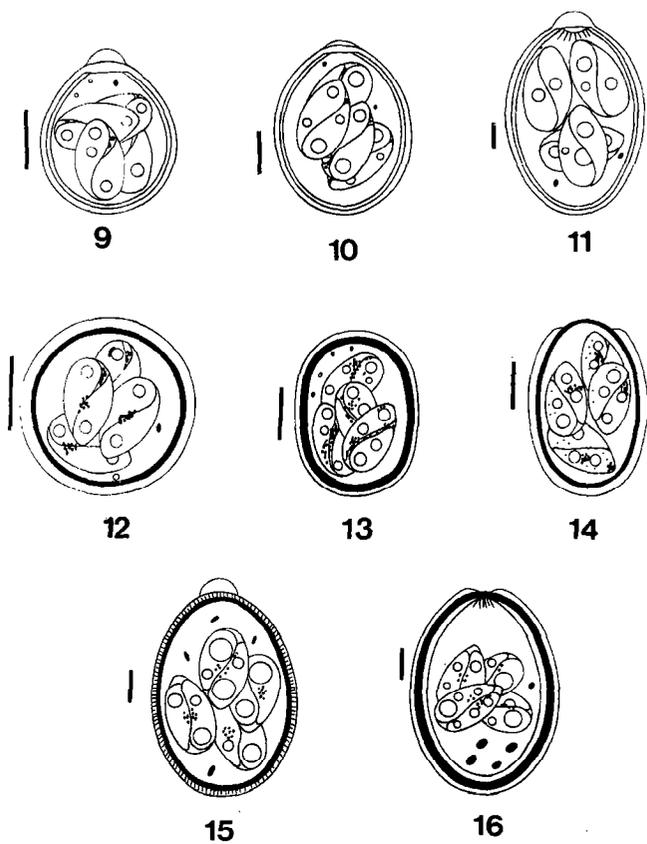


Figure 9 : *E. hirci*.

Figure 10 : *E. arloingi*.

Figure 11 : *E. christenseni*.

Figure 12 : *E. alijevi*.

Figure 13 : *E. ninakohlyakimovae*.

Figure 14 : *E. caprovina*.

Figure 15 : *E. kocharli*.

Figure 16 : *E. panguii*.

L'examen des coupes histologiques réalisées sur le tube digestif parasité a permis de mettre en évidence l'hypertrophie et l'éclatement des cellules épithéliales libérant les oocystes dans la lumière intestinale. Les microscopes électroniques à transmission et à balayage ont permis aussi d'observer la chute des microvillosités de la muqueuse intestinale parasitée et la perforation de cette muqueuse.

■ DISCUSSION

Taxonomie

Au Sénégal, quelques espèces d'*Eimeria* avaient été signalées chez des chèvres et des moutons : *E. arloingi*, *E. christenseni*, *E. alijevi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. hirci*, *E. kocharli*, *E. faurei* et *E. ahsata* (17, 18, 20, 21, 22).

Au cours de cette étude, *E. ahsata* et *E. faurei* n'ont pas été trouvées. En revanche, deux espèces qui n'avaient jamais été signalées auparavant au Sénégal étaient présentes. Il s'agit d'*E. caprovina* qui a été décrite pour la première fois aux Etats-Unis (12) et une espèce inédite.

L'espèce inédite, décrite ci-dessus, possède des oocystes dépourvus de capsule micropylaire. A la connaissance des auteurs, des 18 espèces d'*Eimeria* (*E. Kocharli*, *E. christenseni*, *E. ahsata*, *E. granulosa*, *E. arloingi*, *E. punctata*, *E. hirci*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. faurei*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. alijevi*, *E. pallida*, *E. capralis*, *E. masseyensis*, *E. charlestoni*, *E. marsica*, *E. weybridgensis*) parasites du mouton et de la chèvre, décrites à travers le monde par de nombreux auteurs (1, 4, 5, 11, 12, 15, 16, 18, 19), sept produisent des oocystes également dépourvus de capsule micropylaire. Ce sont : *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. faurei*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. alijevi*, *E. pallida* et *E. charlestoni* (9, 11, 12, 15, 16). La comparaison de ces sept espèces à la présente espèce permet de constater que :

- *E. caprina*, *E. caprovina* et *E. faurei* possèdent des oocystes dont la longueur correspond aux deux tiers de celle des oocystes de l'espèce décrite ;
- *E. ninakohlyakimovae* et *E. charlestoni* ont des oocystes dont la longueur correspond à la moitié de celle des oocystes de la présente espèce ;
- la longueur des oocystes d'*E. alijevi* et d'*E. pallida* correspond au tiers de celle des oocystes de la présente espèce ;
- les oocystes d'*E. alijevi*, d'*E. ninakohlyakimovae*, d'*E. caprina*, d'*E. caprovina*, d'*E. pallida* et d'*E. charlestoni* se distinguent des oocystes de la présente espèce par leur forme qui peut être ellipsoïde, sphérique ou subsphérique ;
- les oocystes d'*E. faurei* possède un micropyle étroit associé à un bouton intraocystique (21) ;
- les oocystes d'*E. caprovina*, d'*E. charlestoni* et d'*E. caprina* possèdent un micropyle plus large que celui des oocystes de la présente espèce (11, 12, 16) ;
- la longueur des sporocystes des sept espèces est nettement plus petite que celle des sporocystes de l'espèce décrite ici ;
- les sporocystes d'*E. charlestoni*, d'*E. ninakohlyakimovae*, d'*E. caprovina* et d'*E. caprina* se distinguent de ceux de l'espèce inédite par la présence du corps de Stieda.

Tous ces éléments distinctifs ont amené les auteurs à penser qu'ils étaient en présence d'une espèce nouvelle qu'ils proposent d'appeler *Eimeria panguii* n. sp., en hommage au Professeur Louis Pangui, Parasitologiste à l'Ecole inter état des sciences et médecine vétérinaires de Dakar, Sénégal.

Certains auteurs pensent que la taille des oocystes, utilisée actuellement comme caractère pour l'identification des coccidies, n'est pas un élément fiable car la gravité et la durée des infections ont une influence sur la taille des oocystes (2, 3, 6, 7, 13). Selon Fish (7), Beker et coll. (2, 3), Duncan (6) et Majaro (13), la durée et la gravité des infections augmentent la taille des oocystes des *Eimeria*. D'autres auteurs pensent le contraire et rapportent que la taille des oocystes n'est influencée ni par la durée ni par la gravité des infections (8). C'est le cas d'*Eimeria acervulina* dont la taille des oocystes est indépendante de la durée et de la sévérité de l'infection (8). Dans tous les cas, *Eimeria panguii* ne se distingue pas seulement par les dimensions de ses oocystes et sporocystes mais aussi par la forme de ses oocystes et sporocystes.

Diagnose d'*Eimeria panguii* n. sp.

Hôte type : *Hircus reversus* (chèvre du Sahel).

Localité : Dakar, Sénégal, Afrique de l'Ouest.

Site de l'infection : inconnu ; oocystes trouvés dans les matières fécales.

Etymologie : du nom du Professeur Louis Joseph Pangui de l'Ecole inter état des sciences et médecine vétérinaires de Dakar, Sénégal.

Caractères morphologiques :

Les oocystes sont ovoïdes et dépourvus de capsule micropylaire. Ils mesurent $48,19 \pm 0,73 \mu\text{m}$ de long sur $32,45 \pm 0,97 \mu\text{m}$ de large ($45-50 \mu\text{m} \times 29-36 \mu\text{m}$). Le micropyle est étroit. Les résidus oocystiques sont présents. Les sporocystes sont ovoïdes et mesurent $16,86 \pm 0,77 \mu\text{m}$ de long sur $8,93 \pm 0,34 \mu\text{m}$ de large ($15-18 \mu\text{m} \times 8-10 \mu\text{m}$). Le corps de Stieda est absent tandis que les résidus sporocystiques sont présents. Les deux sporozoïtes sont falciformes et inversés l'un par rapport à l'autre et se recouvrent par leurs deux extrémités.

Histopathologie

De nombreux travaux avaient déjà montré que les coccidies intestinales de mammifères causent chez leurs hôtes la perforation, la lyse et la desquamation de la muqueuse intestinale ainsi que des ulcérations qui peuvent, dans des cas de fortes infestations, provoquer leur mort (14, 15).

BIBLIOGRAPHIE

1. BARUTZKI D., GOTHE R., 1988. Zur Kokzidienfauna der Schafe: Artdifferenzierung der Oozysten. *Weiner Tierärztl. Monatsschr.*, **12**: 494-498.
2. BECKER E.R., JESSEN R.J., WATER H.P., VANDOORNINK W.A., 1956. A Biometric study of the oocyst of *Eimeria necatrix*: a parasite of common fowl. *J. Protozool.*, **3**: 126-131.
3. BECKER E.R., ZIMMERMANN W.J., PATILLO W.H., 1955. A biometric study of the oocyst of *Eimeria brunetti*, a parasite of the common fowl. *J. Protozool.*, **2**: 145-150.
4. CHEVALIER H.J., 1986. Über die Coccidienarten der Ziegen in Deutschland. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.*, **73**: 616-621.
5. CHHABRA R.C., PANDEY V.S., 1991. Coccidia of goats in Zimbabwe. *Vet. Pathol.*, **39**: 199-205.
6. DUNCAN S., 1959. The size of the oocysts of *Eimeria labbeana*. *J. Parasitol.*, **45**: 191.
7. FISH F.F., 1931. Qualitative and statistical analysis of infections with *Eimeria tenella* in chickens. *Am. J. Hyg.*, **14**: 560.
8. JONES E.E., 1932. Size as a species characteristic in coccidia. Variation under diverse conditions of infection. *Arch. Protistenk.*, **76**: 130.

9. LEVINE N.D., IVENS I., 1986. The coccidian parasites (Protozoa, Apicomplexa) of *Artiodactyla*. *Illinois Biol. Monogr.*, **55**: 1-265.
10. LEVINE N.D., IVENS I., FRITZ T.E., 1962. *Eimeria christenseni* sp. n. and other coccidia (Protozoa: Eimeridae) of the goat. *J. Protozool.*, **48**: 255-269.
11. LIMA D.J., 1979. *Eimeria caprina* sp. n. from the domestic goat *Capra hircus*, from the USA. *J. Protozool.*, **26**: 902-903.
12. LIMA D.J., 1980. *Eimeria caprovina* sp. n. from the domestic goat, *Capra hircus*, from the USA. *J. Protozool.*, **27**: 153-154.
13. MAJARO O.M., 1988. Effects of severity and duration of infections on oocyst size of *Eimeria necatrix*, a coccidium of chicken. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41**: 167-170.
14. OPOKU-PARE G.A., CHINENE C.N., 1979. Pathologie de la coccidiose intestinale aigüe chez les jeunes caprins. *Bull. Santé Prod. Anim. Afr.*, **27**: 295-304.
15. SHAH H.L., JOSHI S.C., 1963. Coccidia (Protozoa: Eimeriidae) of goats in Madhya Pradesh, with descriptions of the sporulated oocysts of eight species. *J. vet. Anim. Husband. Res.*, **7**: 9-20.
16. SOE A.K., POMROY W.E., 1992. New species of *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from the domesticated goat *Capra hircus* in New Zealand. *Syst. Parasitol.*, **23**: 195-202.
17. TOUMBA G., 1989. La coccidiose intestinale chez la chèvre du Sahel : observation clinique et histopathologique après l'infestation expérimentale. Thèse doct., Université de Dakar, Dakar, Sénégal, 97 p.
18. VASSILIADES G., 1965. Sur un foyer de coccidiose intestinale du mouton dans la presqu'île du Cap Vert à Sébikotane, Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **18**: 145-149.
19. VASSILIADES G., 1969. La coccidiose intestinale des ruminants domestiques au Sénégal - Epidémiologie, répartition géographique, importance économique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **22**: 47-53.
20. VASSILIADES G., 1981. Parasitisme gastro-intestinal chez le mouton du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34**: 169-177.
21. VERCRUYSSSE J., 1982. The coccidia of sheep and goats in Senegal. *Vet. Parasitol.*, **10**: 297-306.
22. YVORE P., ESNAULT A., 1984. Les coccidies des ruminants. Diagnoses d'espèces. *Bull. G.T.V.*, **6**: 13-18.

Reçu le 27.2.96, accepté le 16.9.97

Summary

Maho A., Toguebaye B.S., Belot J. Intestinal coccidia and coccidiosis of the Sahel Goat (*Hircus reversus*) in Senegal with the description of a new species

Eight *Eimeria* species, of which one of them was new, were found in Sahel goats (*Hircus reversus*) from Senegal: *E. arloingi*, *E. kocharli*, *E. alijevi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. caprovina*, and *Eimeria panguii* n. sp. Oocysts of *Eimeria panguii* n. sp. were ovoid, without a micropylar cap and measured $48.19 \pm 0.73 \times 32.45 \pm 0.97 \mu\text{m}$ ($45-50 \times 29-36 \mu\text{m}$). The micropyl was small. Oocyst residua were present. Sporocysts were ovoid, $16.86 \pm 0.77 \times 8.93 \pm 0.34 \mu\text{m}$ ($15-18 \times 8-10 \mu\text{m}$). The Stieda body was absent, whereas sporocyst residua were present. Both sporozoites were sickle-shaped, in an inverted position with each other and overlapped each other from both ends. Experimental transmission of these species to a kid revealed thickening of the gut epithelial cells, perforation of the intestine mucosa and loss of its microvilli.

Key words: Sahel Goat - Coccidia - Coccidiosis - *Eimeria panguii* n. sp. - New species - Senegal.

Resumen

Maho A., Toguebaye B.S., Belot J. Coccidias y coccidiosis intestinales de la cabra del Sahel (*Hircus reversus*) en Senegal, con la descripción de una nueva especie

Se encontraron ocho especies de *Eimeria*, incluyendo una nueva especie, en la cabra del Sahel (*Hircus reversus*) en Senegal. Son las siguientes: *E. arloingi*, *E. kocharli*, *E. alijevi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. caprovina* y *Eimeria panguii* n. sp. Los oocitos de *Eimeria panguii* n. sp. son ovoides y desprovistos de cápsula micropilar. Miden $48,19 \pm 0,73 \times 32,45 \pm 0,97 \mu\text{m}$ ($45-50 \times 29-36 \mu\text{m}$). El micrópilo es estrecho. Los residuos oocísticos están presentes. Los esporocitos son ovoides, $16,86 \pm 0,77 \times 8,93 \pm 0,34 \mu\text{m}$ ($15-18 \times 8-10 \mu\text{m}$). Los cuerpos de Stieda están ausentes, mientras que los residuos esporocísticos están presentes. Los dos esporozoitos son falciformes e invertidos entre ellos y se cubren en las dos extremidades. La transmisión experimental de estas especies a un cabrito, permitió demostrar la hipertrofia de las células del epitelio intestinal, la perforación de la mucosa intestinal y la caída de las microvellosidades.

Palabras clave: Caprino de Sahel - Coccidia - Coccidiosis - *Eimeria panguii* n. sp. - Especie nueva - Senegal.

Réactualisation des données sur la répartition des glossines au Mali

A. Djiteye¹ S.K. Molloo² K. Foua Bi³
 M. Touré² S. Boiré¹ S. Bengaly¹ E. Coulibaly¹
 M. Diarra¹ D. Traoré¹ I. Ouattara¹ Z. Coulibaly¹

Mots-clés

Glossina morsitans submorsitans - *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina tachinoides* - Distribution géographique - Densité de population - Mali.

Résumé

L'aire de répartition des glossines au Mali couvre environ 200 000 km² au sud du parallèle 14° 30' N et à l'ouest du méridien 4° 30' O. Quatre espèces ont été signalées : deux riveraines (*Glossina palpalis gambiensis* et *G. tachinoides*) et deux de savane (*G. morsitans submorsitans* et *G. longipalpis*). *G. morsitans submorsitans* était répartie de manière plus ou moins continue le long des frontières avec la Côte d'Ivoire, la Guinée et le Sénégal jusqu'à la limite nord du parc national de la Boucle du Baoulé. A l'est de Bamako, la densité des populations était faible, apparemment discontinue dans les zones forestières. *G. palpalis gambiensis* était localisée le long de la rivière Bani, du fleuve Niger et de ses affluents, et des affluents du fleuve Sénégal (Baoulé, Bafing et Bagoé). *G. tachinoides* était répandue le long de la plupart des rivières et des grands cours d'eau de la partie sud-est du pays. Les prospections récentes n'ont pas révélé la présence de *G. longipalpis* au Mali. Après plusieurs années de sécheresse et/ou un défrichement intensif, une diminution relativement importante de l'aire de répartition des glossines dans le pays a été constatée.

■ INTRODUCTION

Le Mali, enclavé au cœur de l'Afrique occidentale, a une superficie de 1 241 238 km² pour une population de 8 831 713 habitants en 1994, soit une densité de 7,1 habitants/km².

Il peut être divisé en trois zones distinctes : la zone désertique au nord de l'isohyète 200 mm (50 p. 100 de la superficie totale), la zone sahélienne à l'est et au centre (25 p. 100 du territoire national) et la zone soudanienne à l'ouest et au sud (25 p. 100 du territoire national, avec une pluviométrie supérieure à 800 mm par an) (7) (figure 1). L'élevage constitue une activité économique importante du pays, mais ce secteur a été gravement affecté par une sécheresse qui sévit depuis plus d'une dizaine d'années. De 1982 à 1995, l'effectif du cheptel est passé de 6 663 000 à 5 708 000 têtes

pour les bovins et de 12 437 000 à 13 179 000 pour les ovins-caprins. Le bétail est composé de 84 p. 100 de zébus et 16 p. 100 de taurins (trypanotolérants).

On assiste de plus en plus à une migration du cheptel vers le sud. En effet, dans les régions du Nord (Gao, Tombouctou et Mopti), il n'existait que 42,9 p. 100 du capital bovin en 1983, alors qu'en 1970 (c'est-à-dire avant la sécheresse de 1972-1973) ces mêmes régions hébergeaient 58,5 p. 100 du cheptel bovin national. L'expansion la plus importante de la production animale devra donc concerner la zone méridionale subhumide, là où de riches pâturages sont inexploités à cause de l'infestation par les glossines vectrices de trypanosomoses.

Les trypanosomes pathogènes rencontrés chez le bétail dans les zones infestées par les glossines au Mali sont : *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* et *T. brucei brucei*. La sous-espèce *T. brucei evansi* est rencontrée chez les dromadaires hors de la zone infestée par les glossines ; elle est transmise par des vecteurs mécaniques (4).

1. Laboratoire Central Vétérinaire, BP 2295, Bamako, Mali

2. ILRI, PO Box 30709, Nairobi, Kenya

3. FAST, Université d'Abidjan, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

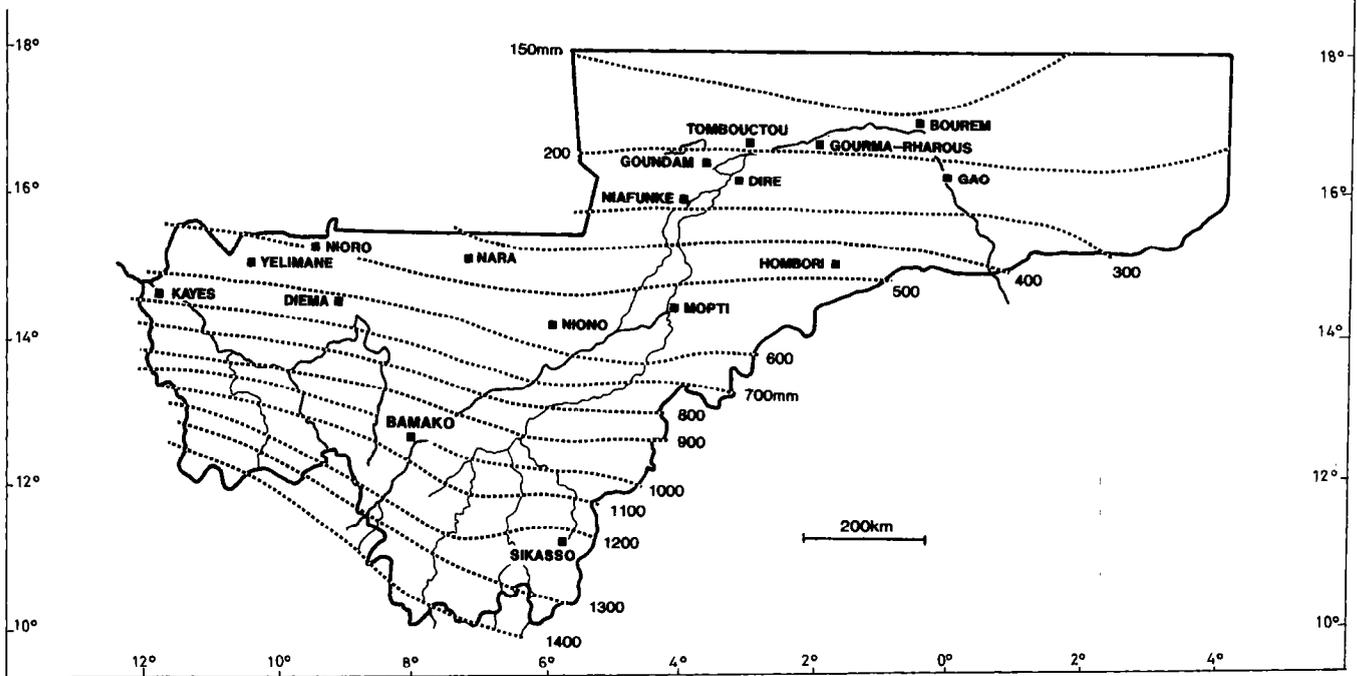


Figure 1 : carte des précipitations moyennes annuelles au Mali entre 1922 et 1980 (d'après le projet Barrière verte au Mali, 1989).

Environ 2,7 millions de bovins sont exposés au risque de la trypanosomose au Mali. La répartition de la maladie est assez bien connue, mais sa prévalence ne l'est pas par manque d'un réseau de diagnostic sur le terrain. Il est donc difficile d'évaluer, même approximativement, les pertes directes et indirectes causées par la trypanosomose animale au Mali (5).

Etant donné l'absence d'enquêtes systématiques, la situation de la trypanosomose humaine due à *T. brucei gambiense* est également mal connue. Toutefois, une recrudescence de la maladie du sommeil dans d'anciens foyers (cercles de Bougouni et Yanfolila) a été signalée ces dernières années, suite à un relâchement de la surveillance épidémiologique (3).

Le stade préliminaire avant toute intervention contre cette maladie consisterait à établir une carte générale et à jour de la répartition des mouches tsé-tsé. La section Entomologie du Laboratoire central vétérinaire (LCV), dans le cadre du Projet sectoriel de l'élevage au Mali (USAID), a mené des prospections afin de réactualiser les données sur la distribution des glossines au Mali.

■ MATERIEL ET METHODES

Pour les différents sondages, des cartes au 1/200 000^e ont été utilisées (au total 28 cartes couvrent l'aire de répartition des glossines au Mali). Chaque carte recouvre un degré carré (12 100 km²) et a été divisée en quatre secteurs (nord-est, nord-ouest, sud-est et sud-ouest) représentant chacun 0,25 degré carré (55 km x 55 km).

Le piège biconique bleu Challier-Laveissière a été utilisé. Pendant les enquêtes (saison sèche en général), les pièges ont été placés au niveau des gîtes potentiels, à des endroits dégagés et durant la période d'activité des mouches : posés entre 7 et 8 h et retirés entre 17 h 30 et 18 h 30. L'équipe de prospection utilisait très souvent un guide (chasseur, pêcheur ou éleveur) recruté sur place et connaissant parfaitement le terrain.

L'objectif étant de préciser très finement les cas limites de répartition des différentes espèces, les efforts ont donc été concentrés sur les zones « douteuses » où la présence des glossines n'était pas clairement établie.

Au niveau de chaque secteur (zone unité d'enquête) les renseignements suivants ont été notés :

- présence ou absence de glossines ;
- limites de répartition ;
- densités apparentes (nombre de glossines par piège et par jour).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Quatre espèces de glossines, *Glossina morsitans submorsitans*, *G. palpalis gambiense*, *G. tachinoides* et *G. longipalpis*, avaient été signalées antérieurement au Mali (1, 8, 9, 10, 11, 13). Le tableau I montre la densité apparente des différentes espèces par carte et par secteur.

Glossina morsitans submorsitans

A l'ouest de l'axe Bamako-Bougouni, l'espèce de savane semblait indiquer une répartition plus ou moins continue le long des frontières avec la Côte d'Ivoire, la Guinée et le Sénégal jusqu'à la limite nord du parc national de la Boucle du Baoulé (figure 2). A l'est de Bamako, seules des populations de densité faible, apparemment discontinues dans les zones forestières limitées telle que la forêt classée de la Faya, ont été trouvées (1).

Ces prospections ont révélé :

- son absence sur les cartes au 1/200 000^e de Sandaré, Diéma, Doubala (14-15° N, 8-11° O), Banamba, Ségou, Ké-Macina, San (13-14° N, 4-8° O) et Yorosso (12-13° N, 4-5° O) ;

Tableau I

Densité apparente des différentes espèces de glossines par carte et par secteur
(résumé des prospections entre 1985 et 1989)

Carte 1/200 000 ^e	Secteur	Densité apparente			Cours d'eau	Localités	
		(période)	coord.	G. m.			G. p.
Doubala (mars-avr. 88)	14-15° N 08-09° O	sud-ouest	0	0	0	Baoulé/Mindaba Simbalo	Foulabougou, Bakorobougou,
Diéma (mars-avr. 88)	14-15° N 09-10° O	sud-est	0	0	0	Baoulé	Gomborondia et Djontèguèda
Kayes (déc. 88)	14-15° N 11-12° O	sud-ouest	0,6	0	0	Sanakolé	Kayes, Faga, Sébétou
		sud-est	0	0	0	Sénégal, Papara	Balandougou, Diamou
San (jan.-avr. 86)	13-14° N 04-05° O	nord-ouest	0	0,2	0	Bani	Barmandougou, Bina
		nord-est	0	0	0	Bamakô, Diama	Fangasso, Mapè, Bonani
		sud-ouest	0	0,2	0	Bani	San, Sienso
		sud-est	0	0	0	Vohin, Sonikô	Koula, Bénèna
Ké-Macina (avr.-juin 86)	13-14° N 05-06° O	nord-ouest	0	0	0	Niger	Sansanding, Sibila, Sossé
		nord-est	0	0	0	Niger	Ké-Macina, Miérou
		sud-ouest	0	0,28	0	Bani	Cinzana, Douna
		sud-est	0	0,80	0	Bani	N'Goan, Tabara
Ségou (juin 86)	13-14° N 06-07° O	nord-est	0	0	0	Niger	Markala, Banankoro
Banamba (mai-juin 88)	13-14° N 07-08° O	nord-ouest	0	0	0	Kolossa	Batamobougou, Banankoro
		nord-est	0	0	0	Diawolo, Dionokô	Niabougou, Kondo
		sud-ouest	0	0	0	Koblé	Koula, Tiékourabougou
		sud-est	0	2,20	0	Niger	Kondioukou, Nyamina
Kolokani (avr. 88) (juil. 89)	13-14° N 08-09° O	nord-ouest	1*	0	0	Kénié	Madina, Kolé, Léko
		nord-est	0	0,45	0	Baoulé	Missira, Konibida
		sud-ouest	0,2	0,10	0	Baoulé, Kénié	Madina, Forêt de Fina
		sud-est	0	0	0	Dlani	Faladiè, Kondjiribougou
Kita (avr. 88) (juin 89)	13-14° N 09-10° O	nord-ouest	0,2	0	0	Baoulé, Badinnkô	Toukoto, Kourininkoto
		nord-est	0	0	0	Baoulé, Keniebakô	Kourinikoto, Faréna
		sud-ouest	0,20	1,80	0	Bakoye	Kita, Djélikébafata
		sud-est	0,10	0	0	Badinnkô	Kita, Makodi, Kouroundi
Bafoulabé (jan. 89)	13-14° N 10-11° O	nord-ouest	0,20	0	0	Sénégal, Bakoye	Bafoulabé, For-Dioubéba
		sud-ouest	0,25	0,12	0	Bafing	Manantali, Bangassi
		sud-est	2	-	-	Bafing	Manantali
Kossanto (déc. 88)	13-14° N 11-12° O	nord-ouest	2,66	0	0	Kamaya	Bassé, Bafoulabé, Bourdala
		nord-est	5,33	-	-	-	Dialafara, Kabélea
		sud-ouest	5,60	6,50	0	Falémé	Gourbassi
		sud-est	1	21	0	Manakoto	Dialafara, Manakoto
Kenieba (jan. 89)	12-13° N 11-12° O	nord-est	0,75	0,10	0	Doundi	Kéniéba, Linguékoto
		sud-est	13,6	4,40	0	Kassaya	Faléa, Rép. de Guinée
Yorosso (nov. 85)	12-13° N 04-05° O	nord-ouest	0	0	0	Banifing	Kimparana, Kifa
		sud-ouest	0	0	0	Kilé	Mahou, Yorosso, Boura

Tableau I (suite)

Densité apparente des différentes espèces de glossines par carte et par secteur
(résumé des prospections entre 1985 et 1989)

Carte 1/200 000 ^e		Secteur	Densité apparente			Cours d'eau	Localités
(période)	coord.		G. m.	G. p.	G. t.		
Koutiala (nov. 85) (jan.-fév. 86)	12-13° N 05-06° O	nord-ouest	0	0,40	0	Pékadouzo	N'Péssoba, N'Tarla
		nord-est	0	0	0	Fawara	Kounia
		sud-ouest	0,07	2,60	5,10	Banifing	Zangasso
		sud-est	0	4	0,66	Kapakô, Tarasso	Koutiala, Karangasso
Dioila 1 (juin 89)	2-13° N 06-07° O	nord-est	0	1,60	0	Bagoé Banifing	Dambalafara, Kona, N'Golobougou
Bamako-Est (juil. 89)	12-13° N 07-08° O	nord-est	0	21,7	0	Niger	Forêt classée de Tienfala Forêt classée de la Faya
Massigui (oct. 85)	11-12° N 06-07° O	nord-ouest	0	0,20	0	Kôba	Sanso, Morila
		nord-est	0	1,40	0,50	Kôba	Blendio, Kona
		sud-est	0	0	0	Outénébougoukô	Niéna, Ouatenébougou

DAP : densité apparente = nombre de glossines/piège/jour

* Capture sur véhicule

- : pas de piégeage dans le biotope indiqué

G. m. = *Glossina morsitans* ; G. p. = *Glossina palpalis* ; G. t. = *Glossina tachinoides*

- son absence dans le secteur nord-ouest de la carte de Koutiala, mais sa présence dans le secteur sud-ouest (densité apparente très faible, un seul mâle a été capturé dans le véhicule des auteurs) ;

- sa présence dans le secteur sud-ouest de la carte de Kayes (vers Sébétou) et sur les cartes de Kossanto, Bafoulabé, Kita et Kolokani (limitée au nord par la latitude 14° N).

Glossina palpalis gambiensis

Cette espèce riveraine était localisée (1) (figure 3) :

- le long de la rivière Bani et de ses affluents (Baoulé, Bagoé, Banifing), de la frontière sud du Mali jusqu'au niveau du village de Barmandougou (situé un peu au nord de la latitude 13° 30' N, environ à 65 km au nord-est de la ville de San) ;

- le long du fleuve Niger et de ses affluents, à partir de la frontière sud du Mali jusqu'à 60 km au sud-ouest de la ville de Ségou (située au niveau de la latitude 13° 30' N) ;

- le long des affluents du fleuve Sénégal (Falémé, Bafing, Bakoye, Baoulé).

Ces enquêtes récentes ont révélé :

- sa concentration le long de la rivière Bani, sur la carte de San (13-14° N, 4-5° O) ;

- son absence sur la carte de Yorosso (12-13° N, 4-5° O), et dans le secteur nord-est de la carte de Koutiala (12° 30'-13° N, 5-5° 30' O) ;

- son absence sur les cartes de Kayes, Sandaré, Diéma et Doubala (14-15° N, 8-12° O) ;

- son recul sur les cartes de Kossanto, Bafoulabé et Kita (absence dans les secteurs nord : 13° 30'-14° N, 9-12° O ; sa présence au sud de la latitude 13° 30' N, dans les secteurs sud) ;

- sa stabilisation sur la carte de Kolokani et le long de la rivière Baoulé.

Glossina tachinoides

Elle était répandue le long de la plupart des rivières et grands cours d'eau de la partie sud-est du pays (Sankarani, Baoulé, Bagoé, Banifing, etc.) (figure 4).

Cette seconde espèce riveraine avait manifesté un recul vers le sud, mais elle semblait se stabiliser lors de cette étude dans sa limite nord de 1989, soit 13° N (1). En effet, des sondages récents ont permis de détecter des densités plus ou moins élevées dans les secteurs sud-est et sud-ouest de la carte de Koutiala.

Glossina longipalpis

Cette seconde espèce de savane avait été seulement signalée dans une petite zone le long de la frontière guinéenne, juste au nord du parallèle 12° N et à l'ouest du méridien 11° O.

Au total 260 glossines (138 mâles et 122 femelles) du sous-genre *Glossina* (ancien groupe *morsitans*), capturées dans cette zone, ont été analysées à l'aide d'une loupe binoculaire. La recherche de soies sur le troisième article antennaire, l'observation des lobes médians des cerques chez les mâles et la taille des soies scutellaires médianes chez les femelles n'ont pas permis de révéler la présence de *Glossina longipalpis* durant cette étude non exhaustive. En effet, l'enquête effectuée en saison sèche froide n'a duré qu'une semaine (janvier 1989).

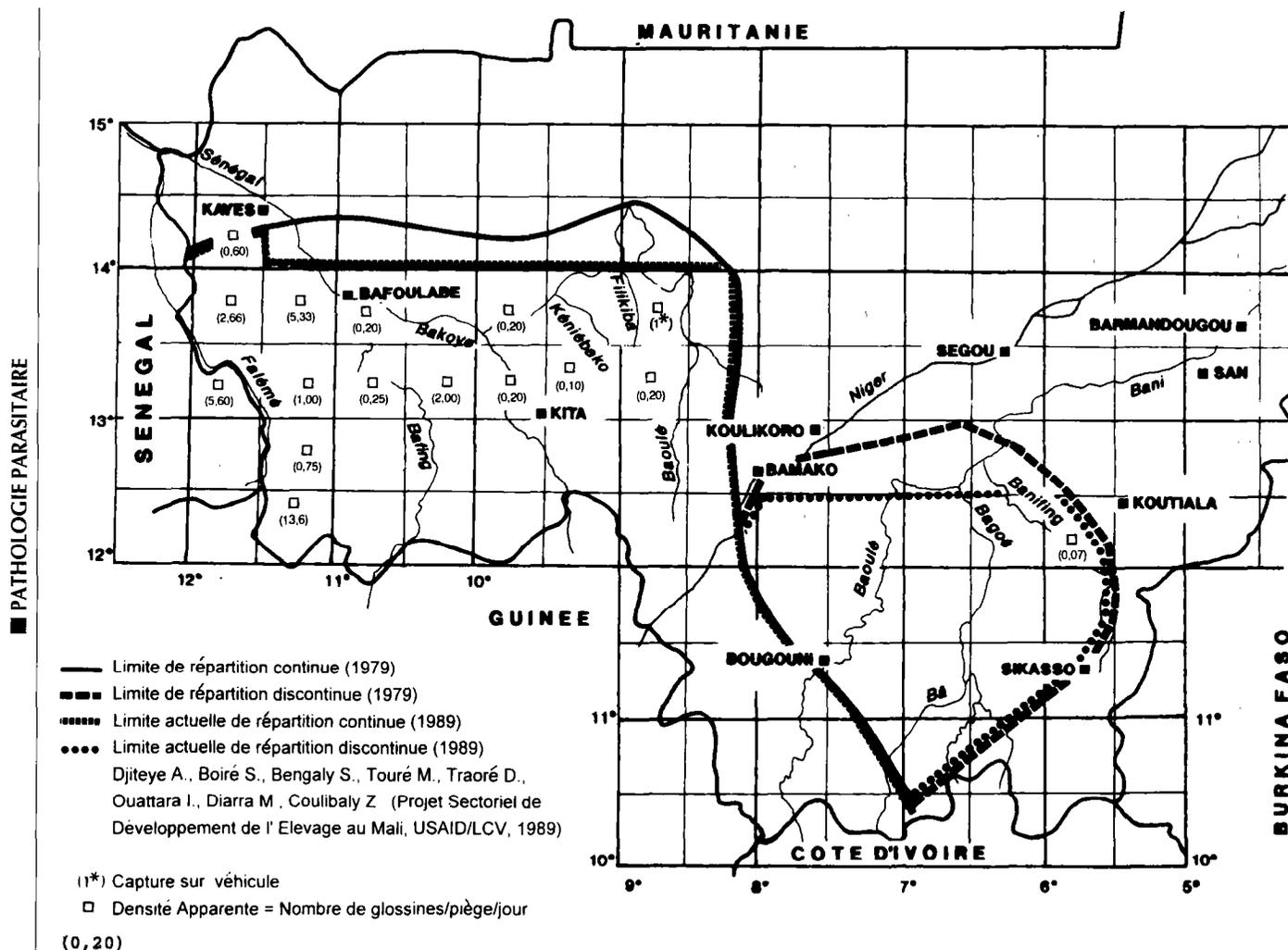


Figure 2 : carte de la limite nord de répartition de *Glossina morsitans submorsitans* au Mali.

CONCLUSION

Une diminution relativement importante de l'aire de répartition de *G. palpalis gambiensis* et de *G. morsitans submorsitans* a été constatée, après plusieurs années de sécheresse (tarissement de cours d'eau permanents) et un défrichement intensif (notamment dans la zone de Koutiala pour la culture du coton, et le long du fleuve Sénégal et de ses affluents pour la culture maraîchère).

Le recul de ces deux espèces peut n'être que temporaire, car les auteurs estiment que le phénomène peut être réversible après rétablissement d'une pluviométrie normale, multiplication des barrages de retenue d'eau et intensification des reboisements. C'est ainsi que *G. morsitans submorsitans*, qui était absente dans les zones de Kita et de Kolokani en mars-mai 1988 (saison sèche), a été retrouvée dans les mêmes zones en juin-juillet 1989, après la bonne pluviométrie de 1988.

Le long des cours d'eau de la partie sud-est du pays, *Glossina tachinoides*, espèce riveraine reconnue plus apte à supporter la sécheresse, manifestait curieusement un recul plus rapide vers le sud que *G. palpalis gambiensis*. Sa stabilisation à la latitude 13° N comme limite nord de répartition, environ à 100 km au sud de celle de *G. palpalis gambiensis*, doit être affirmée avec prudence.

Les résultats obtenus durant cette étude non exhaustive donnent une idée générale des limites nord des aires de répartition des trois

espèces de glossines plus ou moins largement répandues au Mali. Pour des études plus poussées relatives à la lutte anti-vectorielle, il est nécessaire d'affiner les méthodes de prospection, avec l'utilisation des attractifs olfactifs sur les pièges, pour la détection des populations résiduelles de glossines. L'association acétone/octénol augmente considérablement l'efficacité des pièges contre *G. morsitans submorsitans*; les combinaisons acétone/octénol/meta-crésol, acétone/octénol/urine de vache et octénol/meta-crésol sont très efficaces contre *G. tachinoides*, et, dans une certaine mesure, contre *G. palpalis gambiensis* (6).

Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont permis de réaliser les enquêtes et la finition de ce travail, en particulier Dr O. Diall, Dr B. Seck, Dr C.F. Simbé, Dr B. Kouyaté, M. Z. Bocoum, M. B. Diarra, Y. Sanogo (LCV, Bamako), Dr R. Cook (APEX, USAID, Bamako), Pr P. Ranque (OMS, Genève), Pr A. Aouti, Dr M. Dagnogo (FAST, Abidjan), Dr U. Feldmann (Joint FAO/IAEA Division, Vienna), Dr M. Clair (IEMVT, Maisons-Alfort), Dr A. R. Gray, Dr R. Eley, M. J. Mwaura et M. F. Shikhubari (ILRI, Nairobi), Dr S. K. Katondo (OUA/IBAR), Dr S. M. Touré, Dr B. Bauer (CIRDES, Burkina Faso) et Dr R. de Deken (IMT, Belgique). Nos remerciements vont également à tous les agents du Service d'élevage, des Eaux et forêts qui nous ont chaque fois accueillis avec bienveillance et aidés dans nos entreprises.

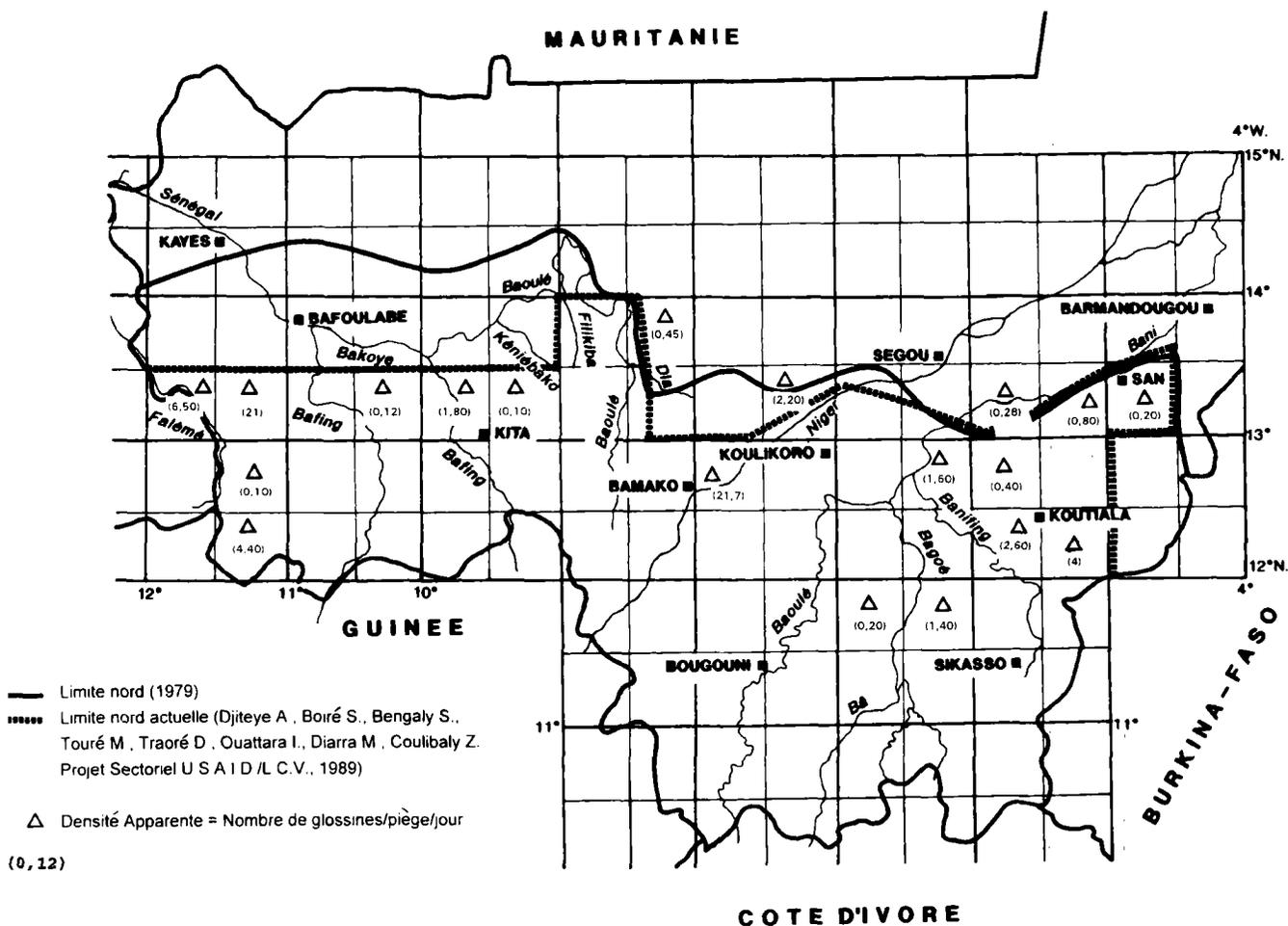


Figure 3 : carte de la limite nord de répartition de *Glossina palpalis gambiensis* au Mali.

BIBLIOGRAPHIE

- ASHTON D.R., GOODWIN J.T., BA A., CISSE A., 1979. Répartition des mouches tsé-tsé en République du Mali. Texas, USA, Texas Agricultural Experiment Station/TAMU, p. 47-54. (Rapport intérimaire)
- CLAIR M., DJITEYE A., 1988. Glossines et trypanosomes au Mali. In : Atlas - Elevage et potentialités pastorales sahéliennes, synthèses cartographiques du Mali. Wageningen, Pays-Bas, CTA, Maisons-Alfort, France, IEMVT, p. 30-31.
- DEMBELE P., DEGOGA I., 1996. Programme national de lutte contre la trypanosomose humaine africaine au Mali. In : Réunion de coordination de lutte contre la trypanosomose, Abidjan, Côte d'Ivoire, 7-9 mai 1996, 9 p.
- DIALLO O., 1993. Camel trypanosomosis in Mali. Contribution to the diagnosis and the epidemiology. Doctor of Science thesis, IMT, Anvers, Belgium, 92 p.
- DJITEYE A., 1992. Projet de contrôle de la mouche tsé-tsé et de la trypanosomose en République du Mali. Bamako, Mali, Laboratoire Central Vétérinaire, 68 p. (Rapport de la phase préparatoire d'un projet de lutte dans les zones libérées de l'onchocercose au Mali)
- DJITEYE A., GYENING K.O., AMSLER S., TRAORE D., SANOGO Y., 1995. Efficacité comparée de différentes associations d'odeurs sur les glossines, tabanides et stomoxes au Mali. In : 23^e CSIRLT, Banjul, Gambie, 11-15 septembre 1995.
- DNSI, 1995. Bilan diagnostic du développement humain durable au Mali. Bamako, Mali, DNSI.
- FORD J., KATONDO K.M., 1973. Maps of tsetse flies distribution in Africa. Nairobi, Kenya, OUA/STRC, London, United Kingdom, Cook Hammond & Kell.
- KATONDO K.M., 1984. Tsetse distribution maps (an interim report). *Insect Sci. Appl.*, 5 (5): 381-388.
- MOLOO S.K., 1985. Distribution of *Glossina* species in Africa. *Acta trop.*, 42: 275-281.
- MOLOO S.K., 1993. The distribution of *Glossina* species in Africa and their hosts. *Insect Sci. Appl.*, 14 (4): 511-527.
- OKIWELU S.N., VAN WETTERE P., MAIGA S., BOUARE S., CRANS W., 1983. Contribution to the distribution of *Glossina* (Diptera: Glossinidae) in Mali. *Bull. ent. Res.*, 71: 195-205.
- RICKENBACH A., 1961. Carte de répartition des glossines en Afrique occidentale d'expression française. Bobo-Dioulasso, Haute Volta, ORSTOM, Centre MURAZ.

Reçu le 3.4.96, accepté le 24.7.97

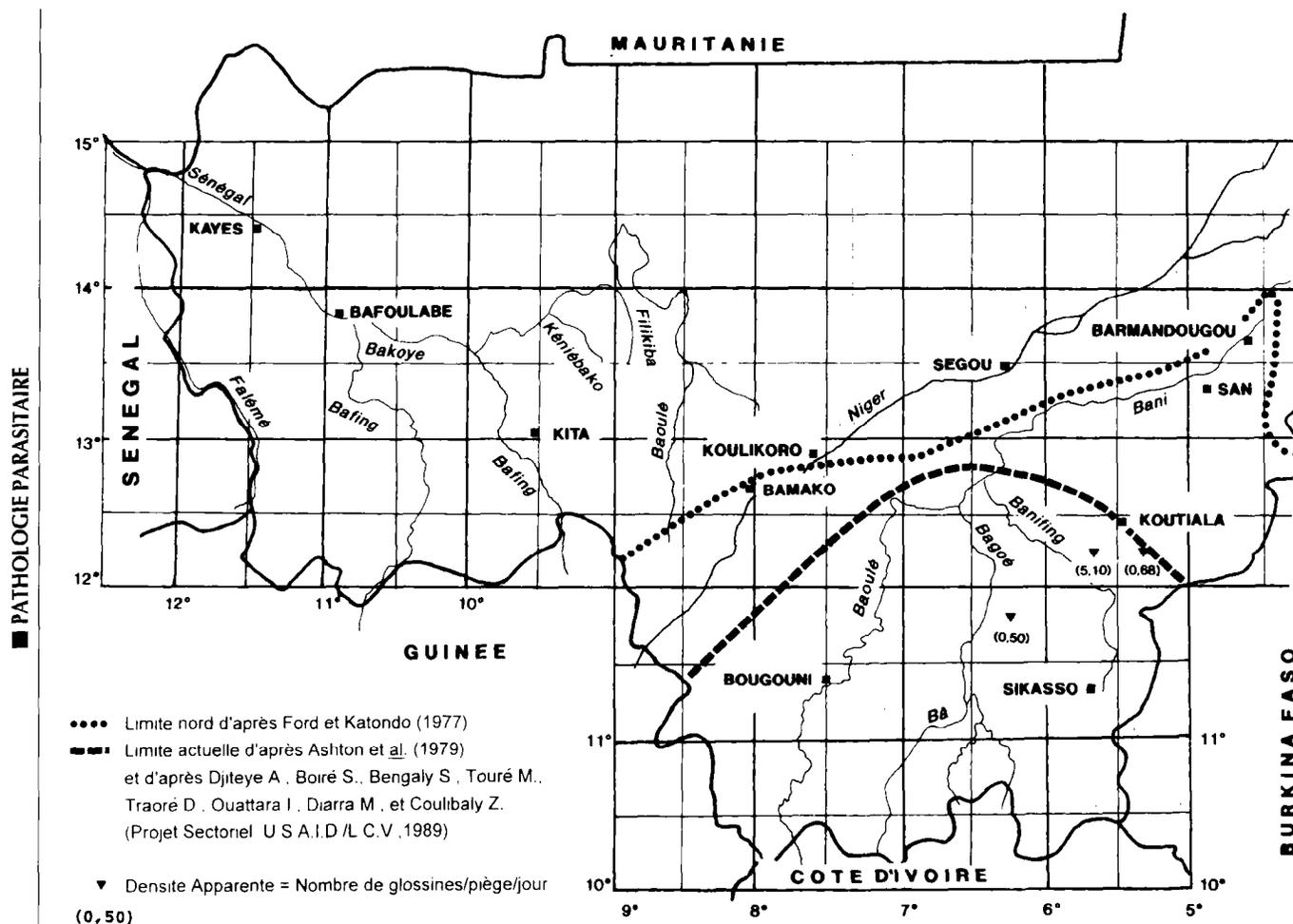


Figure 4 : carte de la limite nord de répartition de *Glossina tachinoides* au Mali.

Summary

Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Touré M., Boiré S., Bengaly S., Coulibaly E., Diarra M., Traoré D., Ouattara I., Coulibaly Z. Update on the distribution of tsetse flies in Mali

The area of tsetse fly infestation in Mali is approximately 200,000 km², South of parallel 14°30'N and West of meridian 4°30' W. Four species have been reported: two riverine (*Glossina palpalis gambiensis* and *G. tachinoides*) and two savannah species (*G. morsitans submorsitans* and *G. longipalpis*). *G. morsitans submorsitans* has a more or less continuous distribution along the borders with Côte d'Ivoire, Guinea and Senegal up to the northern limit of the National Park Boucle du Baoulé. A low population density, apparently discontinuous in forest zones, has been encountered East of Bamako, in forest zones. *G. palpalis gambiensis* was localized along the Bani River, the Niger River and its tributaries, as well as tributaries of the Senegal River (Baoulé, Bafing and Bagoé). *G. tachinoides* was present in most of the riverine forest galleries in the South-Eastern part of the country. The presence in Mali of *G. longipalpis* was not confirmed during this survey. A relatively important decrease in the distribution zones of tsetse flies has been observed in Mali following several years of drought and/or an intensive deforestation.

Keys words: *Glossina morsitans submorsitans* - *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina tachinoides* - Geographical distribution - Population density - Mali.

Resumen

Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Touré M., Boiré S., Bengaly S., Coulibaly E., Diarra M., Traoré D., Ouattara I., Coulibaly Z. Reactualización de los datos sobre la repartición de las glosinas en Malí

El área de repartición de las glosinas en Malí cubre alrededor 200 000 km² al sur del paralelo 14°30' N y al oeste del meridiano 4°30' O. Se señalan cuatro especies: dos ribereñas (*Glossina palpalis gambiensis* y *G. tachinoides*) y dos de sabana (*G. morsitans submorsitans* y *G. longipalpis*). *G. morsitans submorsitans* presenta una repartición más o menos continua a lo largo de las fronteras con Costa de Marfil, Guinea y Senegal, hasta el límite norte del Parque nacional de la Boucle du Baoulé. Al este de Bamako, la densidad de las poblaciones fue baja y aparentemente discontinua en las zonas forestales. *G. Palpalis gambiensis* se localizó a lo largo del río Bani, del río Níger y de sus afluentes, de los afluentes del río Senegal (Baoulé, Bafing y Bagoé). *G. tachinoides* se encontró distribuida a lo largo de la mayor parte de los ríos y de los grandes lechos de agua de la parte sudeste del país. Las últimas inspecciones realizadas no revelaron la presencia de *G. longipalpis* en Malí. Debido a varios años de sequía y/o a un desmonte (o roza) intensivo, se observó una disminución relativamente importante del área de repartición de las glosinas en el país.

Palabras clave: *Glossina morsitans submorsitans* - *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina tachinoides* - Distribución geográfica - Densidad de la población - Malí.

Variations saisonnières de la densité apparente et du taux d'infection par *Trypanosoma* spp. de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en zone soudanienne au Mali

A. Djiteye¹ S.K. Moloo² K. Foua Bi³
E. Coulibaly¹ M. Diarra¹ I. Ouattara¹
D. Traoré¹ Z. Coulibaly¹ A. Diarra¹

Mots-clés

Glossina palpalis gambiensis - Densité -
Variation saisonnière - *Trypanosoma* -
Infection - Végétation ripicole - Mali.

Résumé

Glossina palpalis gambiensis infeste les forêts ripicoles et les galeries forestières du fleuve Niger et ses affluents dans la zone agropastorale de Baguinéda-Tienfala. L'incidence de la trypanosomose (liée à la densité apparente de cette sous-espèce et à son infection trypanosomienne) variait en fonction de la saison et du gîte. En effet, au niveau du gîte de Tienfala (rive gauche du fleuve), la densité la plus élevée (21,70 glossines/piège/jour) a été observée en fin de saison des pluies, et la plus faible (5,23) en saison sèche chaude. La sex-ratio était en général en faveur des femelles (60,74 p. 100). Au niveau du gîte de Baguinéda (rive droite), la densité la plus élevée (8,70) a été trouvée en saison sèche froide, et la plus faible (2,91) en fin de saison des pluies. La sex-ratio était en général en faveur des mâles (57,81 p. 100). L'infection trypanosomienne était plus élevée en fin qu'en début de saison des pluies et les taux observés variaient respectivement entre 6,66 et 10,68 p. 100 contre 0,48 et 1,48 p. 100. Déterminées d'après leur localisation chez *G. palpalis gambiensis*, les infections étaient dues aux sous-genres *Duttonella* (*Trypanosoma vivax* : 80 p. 100), *Nannomonas* (*T. congolense* : 4 p. 100), *Megatrypanum* (*T. grayi* : 2 p. 100) et à des stades immatures localisés dans l'intestin moyen uniquement (14 p. 100).

■ INTRODUCTION

La zone agropastorale de Baguinéda-Tienfala, située à l'est de Bamako, couvre de part et d'autre du fleuve Niger une superficie d'environ 1 500 km². Elle est comprise entre les parallèles

12° 24'-12° 48' N et les méridiens 7° 30'-8° O. Le climat est de type soudanien, avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1 037 mm et une température annuelle moyenne allant de 26 à 35 °C. *Glossina palpalis gambiensis* infeste le cordon ripicole, les îlots et les galeries forestières du fleuve Niger et ses affluents sur environ 416 km. Ces bandes forestières sont dominées par *Syzygium guineense*, *Cynometra vogelii*, *Pterocarpus santalinoides*. La savane arbustive de type soudanien est caractérisée par *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia* spp. et *Combretum* spp. La savane herbeuse occupe le lit majeur du fleuve, avec une production fourragère moyenne de 2 500 à 3 000 kg de matière sèche par hectare. La zone d'étude comporte les forêts classées de Tienfala et de

1. Laboratoire Central Vétérinaire, BP 2295, Bamako, Mali
2. ILRI, PO Box 30709, Nairobi, Kenya
3. FAST, Université d'Abidjan, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

la Faya et le domaine rizicole de Baguinéda, avec 22 300 ha et plus de 44 km de canaux d'irrigation. A l'intérieur de la « ceinture laitière » autour de la capitale, le cheptel bovin de cette zone est estimé à près de 40 000 têtes. Il est composé essentiellement de races sensibles à la trypanosomose, zébus, animaux importés (Montbéliards), et de métis. L'élevage de telles races, avec la présence de la mouche tsé-tsé, comporte une contrainte majeure qui se résout par l'usage fréquent (mais souvent irrationnel) de produits trypanocides. La lutte contre la trypanosomose dans ce périmètre est une contribution aux efforts déployés pour améliorer l'alimentation et la situation économique des communautés rurales et urbaines de la ville de Bamako.

Avant toute action de lutte, il est nécessaire de connaître le risque de la trypanosomose qui est fonction de certains facteurs liés au vecteur majeur, notamment sa densité et son taux d'infection. La présente étude porte précisément sur ces points.

■ MATERIEL ET METHODES

Deux gîtes de capture ont été choisis, distants d'environ 2 km et séparés par l'île de Senkoro :

- le gîte de Tienfala, à l'intérieur de la forêt classée qui porte son nom ;
- le gîte de Baguinéda, du côté du domaine agricole de Baguinéda avec plus de 22 300 ha de terres irrigables.

Les enquêtes ont eu lieu aux périodes suivantes :

- saison des pluies (juillet-août) ;
- fin de saison des pluies (octobre-novembre) ;
- saison sèche froide (janvier-février) ;
- saison sèche chaude (avril-mai).

Cinq pièges biconiques Challier-Laveissière ont été posés tous les jours entre 6 et 19 h, à 100 m les uns des autres. Les glossines capturées ont été récoltées toutes les heures et mises dans des tubes à essai bouchés à l'aide de coton hydrophile.

La densité apparente (DAP) est le nombre moyen de glossines capturées par piège par jour.

La dissection en vue de la recherche des trypanosomes était faite sur place sous une loupe binoculaire. Après avoir dissocié les organes dans une goutte de liquide physiologique sur une lame porte-objet, les différentes préparations ont été recouvertes d'une lamelle et observées au microscope (objectif x 40) (4).

Le taux d'infection est le pourcentage de glossines infectées par des trypanosomes par rapport à la population observée.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Densités apparentes et sex-ratio de Glossina palpalis gambiensis

Les résultats obtenus ont été consignés dans les tableaux I et II. D'une manière générale, la DAP était plus élevée au niveau du gîte de Tienfala ($13,88 \pm 2,06$) que celui de Baguinéda ($4,76 \pm 1,02$). Cette différence était significative pendant toutes les saisons, sauf en saison sèche chaude où les DAP enregistrées étaient respectivement $5,23 \pm 1,73$ et $5 \pm 2,10$.

Sur la rive gauche (gîte de Tienfala), la DAP la plus élevée ($21,7 \pm 3,91$) a été observée en fin de saison des pluies, et la plus faible ($5,23 \pm 1,73$) en saison sèche chaude. La sex-ratio était en faveur des femelles qui représentaient 60,74 p. 100 de l'échantillon total, mais l'inverse a été constaté en début de saison pluvieuse où le rapport mâles/femelles était égal à 1,31.

Sur la rive droite (gîte de Baguinéda), la plus forte densité ($8,70 \pm 4,44$) a été atteinte en saison sèche froide et la plus basse ($2,91 \pm 1,04$) en fin de saison pluvieuse. En général, les mâles (57,81 p. 100) étaient plus abondants que les femelles, sauf en fin de saison pluvieuse où l'inverse a été observé, mais la différence n'était pas significative au seuil de 5 p. 100.

Infections de G. palpalis gambiensis par les trypanosomes

Les mouches tsé-tsé adultes peuvent être infectées par les trypanosomes au cours des repas sanguins prélevés sur les hôtes vertébrés.

Tableau I

Variations saisonnières de la densité apparente et de la sex-ratio de *Glossina palpalis gambiensis* en zone soudanienne (fleuve Niger, gîte de Tienfala)

Saison	Glossines capturées			Pourcentage de mâles (Écart réduit)	Nombre jours x pièges par jour	Densité apparente	Variance	
	Mâles	Femelles	Total					
Des pluies	142	108	250	56,80 % (3,04)	S.	25	10,00 ± 3,91	56,74
Fin saison des pluies	210	441	651	32,25 % (12,80)	S.	30	21,70 ± 3,91	119,44
Sèche froide	190	349	539	35,25 % (9,35)	S.	30	17,96 ± 4,27	142,51
Sèche chaude	85	72	157	54,14 % (1,46)	N.S.	30	5,23 ± 1,73	23,49
Total	627	970	1597	39,26 % (12,13)	S.	115	13,88 ± 2,06	128,02

Analyse de variance :

Saison des pluies/fin de saison des pluies : $t = 4,527$ S.

Saison des pluies/saison sèche froide : $t = 2,886$ S.

Saison des pluies/saison sèche chaude : $t = 2,837$ S.

S. = test statistique significatif au seuil de 5 %

Fin de saison des pluies/saison sèche froide : $t = 1,265$ N.S.

Fin de saison des pluies/saison sèche chaude : $t = 7,545$ S.

Saison sèche froide/saison sèche chaude : $t = 5,411$ S.

N.S. = test statistique non significatif au seuil de 5 %

Tableau II

Variations saisonnières de la densité apparente et de la sex-ratio de *Glossina palpalis gambiensis* en zone soudanienne (fleuve Niger, gîte de Baguinéda)

Saison	Glossines capturées			Pourcentage de mâles (Ecart réduit)	Nombre jours x pièges par jour	Densité apparente	Variance	
	Mâles	Femelles	Total					
Des pluies	80	60	140	57,14 %	(2,38) S.	30	4,66 ± 1,11	9,74
Fin saison des pluies	60	71	131	45,80 %	(1,35) N.S.	45	2,91 ± 1,04	12,80
Sèche froide	101	73	174	58,04 %	(2,99) S.	20	8,70 ± 4,44	102,83
Sèche chaude	103	47	150	68,66 %	(6,46) S.	30	5,00 ± 2,10	34,75
Total	344	251	595	57,81 %	(5,38) S.	125	4,76 ± 1,02	34,46

Analyse de variance :

Saison des pluies/fin de saison des pluies : t = 2,181 S.

Fin de saison des pluies/saison sèche froide : t = 3,408 S.

Saison des pluies/saison sèche froide : t = 2,050 S.

Fin de saison des pluies/saison sèche chaude : t = 1,911 N.S.

Saison des pluies/saison sèche chaude : t = 0,279 N.S.

Saison sèche froide/saison sèche chaude : t = 1,631 N.S.

Baguinéda/Tienfala : t = 7,921 S.

S. = test statistique significatif au seuil de 5 %

N.S. = test statistique non significatif au seuil de 5 %

Les trypanosomes peuvent être transmis cycliquement par toutes les espèces de glossines en général ; mais l'importance d'une espèce en tant que vecteur dépend de ses habitudes alimentaires, de sa densité, et de sa répartition par rapport à celle des animaux domestiques.

Les préférences alimentaires des glossines influent sur les taux d'infection. Dans les régions où les glossines peuvent se nourrir sur des reptiles, le pourcentage de mouches infectées est très faible, par contre dans les localités où les animaux sensibles sont les sources de nutrition, on peut observer un pourcentage de mouches infectées aussi élevé que 38 p. 100 (1).

Variations saisonnières du taux d'infection de *Glossina palpalis gambiensis*

Les taux d'infection les plus élevés (6,66 p. 100 et 10,68 p. 100) ont été enregistrés chez *G. palpalis gambiensis* en fin de saison des pluies, respectivement au niveau des gîtes de Baguinéda et Tienfala. Par contre, les taux les plus bas (1,48 p. 100 et 0,48 p. 100) ont été obtenus en début de saison des pluies (tableau III).

L'alternance des saisons en Afrique affecte l'épidémiologie des trypanosomoses du bétail, non seulement en raison des migrations imposées, mais aussi parce qu'elles influent sur la répartition et la densité des glossines. En saison sèche, les glossines se rassemblent dans les zones à micro-climat favorable à leur survie. Ainsi l'aire de dispersion des vecteurs se réduit, les possibilités de contact avec les hôtes mammifères diminuent. Toutefois les possibilités de contact sont accrues dans les régions où les glossines se concentrent près des abreuvoirs ou des pâturages de saison sèche (4).

Sur le ranch de Madina-Diassa (zone soudano-guinéenne, Mali), le taux d'infection de *Glossina morsitans submorsitans* variait d'une saison à l'autre ; par contre aucune différence significative n'a été trouvée chez *G. tachinoides* (3). L'incidence des trypanosomoses peut varier en fonction des saisons. En effet, d'après Challier (1), en Sierra Léone le taux d'infection du sous-genre *Duttonella* (type *Trypanosoma vivax*) est plus élevé pendant la période des fortes pluies que le reste de l'année. Le même fait a été observé chez *G. palpalis*, de juillet à septembre, au Nigeria du Nord.

Variations du taux d'infection de *G. palpalis gambiensis* en fonction du sexe

Dans la zone agropastorale de Baguinéda-Tienfala, les femelles de *G. palpalis gambiensis* (5,95 p. 100) ont été trouvées, de manière significative, plus infectées que les mâles (2,68 p. 100). Mais cette différence observée au gîte de Baguinéda (5,09 p. 100 contre 3,43 p. 100) n'était pas significative au seuil de 5 p. 100 (écart réduit = 0,81) (tableau IV).

D'après Challier (1), de nombreux auteurs ont mentionné des infections plus importantes chez les mâles que chez les femelles, ou inversement chez les femelles que chez les mâles. Mais il faut de la prudence dans l'interprétation de ces différences, car il est possible que l'expérimentation provoque une mortalité différentielle des sexes et que l'échantillon ne soit pas représentatif.

En saison sèche chaude (avril, 1982) sur le ranch de Madina-Diassa, les femelles de *G. morsitans submorsitans* (21,1 p. 100) ont été trouvées plus infectées que les mâles (12,8 p. 100). Par contre, les captures effectuées sur véhicule (novembre, 1981) ont révélé un taux d'infection plus élevé chez les mâles (25,0 p. 100) que chez les femelles (12,5 p. 100) (3).

Nature et localisation des infections

D'après la localisation des 50 infections trypanosomiennes observées chez *G. palpalis gambiensis* :

- 40 (80 p. 100) se situaient uniquement au niveau de la trompe (sous-genre *Duttonella* : *Trypanosoma vivax*) ;
- 2 (4 p. 100) se trouvaient dans la trompe et dans l'intestin moyen (sous-genre *Nannomonas* : *T. congolense*) ;
- 1 (2 p. 100) était localisée au niveau de l'intestin postérieur (sous-genre *Megatrypanum*, *T. grayi* des reptiles) ;
- et 7 (14 p. 100) se trouvaient uniquement au niveau de l'intestin moyen. Elles étaient immatures ou bloquées, n'ayant pas pu achever leur développement en envahissant la trompe (*T. congolense*), les glandes salivaires (*T. brucei*), ou l'intestin postérieur (*T. grayi*).

Tableau III

Variations saisonnières du taux d'infection de *Glossina palpalis gambiensis*

Gîte	Saison des pluies	Fin de saison des pluies	Saison sèche froide	Saison sèche chaude	Total
Tienfala	0,48 % (1/206)	10,68 % (25/234)	1,93 % (4/207)	4,49 % (4/89)	4,61 % (34/736)
Baguinéda	1,48 % (2/135)	6,66 % (4/60)	5,00 % (5/100)	5,26 % (5/95)	4,10 % (16/390)
Total	0,87 % (3/341)	9,86 % (29/294)	2,93 % (6/307)	4,89 % (9/184)	4,44 % (50/1 126)

Ecart réduit :

Saison des pluies/fin de saison des pluies : e.r. = 5,16 S.

Saison des pluies/saison sèche froide : e.r. = 1,94 N.S.

Saison des pluies/saison sèche chaude : e.r. = 2,95 S.

S. = test statistique significatif au seuil de 5 %

Fin de saison des pluies/saison sèche froide : e.r. = 3,49 S

Fin de saison des pluies/saison sèche chaude : e.r. = 1,95 N.S.

Saison sèche froide/saison sèche chaude : e.r. = 1,11 N.S.

N.S. = test statistique non significatif au seuil de 5 %

Tableau IV

Variations du taux d'infection de *Glossina palpalis gambiensis* en fonction du sexe et du gîte

Sexe	Tienfala	Baguinéda	Total	Ecart réduit
Mâles	2,08 % (6/288)	3,43 % (8/233)	2,68 % (14/521)	0,94 N.S.
Femelles	6,25 % (28/448)	5,09 % (8/157)	5,95 % (36/605)	0,52 N.S.
Ecart réduit	2,65 S.	0,81 N.S.	2,65 S.	-

S. = test statistique significatif au seuil de 5 %

N.S. = test statistique non significatif au seuil de 5 %

CONCLUSION

L'étude des populations de *Glossina palpalis gambiensis* révèle une différence dans l'abondance et la sex-ratio d'une rive à l'autre du fleuve Niger. La couverture végétale, plus dense sur la rive droite, joue un rôle très important en tant qu'habitat indispensable pour les espèces riveraines, mais n'est pas suffisante pour expliquer la différence des densités observées. A côté de la végétation, il y a lieu de tenir compte d'autres facteurs, tels que la présence ou l'absence de gîtes larvaires ou d'hôtes nourriciers pouvant provoquer des migrations. Compte tenu des conditions climatiques (hygrométrie et température), l'évolution de la densité des glossines semble normale au gîte de Tienfala.

En effet, la population de tsé-tsé croît après les premières pluies (conditions favorables) pour atteindre un optimum en fin de saison pluvieuse. Elle décroît légèrement en saison sèche froide en même temps que l'hygrométrie, pour atteindre son niveau le plus bas en saison sèche chaude quand les conditions climatiques sont les plus défavorables (hygrométrie faible et température élevée).

La faible densité de *G. palpalis gambiensis*, observée au niveau du gîte de Baguinéda en fin de saison des pluies, pourrait s'expliquer par l'inondation des gîtes larvaires situés dans le lit majeur, la zone d'inondation.

Parmi les 50 infections observées chez *G. palpalis gambiensis* dans la zone d'étude, aucune infection du sous-genre *Trypanozoon* (*T. brucei*) n'a été notée. Néanmoins la maladie du sommeil existe, comme en témoigne l'infection en 1988 d'une fillette du village de Nyonya. Les résultats entomologiques obtenus concordent avec ceux des enquêtes menées sur les animaux par la Section protozoologie du Laboratoire central vétérinaire. Ils confirment que :

- le risque de la maladie est plus élevé en fin de saison des pluies ;
- le degré d'infection a été trouvé très faible pour les animaux des parcs situés loin des galeries forestières ;
- la quasi totalité des infections des bovins est due au sous-genre *Duttonella* (*T. vivax*).

En général, il apparaît que le sous-genre *Duttonella* (*T. vivax*) est plus apte à se développer chez les mouches tsé-tsé que les autres espèces de trypanosomes. Les études menées sur le ranch de Madina-Diassa (3) ont révélé que :

- la fréquence des infections du type *T. vivax* est plus élevée chez *G. tachinoides* (80,9 p. 100) que chez *G. morsitans submorsitans* (59,4 p. 100) ;
- les infections (probables) du sous-genre *Nannomonas* (*T. congolense*) sont moins fréquentes que celles du sous-genre *Duttonella* (*T. vivax*). Les fréquences observées chez *G. morsitans submorsitans* et *G. tachinoides* sont respectivement de 21,9 et 13,8 p. 100 ;
- les infections du sous-genre *Megatrypanum* (*T. grayi*) représentent 5,9 p. 100 chez *G. morsitans submorsitans* et 3,2 p. 100 chez *G. tachinoides* ;
- les infections immatures observées représentent respectivement 20,6 et 4,3 p. 100 chez la sous-espèce de savane et chez l'espèce riveraine.

Dans les conditions naturelles, on admet que la proportion de mouches tsé-tsé infectées par *Trypanosoma brucei sensu lato* est la moins élevée, soit au-dessous de 1 p. 100.

Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont permis de réaliser les enquêtes et d'achever ce travail, en particulier : Dr A.R. Gray, Dr M. Touré, Dr R. Eley (ILRI, Nairobi) ; Pr A. Aouti, Dr M. Dagnogo (FAST, RCI) ; Dr O. Diall, Directeur général du LCV ; Dr B. Seck et Dr C.F. Simbé, ancien DG et DGA du LCV ; Pr P. Ranque (OMS, Genève), Dr U. Feldmann (Joint FAO/IAEA Division, Vienne) ; Dr R. Cook, Directeur (Projet APEX/USAID, Bamako) ; Dr B. Kouyaté, Chef de la DDR du LCV ; et tous les autres collègues du Laboratoire central vétérinaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER A., 1973. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis*, Vanderplank, 1949 (Diptera : Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Bondy, France, ORSTOM, 274 p. (Mémoire n° 64)

2. DAVID R., 1977. Study of a natural population of *Glossina fuscipes* Newstead and a model of fly movement. *J. Anim. Ecol.*, **46**: 309-330.

3. DJITEYE A., 1985. Capacité vectorielle de *Glossina* (Diptera : Glossinidae) dans la transmission des trypanosomes en zone de savane soudano-Guinéenne (ranch de Madina-Diassa, cercle de Yanfolila). Thèse doct. de Spécialité, ISFRA, Bamako, Mali, 125 p.

4. ITARD J., 1981. Les trypanosomoses animales africaines. In : Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Maisons-Alfort, France, IEMVT, p. 398-428. (Manuels et précis d'élevage n° 10)

5. JACKSON C.H.N., 1933. On the true density of tsetse flies. *J. Anim. Ecol.*, **2**: 204-209.

6. PHELPS R.J., VALE G.A., 1978. Studies on populations of *Glossina morsitans morsitans* and *G. pallidipes* (Diptera: Glossinidae) in Rhodesia. *J. Appl. Ecol.*, **15**: 743-760.

7. SERVOZ H.M., 1987. Mission d'évaluation agropastorale et de formulations concernant le périmètre de Tienfala, République du Mali, mai 1987. Rome, Italie, FAO, GCP/RAF/191/ITA, 107 p.

Reçu le 3.4.96, accepté le 24.7.97

Summary

Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. Seasonal variations of the apparent density and trypanosome infection rates of *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) in the Sudanese zone of the Republic of Mali

Glossina palpalis gambiensis infests riparian and gallery forests of the Niger River and its tributaries in the agropastoral zone of Baguineda-Tienfala. The incidence of trypanosomiasis in livestock (related to the apparent density of this tsetse subspecies and its trypanosome infection rates) varies depending on the season and the site. In Tienfala site, (left bank of the Niger River), the highest apparent density (21.70 tsetse/trap/day) was observed at the end of the rainy season and the lowest (5.23) during the hot dry season. The sex ratio was generally in favour of females (60.74%). In the Baguineda site (right bank), the highest apparent density (8.70) was observed during the cold dry season, and the lowest (2.91) at the end of the rainy season. The sex ratio was generally in favour of males (57.91%). The trypanosome infection rate was higher at the end than at the beginning of the rainy season and the observed rates varied between 6.66 and 10.68% against 0.48 and 1.48%, respectively. Depending on the location in *G. palpalis gambiensis*, the infections were due to subgenera *Duttonella* (*Trypanosoma vivax* : 80%), *Nannomonas* (*T. congolense*: 4%), *Megatrypanum* (*T. grayi* : 2%) and to immature stages located only in the midgut (14%).

Keys words: *Glossina palpalis gambiensis* - Density - Seasonal variation - *Trypanosoma* - Infection - Riparian vegetation - Mali.

Resumen

Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. Variaciones estacionales de la densidad aparente y de la tasa de infección por *Trypanosoma* spp. de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en la zona sudanesa en Malí

Glossina palpalis gambiensis infesta los bosques «ripícolas» y las galerías forestales del río Níger y sus afluentes en la zona agropastoral de Baguineda-Tienfala. La incidencia de la tripanosomiasis (ligada a la densidad aparente de esta subespecie y a su infección tripanosómica), varía en función de la estación y del sitio. En efecto, a nivel del sitio del Tienfala (márgen izquierda del río), la densidad más elevada (21,70 glosinas/trampa/día) se observó hacia el final de la estación lluviosa y la más baja (5,23) durante la estación seca caliente. La relación de sexos fue en general favorable a las hembras (60,74%). A nivel del sitio de Baguineda (márgen derecha), la densidad más elevada (8,70) se presentó en la estación seca fría y la más baja (2,91) hacia el final de la estación lluviosa. La relación de sexos fue en general favorable a los machos (57,81%). La infección por tripanosomas fue más elevada al final que al principio de la estación de las lluvias y las tasas observadas varían, respectivamente, entre 6,66 y 10,68% contra 0,48 y 1,48%. Determinadas de acuerdo a su localización en la *G. palpalis gambiensis*, las infecciones fueron debidas a los sub géneros *Duttonella* (*Trypanosoma vivax*: 80%), *Nannomonas* (*T. congolense*: 4%), *Megatrypanum* (*T. grayi*: 2%) y a estadios inmaduros localizados unicamente en el intestino medio (14%).

Palabras clave: *Glossina palpalis gambiensis* - Densidad - Variación estacional - *Trypanosoma* - Infección - Vegetación ripícola - Malí.

Base de données de l'OIE sur la biotechnologie vétérinaire

OIE Veterinary Biotechnology Database

En 1989, l'Office international des épizooties (OIE), organisation mondiale de la santé animale, mettait en place un Groupe de travail sur la biotechnologie. Depuis lors, ce Groupe a recensé les méthodes de diagnostic biologique et les produits biotechnologiques couramment utilisés ou s'avérant prometteurs pour la lutte contre les maladies animales. Afin de procéder à ce recensement, un questionnaire annuel a été adressé à tous les Pays membres et à tous les Laboratoires de référence de l'OIE. D'autres laboratoires impliqués dans l'étude ou la prophylaxie des maladies animales transmissibles en étaient également destinataires. Au total, 192 laboratoires ont répondu aux demandes d'information de l'OIE.

Le questionnaire diffusé comporte trois volets principaux. Le premier porte sur les diagnostics faisant appel à l'une des techniques suivantes : anticorps monoclonaux, amplification en chaîne par polymérase (PCR), hybridation des acides nucléiques ou antigènes produits par génie génétique. La seconde partie du questionnaire concerne la prophylaxie des maladies animales infectieuses par les vaccins recombinants (vaccins sous-unitaires, peptides de synthèse, vecteurs ou agents pathogènes génétiquement modifiés). Le troisième volet du questionnaire traite des résistances aux maladies infectieuses ainsi que des animaux transgéniques.

Les informations relatives à plus de 25 000 techniques et produits issus de la biotechnologie ont ainsi pu être réunies et organisées en une grande base de données. Initialement présentée sur papier, cette base de données de l'OIE sur la biotechnologie est aujourd'hui accessible sur le Web (<http://www.oie.int>, ouvrir « File downloads » puis « Biotech »). Elle est également disponible sur disquette.

Les recherches sur cette base s'effectuent par mots-clés correspondant au nom de l'agent pathogène, à la technique utilisée (sonde nucléique, PCR, etc.) ou au réactif biologique (anticorps, peptide, antigène, etc.). Une analyse peut aussi être effectuée par pays ou par région car toutes les techniques et tous les produits sont liés à l'adresse de l'organisme fournisseur. Cette base favorise également les échanges d'informations et la coopération entre laboratoires puisque certains d'entre eux présentent leurs derniers travaux ainsi que leurs programmes de formation. Les informations compilées dans cette base destinée aux scientifiques du secteur de la santé animale peuvent aussi être utiles à d'autres spécialistes des techniques ou recherches biomédicales.

Afin de faciliter l'intégration des nouvelles informations dans la base, un questionnaire complet est accessible sur le site Web de l'OIE ou disponible sur disquette auprès de l'OIE.

Par cette présentation, l'OIE a pour objectif de développer l'utilisation de sa base de données ainsi que ses sources d'informations afin d'en accroître encore l'intérêt scientifique. Tous les laboratoires et scientifiques spécialisés dans la biotechnologie appliquée aux maladies animales sont cordialement invités à faire connaître leurs travaux à l'OIE.

In 1989, the Office International des Epizooties (OIE), the world organisation for animal health, set up a Working Group on Biotechnology. The Group established a list of laboratory diagnostic methods and products based on biotechnology that are used, or show promise for future use, for the control of animal diseases. To initiate this list, a questionnaire was sent annually to all OIE Member Countries and Reference Laboratories and to other laboratories known to be involved in research on or control of transmissible animal diseases. A total of 192 laboratories have responded to the questionnaire.

The questionnaire has three main sections. The first concerns the use for diagnosis by at least one of the following: monoclonal antibodies, gene amplification (polymerase chain reaction [PCR]), nucleic acid hybridisation or antigens produced by genetic engineering. The second part of the questionnaire regards prophylaxis of infectious animal diseases with recombinant vaccines (subunit vaccine, synthesised peptides, genetically altered vectors or pathogens). The third focuses on resistance to infectious diseases; transgenic animals fall under this category.

Beginning with a hard copy paper version in 1991, data on over 25,000 biotechnology methods and products have been collected and organised into a database that can now be accessed on the World Wide Web under "OIE Veterinary Biotechnology Database" (<http://www.oie.int>, open "File downloads", then "Biotech") or on diskette.

The OIE database is designed to allow the user to search by key word, either by name of the pathogen, by technique used (nucleic acid probe, PCR, etc.) or by biological reactive (antibody, peptide, antigen, etc.). Analysis by country or region can be done as each method or product is linked to the address of an institute that provides it. Interlaboratory information exchange and cooperation are also promoted by some laboratories' providing highlights of their most recent work and available training courses. Not only animal health but other biomedical scientists may find the database to be of use.

In order to facilitate trouble-free introduction of information to the database, a complete questionnaire is available on the OIE's website or on diskette from the OIE.

This information is provided not only to stimulate use of the database but also to encourage a more widespread contribution to it, in order to make it more valuable to workers in the field. All laboratory or scientific workers in animal disease biotechnology are cordially invited to provide information on their work to the OIE.

Le Directeur général de l'OIE

The Director General of the OIE

Note de lecture :

Aménagement des forêts naturelles en zones tropicales sèches

□ Cette synthèse fait le point des connaissances acquises et des activités de développement conduites durant ces quinze dernières années dans ce domaine, principalement, mais pas exclusivement en Afrique. Elle présente une plate-forme à partir de laquelle il convient de réorienter les efforts et précise les initiatives nécessaires à lancer sans retard à l'avenir, car il est urgent d'assurer une gestion à long terme de ces forêts et espaces sylvo-pastoraux.

Mobilisation internationale, description et répartitions des principales formations végétales sont rappelées avant de s'attarder sur les concepts, les principes et les impératifs techniques attachés à l'aménagement durable. La deuxième partie propose un « état de l'art » en ce qui concerne l'évolution de diverses disciplines. La troisième partie de cette synthèse aborde sommairement la très récente initiative internationale pour les forêts tropicales sèches, en citant les principaux critères et indicateurs retenus, ainsi que les options et directives opérationnelles.

Les options politiques soulignent le fait que l'aménagement forestier doit se situer dans le cadre de l'aménagement du territoire, qu'il doit s'inscrire dans le long terme, dans le cadre contractuel d'un compromis, discuté, élaboré conjointement avec l'ensemble des acteurs économiques, et qu'il doit opter pour un maintien global de la ressource dans sa capacité de production et dans sa diversité biologique. D'importants efforts de formation des agents forestiers tournée vers l'animation, la formation, le conseil, etc. doivent être entrepris. Mais une des options politiques majeures reste la recherche d'un auto-financement pour l'aménagement pérenne d'importantes surfaces de forêt. Cet objectif a des conséquences directes sur les options techniques à envisager et constitue un défi technique majeur pour les années à venir. Le suivi de l'aménagement et l'évaluation du plan d'aménagement sont des contraintes indispensables.

Parmi les options techniques associées aux sciences sociales, cette synthèse met en exergue quelques principes basés sur la priorité du facteur humain, l'identification des conflits, l'organisation des acteurs économiques.

Les options techniques associées à l'approche forestière se structurent autour d'une parfaite connaissance du milieu, de l'évaluation du dynamisme des peuplements en agissant selon un principe de prudence, du zonage ou organisation spatiale des usages, du régime de coupe et des sylvicultures d'accompagnement adaptées (en optant pour des opérations simples basées sur le savoir-faire des populations).

Les options techniques associées à l'élevage se basent sur une connaissance aussi large que possible de l'élevage et de ses besoins. Il importe de conserver aux terres de parcours des dimensions suffisantes pour le libre déplacement des troupeaux, de préserver les possibilités de transhumance, de veiller à l'équilibre entre la capacité de charge d'un parcours et la charge animale réelle, de jouer sur l'hydraulique pastorale, de conserver un équilibre entre la végétation herbacée et la strate ligneuse. Ceci suppose que les divers groupes d'intérêt s'organisent.

Les recherches à mener sont nombreuses, et visent principalement la connaissance de l'écosystème et de son fonctionnement, la conduite de l'écosystème. La recherche-action doit être privilégiée.

L'aide internationale est faible par rapport aux enjeux et cette insuffisance est amplifiée par la faiblesse de la formation. Des études de cas, analysant les principaux projets en cours, complètent cette synthèse.

Ronald Bellefontaine
CIRAD-Forêt

Bellefontaine R., Gaston A., Petrucci Y., 1997. Aménagement des forêts naturelles en zones tropicales sèches. Rome, Italie, FAO, 315 p. (Cahier FAO Conservation n° 32)

INRA

Editions

Hydrobiologie et aquaculture

Poissons de Guyane

Guide écologique

de l'Approuague

et de la réserve des Nouragues

T. Boujard, M. Pascal, F. Meunier,
P.-Y. Le Bail, J. Gallé

Cet ouvrage propose une synthèse des informations scientifiques disponibles sur les peuplements piscicoles d'eau douce de Guyane française : biogéographie, répartition spatiale, cycles saisonniers, biologie.

Il fait par ailleurs une description exhaustive d'une centaine de poissons peuplant la rivière Approuague et la réserve naturelle des Nouragues. La détermination des espèces est rendue particulièrement aisée grâce à une excellente iconographie inédite (24 planches couleurs, 6 planches noires), faisant clairement apparaître les caractères d'identification. Des clés de détermination, fondées sur l'utilisation de caractères discriminants accessibles pour le néophyte, sont également proposées.

Ce livre est le seul ouvrage de haut niveau, disponible en français, qui fasse le point des connaissances actuelles sur l'écologie des poissons de Guyane française. Il s'adresse aux chercheurs, enseignants et étudiants concernés par les poissons tropicaux mais aussi à un large public d'aquariophiles que toutes ces espèces tropicales d'eau douce fascinent.

1997, 264 pages, 300 F *
ISBN 2-7380-0719-8

* Frais d'envoi en sus

Les gonadotropines

Y. Combarrous, P. Volland-Nail, eds

Les gonadotropines jouent un rôle primordial dans la régulation des fonctions gamétogénétiques et endocrines des gonades. Par leur intermédiaire, le système nerveux central, qui intègre de nombreux paramètres internes et externes, exerce son contrôle sur la fonction de reproduction. C'est pourquoi la recherche des mécanismes régissant la sécrétion et l'action de ces hormones est d'un intérêt majeur de puis plus d'un demi-siècle.

Ce livre, premier ouvrage de synthèse en français consacré à la description physico-chimique, immunologique, biologique et clinique de ces hormones glycoprotéiques complexes, offre au lecteur un panorama aussi large et actuel que possible de leurs propriétés. Il décrit de façon très complète leur structure ainsi que celle de leurs récepteurs, entre dans le détail des relations structure-activité et de leurs actions cellulaires et physiologiques tant chez le mâle que chez la femelle. Il aborde leur caractérisation physico-chimique et immunologique, ainsi que leur biosynthèse et leur purification pour obtenir des préparations utilisables pour la recherche et en médecine humaine ou vétérinaire.

La contribution d'une trentaine des meilleurs spécialistes français à la réalisation de cet ouvrage très complet offre aux chercheurs, biochimistes ou endocrinologistes, aux médecins et vétérinaires, ainsi qu'aux professeurs et étudiants de 3^e cycle, une mise à jour à la fois synthétique et très documentée des connaissances actuelles sur ces hormones.

1997, 400 pages, 320 F (+ 30 F de port)

ISBN 2-7380-0762-7

Coll. Science update

Texte en français

Biodiversité et végétation pastorale

Ph. Daget¹ J. Poissonet¹

Mots-clés

Biodiversité - Flore - Pâturage - Zone tropicale - Mesure - Végétation - Méthode - Mauritanie - Burkina Faso - Cameroun - Tchad.

Résumé

Un rappel des normes de qualification de la richesse spécifique de la flore des pâturages est fait, illustré d'exemples mauritaniens, burkinabés, camerounais et tchadiens. Les rapports entre la richesse floristique et la productivité, les potentialités du milieu, la pression humaine sont envisagés et un modèle global de variabilité est proposé.

■ INTRODUCTION

Une des « mesures » (4) les plus fréquentes de la biodiversité d'un peuplement végétal est la richesse floristique, parfois même considérée comme la diversité ; en fait, il s'agit d'une mesure de la diversité parmi un ensemble d'autres (1, 23) pour lesquelles il a été montré qu'elles pouvaient toutes être exprimées par une seule expression générale (3, 14) $N\alpha$, fonction d'un paramètre unique α .

■ RICHESSE FLORISTIQUE ET DIVERSITÉ

Richesse stationnelle

La richesse floristique stationnelle correspond au nombre de diversité d'ordre zéro. Elle est souvent donnée comme une caractéristique de l'état de la flore. Un jugement de valeur sur la flore des pâturages est souvent établi d'après le nombre d'espèces présentes sur l'aire minimale et son extension, donc dans l'aire stationnelle ; il doit l'être par référence à l'échelle suivante (8) :

- flore très pauvre, lorsqu'il y a moins de 10 espèces ;
- flore pauvre, lorsqu'il y a de 11 à 20 espèces ;
- flore moyenne, lorsqu'il y a de 21 à 30 espèces ;
- flore assez riche, lorsqu'il y a de 31 à 40 espèces ;
- flore riche, lorsqu'il y a de 41 à 50 espèces ;
- flore très riche, lorsqu'il y a plus de 51 espèces.

On peut ajouter « flore raréfiée » avec moins de 5 espèces et « particulièrement riche » avec plus de 70 espèces.

Quelques exemples

■ Steppes de Mauritanie centrale

Ce premier exemple est emprunté à une exploration de Monod (18) en Mauritanie centrale. Trente-neuf stations de steppe très ouverte (ou Badiah marginal) ont été analysées entre le 20 décembre et le 20 janvier 1974. Parmi ces stations, il y en avait 16 où la flore était raréfiée, 16 où elle était très pauvre et 7 où elle était pauvre (tableau I : a).

■ Bahr el Ghazal du Tchad

Les observations sont celles de Yosko (25) ; il s'agit de steppes boisées au Nord Est du lac Tchad, analysées en 1993. Le tableau I (b) donne les résultats obtenus à partir des 39 premières stations de son échantillonnage. Parmi ces stations, il y en avait 2 où la flore était raréfiée, 11 où elle était très pauvre, 23 où elle était moyenne et 3 où elle était assez riche.

■ Steppes du Nord Cameroun

Le tableau I (c) donne les résultats obtenus à partir de 39 des stations analysées par Gaston (12) en 1981. Parmi elles, il y en avait 19 où la flore était raréfiée, 19 où elle était très pauvre et une seule où elle était moyenne.

■ Savanes de l'Adamaoua au Cameroun

Les résultats de 39 des stations analysées par Yonkeu (24) en 1993 dans l'Adamaoua vers 1 400 m d'altitude sont donnés dans le tableau I (d). Ici, il y avait 3 flores moyennes, 8 assez riches, 8 riches, 10 très riches et 10 particulièrement riches.

Variabilité locale

Lorsque plusieurs stations ont été analysées par des relevés standards dans la même région, ou dans le même degré-carré, il est intéressant d'examiner la variabilité interstationnelle de la biodiversité. Cela permet, en particulier, de déterminer si telle ou telle biodiversité mesurée (4) dans telle ou telle station est représentative de la situation régionale ou s'il s'agit de cas particuliers.

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

Tableau I

Caractéristiques de la richesse spécifique dans quatre groupes de 39 stations agrostologiques

	a	b	c	d
Richesse minimale	1	2	1	14
Premier décile	2	6	1	18,5
Premier quartile	3	9	3	28,5
Richesse médiane	6	11	4,5	39,5
Troisième quartile	9	14	6,5	49,5
Neuvième décile	11,5	17	8,5	58
Richesse maximale	20	25	11	67

La liste des chiffres correspondant aux mesures faites peut être caractérisée par les méthodes de la statistique descriptive ; en particulier par la suite des fractiles usuels :

- le minimum et le maximum,
- la médiane (valeur qui divise les données en deux lots égaux),
- le premier décile (10 p. 100 des données lui sont inférieures) et le neuvième (10 p. 100 lui sont supérieures),
- le premier quartile (25 p. 100 des données lui sont inférieures) et le troisième (25 p. 100 lui sont supérieures).

La confrontation, même seulement visuelle, de ces diverses valeurs apporte d'intéressants renseignements sur la variabilité locale de la biodiversité et, lorsque plusieurs séries sont disponibles, sur la variabilité inter-régionale. Ce type de confrontation est souvent suffisant, mais il peut être complété par une représentation graphique (graphe de Box et Wistler ou *Boxplot* (19)) ou par une analyse de variance selon le modèle de Kruskal-Wallis.

■ VARIATION DE LA RICHESSE FLORISTIQUE ET CONDITIONS STATIONNELLES

Diversité et productivité

Il a été écrit que le nombre d'espèces, donc la biodiversité, est un marqueur de la productivité des formations pâturées.

Mais c'est une notation trop rapide. En effet, si elle peut être considérée comme vraie au niveau régional (figure 1), il n'en va pas de même au niveau stationnel. C'est ainsi que, si les sebkhas sursalées avec une seule ou parfois deux ou trois espèces, peuvent être considérées comme une des végétations africaines les moins productives, les bourgoutières, avec la même biodiversité, sont parmi les plus productives (7). Par ailleurs, le moment où les observations sont faites a une importance primordiale, comme le montre la comparaison des colonnes a et c du tableau précédent ; une confrontation sans précaution indiquerait que les steppes du nord du Cameroun sont plus pauvres et plus arides que les badiahs de moyenne Mauritanie ! En fait, il faut préciser que les observations de Gaston ont été faites en fin de saison sèche, de sorte qu'il ne subsistait guère que les espèces ligneuses...

Par ailleurs, dans les végétations étudiées par Yonkeu (24) au Cameroun, les plus riches, dont la biodiversité est la plus élevée, sont celles des falaises. Enfin, les cultures les plus intensives présentent une biodiversité très faible résultant d'une éradication systématique des espèces autres que la plante cultivée productrice de rendement agricole.

Richesse

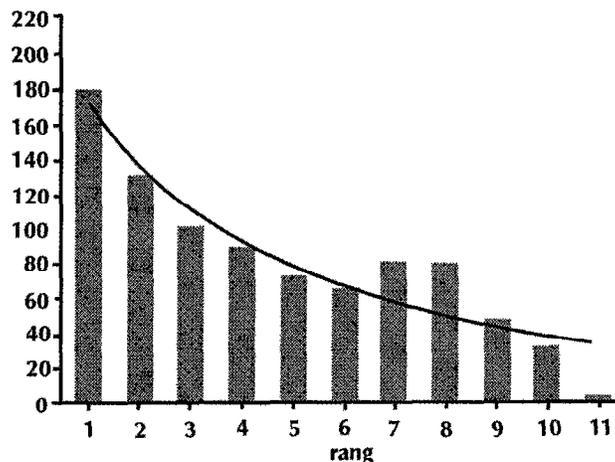


Figure 1 : relation entre la latitude et la richesse spécifique sur la Côte mauritanienne.

Le rang est la latitude de demi-degré en demi-degré à partir de l'embouchure du Sénégal (d'après Dia A.T., CIRAD-EMVT, Montpellier, France, 1996).

Diversité et stabilité

McNaughton a écrit « *There is something almost mythological about the hypothesis that greater species diversity in ecological communities is associated with greater community stability* » (17), malgré les travaux fondamentaux de May (16). Il faut prendre en compte tout l'écosystème et sa dynamique. Ainsi, la faible diversité d'une culture intensive est instable et cède la place à la forte diversité de la forêt secondaire en passant par les stades intermédiaires de la jachère. Le processus n'est pas simple et uniforme ; il présente une succession de maximums et de minimums relativement complexe (7). La diversité tout aussi faible des végétations hygrophiles qui entourent les mares correspond, quant à elle, à des végétations très stables.

Diversité et potentialités du milieu

La richesse spécifique est souvent considérée comme déterminée par les conditions de milieu (20). En particulier, on dit souvent que plus un sol a de potentialités, donc plus il est fertile et bien alimenté en eau, et plus sa richesse floristique est élevée. C'est ainsi que la biodiversité augmente avec l'épaisseur de placage sableux recouvrant les glacis pierreux du nord du Burkina Faso (tableau II).

Tableau II

Richesse spécifique des pâturages du Burkina Faso et état de la surface du sol (d'après Sanon et coll., IN.ERA, Ouagadougou, Burkina Faso, 1994)

Pas de placage et glacis pierreux	1
Pas de placage et glacis gravillonnaire	3
Pas de placage et glacis limono-sableux	6
Glacis avec un placage sableux peu épais	11
Glacis avec un placage sableux moyen	6
Glacis avec un placage sableux important	21

Il est clair que la relation existant entre la biodiversité et la production est plus complexe. Dans les cultures, plus la production est élevée et plus la biodiversité est faible. Cela résulte de la lutte contre la concurrence effectuée par le cultivateur lorsqu'il éradique les mauvaises herbes ; même dans les végétations naturelles cette relation est souvent en défaut. C'est ainsi que la végétation la plus productive de l'Afrique sahélienne, les bourgoutières à *Echinochloa stagnina* (11), est aussi celle dont la flore est la plus pauvre : moins de trois espèces, souvent une seule.

Diversité et pression humaine

On parle souvent des liaisons entre la biodiversité et l'action humaine (22) pour déplorer une action dépressive, mais des zoocéologues (2) ont montré qu'une activité humaine modérée était créatrice d'une biodiversité maximale, correspondant à un paysage en mosaïque (10) dont le grain est moyen, les taches nombreuses et de formes variées et la structure verticale étagée. La biodiversité diminue quand l'artificialisation (13) augmente, car les structures horizontales et verticales du paysage s'estompent progressivement. Elle diminue aussi quand l'artificialisation baisse, donc quand le terroir est abandonné ; en effet, dans ces conditions le paysage se ferme en se simplifiant (20 ; Dulieu comm. pers.). Ainsi, dans l'échelle de variation de ce paramètre écologique qu'est l'artificialisation du milieu (ou intensité de la pression humaine et, puisqu'il s'agit ici de pâturages, de la charge), la biodiversité commence par augmenter, passe par un maximum pour une pression modérée, puis diminue jusqu'à des valeurs faibles.

■ REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA VARIABILITE D'ENSEMBLE

Il en est ainsi quel que soit le paramètre écologique ; la biodiversité diminue quand augmente :

- la sécheresse stationnelle,
- l'humidité stationnelle,
- la teneur du sol en sel,
- la durée de la saison sèche,
- la rigueur de la saison froide,
- etc.

Une représentation théorique schématique de cette variation est donnée par une courbe « en cloche » pluri-factorielle (figure 2).

Figure 2 : modèle de variation de la richesse spécifique avec les paramètres mésologiques.

X : humidité stationnelle ; Z : sécheresse ; Y : pression humaine ; W : profondeur du sol, etc.

Toutefois, ce « modèle » ne se prête pas aisément à une modélisation opérationnelle. En effet, en ce qui concerne l'humidité stationnelle, par exemple, la diminution de la richesse floristique, liée à l'augmentation de l'influence de l'eau, telle qu'elle ressort des relevés de FLOTROP (5), met en évidence l'importance de l'existence d'une couche d'eau affleurante, mais aussi de sa pérennité au cours de l'année, de son épaisseur et de sa variation spatiale, de l'existence ou non d'une zone d'eau libre, de la nature des accès à la mare, tant par le bétail que par les animaux sauvages (et bien entendu de leur espèce), de l'histoire de l'appropriation des rives et de la surface aquatique (existence d'une mise en valeur par des rizières, abandon de ces dernières et modalités de cet abandon, éventuellement existence de techniques de restauration). Et le fonctionnement des autres axes est aussi complexe...

Dans les études agrostologiques locales, les paramètres majeurs peuvent être dégagés par une analyse factorielle des correspondances, ou par une « analyse écologique » (6). Une représentation plus simple, appuyée sur ces seuls paramètres, est alors possible. Ainsi, Sanon et coll. (21) ont-ils mis en évidence que la biodiversité agrostologique diminue dans quatre directions majeures :

- diminution de la profondeur et augmentation de la mobilité du revêtement sableux ;
- augmentation de l'importance des cailloux et des cuirasses ;
- augmentation de l'humidité stationnelle globale ;
- augmentation de la pression humaine.

La figure 3 montre l'organisation de ce jeu d'influences sur la richesse floristique stationnelle.

■ CONCLUSION

La prise en compte de la biodiversité est devenue, depuis quelques années, un des poncifs de l'approche écologique de l'aménagement et sa préservation un des points majeurs des recommandations des grands bailleurs de fonds. Mais, au terme de cette analyse, deux conclusions s'imposent.

Figure 3 : organisation d'ensemble de la variation de la biodiversité agrostologique (richesse floristique stationnelle) dans le Territoire de Menegou au Burkina Faso.

Redessiné d'après Sanon et coll., IN.ERA, Ouagadougou, Burkina Faso, 1994.

En premier lieu, même réduit à son squelette, c'est-à-dire à sa richesse spécifique, le concept de biodiversité n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît pour ceux dont l'écologie n'est pas la spécialité.

En second lieu, le fonctionnement de la réalité biologique dont il rend compte peut être très complexe, et ce sont les gradients de biodiversité qu'il convient de prendre en compte et d'interpréter selon les paramètres écologiques majeurs ; une valeur isolée n'aurait guère de sens.

Comprendre la biodiversité d'un site, d'une région, implique une prise en compte approfondie, non seulement de l'ensemble des paramètres mésologiques, mais aussi de leur appréhension par les populations humaines utilisatrices de ces végétations, donc de l'ensemble des paramètres socio-culturels et économiques. C'est toute la difficulté, mais aussi la grandeur, de l'écologie appliquée.

BIBLIOGRAPHIE

- BLONDEL J., 1979. Biogéographie et écologie. Paris, France, Masson, 172 p.
- BLONDEL J., 1995. Biogéographie - Approche écologique et évolutive. Paris, France, Masson, 297 p.
- DAGET Ph., 1980. Le nombre de diversité de HILL, un concept unificateur dans la théorie de la diversité écologique. *Acta Oecol., Oecol. Gener.*, 1 : 51-70.
- DAGET Ph., 1982. Sur le concept de mesure et son application en écologie générale. *Vie et Milieu*, 32 : 61-68.
- DAGET Ph., 1995. "FLOTROP", une base de données agro-pastorales sur l'Afrique tropicale au CIRAD-EMVT. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 48 : 281-282.
- DAGET Ph., GODRON M., 1988. Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Paris, France, Masson, 172 p.
- DAGET Ph., GUELLEY T., 1996. La biodiversité dans la reconquête forestière post-cultural. In : Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux. Bondy, France, ORSTOM, p. 301-304.
- DAGET Ph., POISSONET J., 1991. Prairies et pâturages, méthodes d'études. Montpellier, France, Institut de Botanique, 354 p.
- DIA A.T., 1996. Végétation du littoral mauritanien. Montpellier, France, CIRAD-EMVT, 74 p. (Rapport CIRAD-EMVT n° 96-019)
- FORMAN R., GODRON M., 1986. Landscape ecology. New York, USA, Wiley, 619 p.
- FRANCOIS J., RIVAS A., COMPERE R., 1989. Le pâturage semi-aquatique à *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 24 : 145-189.
- GASTON A., 1981. La végétation du Tchad - Évolutions récentes sous des influences climatiques et humaines. Thèse doct., Univ. Paris XII, France, 333 p.
- GODRON M. ed., 1968. Code écologique pour le relevé de la végétation et des milieux. Paris, France, CNRS.
- HILL M., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 45 : 427-432.
- KLEIN D., YONKEU S., 1984. Rapport annuel 1983-84 du CRZ de Wakwa, N'Gaoundéré, Cameroun.
- MAY R., 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: Cody M., Diamond J. eds., Ecology and evolution of communities. Cambridge, Mass., USA, Belknap Press, p. 81-120.
- McNAUGHTON S., 1988. Diversity and stability. *Nature*, 333 (6170): 204-205.
- MONOD Th., 1974. Spectre de modes de dissémination dans l'Adrar mauritanien (Sahara occidental). *Candollea*, 29 : 401-425.
- READ S., READ T., 1988. Statistical issues in setting product speciations, XI - Boxplots. *HP Journal*, 39: 11.
- RIPPSTEIN G., 1986. Etude sur la végétation de l'Adamaoua. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 380 p. (Etudes et synthèses de l'IEMVT n°14)
- SANON P., KONE N., LIEHOUN E., POISSONET J., MORANT Ph., SOMDA M., 1994. Etude agrostologique du terroir de Menegou. Ouagadougou, Burkina Faso, Inst. Etudes Rech. agric., 80 p.
- VAN DER MAAREL E., 1973. Plant species diversity in relation to management. *CR 11th Symp. British ecol. Soc.*: 45-63.
- VEIRA DA SILVA J., 1979. Introduction à la théorie écologique. Paris, France, Masson, 112 p.
- YONKEU S., 1993. Végétation des pâturages de l'Adamoua (Cameroun) : écologie et potentialités pastorales. Thèse doct., Univ. Rennes I, Rennes, France, 243 p.
- YOSKO I., 1995. Le système pastoral toubou du Bahr-el-Ghazal (Tchad). Thèse doct., Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, France, 244 p.

Reçu le 30.1.97, accepté le 4.8.97

Summary

Daget Ph., Poissonet J. Biodiversity and pastoral vegetation

This review serves as a reminder of qualification standards for specific richness of the pastoral flora, illustrated with Mauritanian, Burkinabian, Chadian and Cameroonian examples. Relations between the floristic richness and productivity, potentiality of the environment, human pressure are considered and a global model of variability is proposed.

Key words: Biodiversity - Flora - Grazing - Tropical zone - Measurement - Vegetation - Method - Mauritania - Burkina Faso - Cameroon - Chad.

Resumen

Daget Ph., Poissonet J. Biodiversidad y vegetación pastoril

Se hace un recordatorio de las normas de calificación de la riqueza específica de la flora de los pastizales, ilustrado de ejemplos mauritanos, burkinos, cameruneses y chadianos. Se examinan las relaciones entre la riqueza de la flora y la productividad, los potenciales del medio y la presión humana y se propone un modelo global de variabilidad.

Palabras clave: Biodiversidad - Flora - Pastoreo - Zona tropical - Medición - Vegetación - Método - Mauritania - Burkina Faso - Camerún - Chad.

Planifier un échantillonnage pour une étude régionale de la végétation

Ph. Daget¹ J. Poissonet¹ B. Toutain²

Mots-clés

Echantillonnage - Végétation - Méthode - Mesure - Burkina Faso.

Résumé

L'échantillonnage de qualité, nécessaire à une bonne étude des relations entre les espèces et les conditions de milieu, est obtenu par une stratification. Dans ce cadre, un échantillonnage est optimal au sens de Neyman (ou N-optimal) lorsque toutes les strates ont le même effectif. Pour l'obtenir, un algorithme ainsi que les relations et les seuils qui permettent d'évaluer la qualité de cet échantillonnage sont proposés. Un exemple de cas réel provenant du Burkina Faso est présenté.

■ INTRODUCTION

L'étude de la végétation et de ses relations avec les conditions de milieu est l'une des étapes préparatoires à des opérations d'aménagement régional et à la mise en place de dispositifs de suivi au sein de l'environnement. Les résultats sont souvent cartographiés car la représentation spatiale de ces connaissances constitue l'outil le plus commode de l'aménagiste. Ils peuvent ensuite être intégrés dans un système d'information géographique (SIG), ce qui permet, par le rapprochement informatique de données de diverses natures, de suggérer des comparaisons, des confrontations et d'envisager des simulations.

■ DE L'INVENTAIRE AU PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Un inventaire régional s'appuie sur des relevés agrostologiques, botaniques ou écologiques. Ceux-ci sont constitués, d'une part, de la liste de toutes les plantes végétant à un emplacement déterminé et, d'autre part, de la notation des caractéristiques stationnelles détaillées (1, 6, 8).

Beaucoup d'études d'agrostologie ou d'écologie régionales visent à mettre en évidence des indicateurs biologiques de l'état du milieu ou, tout au moins, de certains de ses descripteurs. A partir de

la confrontation des éléments contenus dans ces relevés et au moyen de méthodes décrites par ailleurs (3, 7,) il est possible de dégager aussi bien une typologie de la végétation, base de la cartographie, que des indicateurs biologiques. Mais l'échantillonnage suppose un nombre suffisant de relevés (de l'ordre de la centaine) pour que les approches statistiques effectuées soient valides. Pour alléger le travail de terrain, qui est onéreux, et pour aider au choix des stations, car les déplacements ne sont pas toujours faciles, il faut planifier l'échantillonnage (4, 5), afin de ne pas faire trop de relevés et surtout de ne faire que ceux qui sont nécessaires et pas plus.

■ ÉCHANTILLONNAGE STRATIFIÉ

Au moment de préparer les missions de terrain pour collecter les données, l'agrostologue peut être tenté de répartir les emplacements de relevés par un tirage aléatoire ou aux nœuds d'un réseau à mailles carrées pour obtenir une répartition spatiale homogène. De tels choix conduisent à un échantillonnage dans lequel le nombre de relevés de chaque type de milieu est proportionnel à la surface qu'il occupe dans la région. Les milieux les plus fréquents sont suréchantillonnés, tandis que les végétations qui n'occupent que des espaces restreints sont sous-échantillonnées, voire pas du tout inventoriées.

L'agrostologue doit s'inspirer des méthodes des instituts de sondage et utiliser un échantillonnage stratifié (5). Cela consiste à découper l'univers à échantillonner en « sous-univers » appelés strates, relativement homogènes par rapport à un critère jugé *a priori* discriminant. Les échantillons sont ensuite répartis dans ces strates.

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

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

Il est souvent fructueux de retenir deux, parfois trois, critères discriminants. Alors, chaque strate obtenue par le premier critère est à son tour subdivisée sur la base du second. Pour effectuer cette opération, il convient que chacun des paramètres utilisés pour caractériser ces critères soit discret et ait au moins 5 à 7 classes. Ainsi, si la pente est retenue comme paramètre de planification, ce n'est pas sa valeur mesurée au clinomètre (en degré, en grade ou en pourcentage) qui sera utilisée mais des classes de pente.

Par ailleurs, on appelle case létale, ou combinaison létale, une combinaison des deux descripteurs qui, par nature, ne peut pas exister sur le terrain. Ce serait par exemple la combinaison « sommet arrondi-marécage » ou « forêt galerie-cuirasse »...

Tableau optimal

La combinaison de plusieurs strates permet d'établir un tableau d'échantillonnage à double entrée pour deux strates, à triple entrée pour trois... Pour que l'échantillonnage soit le plus efficace et le moins coûteux possible (on dit « pour qu'il soit optimal », ou « optimal au sens de Neyman », ou encore « N-optimal »), il a été démontré que l'allocation des relevés dans les strates doit être uniforme, c'est-à-dire qu'il faut qu'il y ait autant de relevés dans chaque strate, donc, d'une part, sur chaque ligne et, d'autre part, sur chaque colonne, même si les effectifs des cases du tableau sont différents (5, 9).

Algorithme ARISTEA

On obtient aisément un tel tableau, quels que soient le nombre et la position des cases létales en utilisant l'algorithme ARISTEA (2 simplifié) qui donne la succession des manipulations à effectuer étape par étape.

Algorithme de résolution immédiate et systématique des tableaux d'échantillonnage carrés à cases létales (ARISTEA) :

1. Soit n le nombre de classes de chacun des deux descripteurs. Faire un tableau carré de $n \cdot n = n^2$ cases.

2. Soit N le nombre total approximatif de relevés envisagé.

3. Y-a-t-il des cases létales ?

Si oui aller en 5 ; si non aller en 4.

4. L'effectif par case est l'entier le plus proche de $y = N/n^2$. Le tableau est N-optimal. FIN.

5. Où sont-elles placées ?

6. Soit k le nombre maximal de cases létales sur une ligne ou sur une colonne.

7. L'effectif à viser pour chaque ligne ou colonne est $m = N/n$.

8. Donnons provisoirement à chaque case non létale un effectif égal à l'entier le plus proche de $z = m/(n-k)$.

9. Faire les totaux marginaux du tableau T ; soit H le vecteur colonne des sommes faites suivant les lignes et V le vecteur ligne des sommes faites selon les colonnes.

10. Toutes les valeurs de H et toutes celles de V sont-elles égales ?

Si oui aller en 11 ; si non aller en 12.

11. Le tableau T est aussi près que possible d'un résultat N-optimal. FIN.

12. Soit m' le plus petit des totaux de H et de V .

13. Extraire de T le sous-tableau T' contenant les cases de T correspondant aux maximums de H et de V .

14. Les éléments de T' sont-ils tous égaux à 1 ?

Si oui aller à 11, si non aller à 15.

15. Les éléments de T' sont-ils tous nuls ?

Si oui aller à 11, si non aller à 16.

16. Retirer 1 à chaque case de T' ayant plus de 1 relevé, puis retourner en 9.

Exemple

Il s'agit de stratifier un échantillonnage à partir de deux descripteurs de cinq classes pour lesquelles on a noté que les combinaisons {1;1}, {1;5}, {2;3} et {3;3} étaient létales. On construit d'abord un tableau 5 x 5 (question 1), puis on retient (question 2) le nombre de 90 relevés ; les cases létales (question 3) sont repérées (question 5) (figure 1 : a). La première ligne en contient 2 donc $k = 2$ (question 6), par conséquent on place dans chaque case le nombre $6 = (90/5)/3 = 90/15$ (figure 1 : b). Les totaux marginaux sont $H = 18\ 24\ 24\ 30\ 30$ et $V = 24\ 30\ 18\ 30\ 24$. C'est donc aux deux dernières lignes des deuxième et quatrième colonnes qu'il faut retirer 1 (figure 1 : c) ; les totaux deviennent $H = 18\ 24\ 24\ 28\ 28$ et $V = 24\ 28\ 18\ 28\ 24$. L'opération est donc à renouveler dans les mêmes cases puis encore une fois ce qui donne $H = 18\ 24\ 24\ 24\ 24$ et $V = 24\ 24\ 18\ 24\ 24$ ce qui amène à retirer 1 des 4 dernières lignes des colonnes 1, 2, 4 et 5 deux fois de suite. Il vient alors (figure 1 : d) $H = 18\ 16\ 16\ 16\ 16$ et $V = 16\ 16\ 18\ 16\ 16$, ce qui conduit à retirer 1 dans la troisième case de la première ligne deux fois de suite pour aboutir au tableau N-optimal définitif (figure 1 : e) avec 80 relevés.

0 1 1 1 0	0 6 6 6 0	0 6 6 6 0	0 6 6 6 0	0 6 4 6 0
1 1 0 1 1	6 6 0 6 6	6 6 0 6 6	4 4 0 4 4	4 4 0 4 4
1 1 0 1 1	6 6 0 6 6	6 6 0 6 6	4 4 0 4 4	4 4 0 4 4
1 1 1 1 1	6 6 6 6 6	6 5 6 5 6	4 1 6 1 4	4 1 6 1 4
1 1 1 1 1	6 6 6 6 6	6 5 6 5 6	4 1 6 1 4	4 1 6 1 4
a	b	c	d	e

Figure 1 : différentes étapes de la construction d'un tableau d'échantillonnage N-optimal.

■ MESURE DE LA QUALITE D'UN ECHANTILLONNAGE

Modalité de la mesure

On appelle profil d'ensemble d'un descripteur la suite des fréquences absolues des relevés dans les classes de ce descripteur (3) ; le tableau I en donne la forme théorique.

Il est clair que si un descripteur n'a qu'une classe, un relevé au hasard parmi les NR relevés de l'étude n'apporte aucune information particulière vis-à-vis de ce descripteur. Si le descripteur a plusieurs classes, l'étude n'apporte pas d'information sur ce descripteur. En fait, la quantité d'information apportée par un profil d'ensemble est mesurée par son entropie à partir des fréquences relatives des relevés dans les classes :

$$H(L) = - \sum_1^{NR} \frac{R(K)}{NR} \log_2 \frac{R(K)}{NR}$$

Tableau I

Forme théorique du profil d'ensemble

	Descripteur L ayant NK classes						Ensemble des relevés
	Classe 1	Classe 2	...	Classe K	...	Classe NK	
Nombre de relevés	R(1)	R(2)	...	R(K)	...	R(NK)	$NR = \sum_1^{NK} R(K)$

D'après Daget Ph., Godron M., Masson, Paris, France, 1982

Ce qui s'écrit aussi :

$$H(L) = - \log_2 NR - \frac{1}{NR} \sum_1^{NR} R(k) \log_2 R(k)$$

On démontre que H(L) passe par un maximum lorsque toutes les fréquences relatives R(k) sont égales :

$$R(k) = \frac{NR}{NK}$$

On a alors :

$$H(L; \max) = - \log_2 NK$$

L'entropie maximale en binons est égale au logarithme à base deux du nombre de classes.

La qualité de l'échantillonnage se mesure par le rapport entre l'entropie liée à la répartition des relevés suivant le descripteur H(L) et son entropie maximale H(L ; max).

Exemple

Un inventaire effectué il y a quelques années dans une région du Burkina Faso a permis de mettre en évidence que les descripteurs discriminants étaient le type de formation végétale et la situation géomorphologique de la station :

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1. Prairie humide | A. Montagne |
| 2. Cordon ripicole | B. Cuirasse |
| 3. Forêt galerie | C. Plaine |
| 4. Forêt | D. Haut de versant |
| 5. Savane arborée | E. Mi-versant |
| 6. Savane arbustive | F. Bas de versant |
| 7. Jachère arborée | G. Bas-fonds et dépressions |
| 8. Culture | H. Talwegs et mares |

Les relevés effectués se répartissent de la manière indiquée dans le tableau II.

Pour un total NR = 115, le profil d'ensemble pour la situation géomorphologique qui rassemble le nombre de relevés pour chacune des huit classes est :

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3	4	2	15	48	22	9	12

Tableau II

Echantillonnage effectué dans l'étude au Burkina Faso

	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
A	X	X	X	X	3	0	0	0	3
B	X	X	X	X	2	2	0	0	4
C	X	X	X	X	1	0	1	0	2
D	X	X	X	X	14	1	0	0	15
E	X	X	X	1	44	1	2	0	48
F	0	0	0	1	20	0	1	0	22
G	2	0	0	0	3	0	3	1	9
H	4	4	4	0	2	0	0	0	12
Σ	6	4	4	2	87	4	7	1	115

En divisant toutes ces valeurs par NR = 115, on obtient le profil des fréquences relatives suivant :

0,026 0,035 0,017 0,130 0,417 0,191 0,078 0,104

dont l'entropie est :

$$H = - (0,026 \log_2 0,026 + \dots + 0,104 \log_2 0,104) = 2,401$$

Avec huit situations géomorphologiques (géomor), l'entropie maximale est :

$$H_{\max} = \log_2 8 = 3$$

Par conséquent, la qualité de l'échantillonnage effectué est :

$$Q(\text{géomor}) = \frac{2,401}{3} = 0,800$$

On calculerait de la même manière la qualité de l'échantillonnage des formations végétales (formveg) dans cette étude :

$$Q(\text{formveg}) = \frac{1,439}{3} = 0,480$$

L'analyse de nombreux échantillonnages dans des régions très variées conduit à proposer d'estimer la valeur d'un échantillonnage par référence à l'échelle empirique suivante :

- ≤ 0,50 = très mauvais échantillonnage
- 0,51 à 0,84 = mauvais échantillonnage
- 0,85 à 0,90 = échantillonnage médiocre
- 0,91 à 0,95 = bon échantillonnage
- ≥ 0,96 = très bon échantillonnage

Il apparaît donc que l'échantillonnage des situations géomorphologiques est médiocre tandis que celui des formations végétales est très mauvais, cela étant dû au fait que les trois-quarts des relevés sont dans la même classe (la classe 5 des savanes arborées) qui se trouve, de ce fait, extrêmement suréchantillonnée. Bien entendu, il s'agit de la formation qui couvre la plus grande surface ce qui explique qu'avec un échantillonnage non stratifié elle est la plus représentée. Si elle devait être considérée comme hétérogène, alors il aurait fallu considérer plusieurs types de savane arborée à échantillonner comme tels.

Généralisation

Il est aisé de généraliser aux cas où les deux descripteurs n'ont pas le même nombre de classes, donc aux cas des tableaux d'échantillonnage rectangulaires. Il suffit de remplacer n^2 par $N1.N2$ et $n(n-k)$ par $(N1.N2)-L$, avec L le nombre de cases létales. Le tableau obtenu est très proche du tableau N-optimal cherché qu'il est possible d'atteindre très rapidement par une ou deux inversions.

Ainsi pour le tableau 8 x 5 avec 4 cases létales en {1 ; 1}, {1 ; 2}, {2 ; 2}, {8 ; 5}, on obtient rapidement le tableau de la figure 2 : a dont les totaux marginaux sont $H = 7\ 6\ 6\ 6\ 6\ 6\ 6\ 6$ et $V = 9\ 12\ 10\ 10\ 8$, pour un total général de 49. La qualité de l'échantillonnage a respectivement pour valeur $Q(5) = 0,935$ et $Q(8) = 0,994$; on voit rapidement qu'en intervertissant sur les lignes 3 et 4 les deuxième et cinquième valeurs, on atteint le tableau N-optimal (figure 2 : b) avec $Q(5) = 0,999$, V devenant 9 10 10 10 10 et le total général restant de 49.

0 0 3 3 1	0 0 3 3 1
2 0 1 1 2	2 0 1 1 2
1 2 1 1 1	1 1 1 1 2
1 2 1 1 1	1 1 1 1 2
1 2 1 1 1	1 2 1 1 1
1 2 1 1 1	1 2 1 1 1
1 2 1 1 1	1 2 1 1 1
2 2 1 1 0	2 2 1 1 0
a	b

Figure 2 : tableaux 8 x 5 à 4 cases létales proches de l'optimum.

Summary

Daget Ph., Poissonet J., Toutain B. Sampling design to study vegetation at the regional level

Stratified sampling provides quality needed in the study of relations between species and environmental conditions. A sampling is then optimal in Neyman sense (or N-optimal) when all strata have the same number of *relevés*. In order to reach it an algorithm as well as the relations and thresholds that help evaluate the quality of the sampling are proposed. A real case example from Burkina Faso is discussed.

Key words: Sampling - Vegetation - Method - Measurement - Burkina Faso.

CONCLUSION

Bien des difficultés se sont manifestées pour l'interprétation de l'échantillonnage ci-dessus ; les calculs qui viennent d'être présentés montrent que ces problèmes viennent d'un échantillonnage très déséquilibré. En fait, il a été réalisé sans planification préliminaire. Ceci explique cela et souligne la nécessité d'une bonne planification préalable. L'algorithme ARISTEA, facile à programmer, peut aider à la préparation de ce préalable, mais il n'est pas suffisant. C'est un exemple de raisonnement qu'il faut adapter aux cas réels (tableaux rectangulaires, tableaux à triple ou quadruple entrées).

BIBLIOGRAPHIE

- BOUDET G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, France, La Documentation française, 266 p. (Manuels et précis d'élevage n° 4)
- DAGET Ph., 1989. De la réalisation des plans d'échantillonnage en phytoécologie générale - Quelques algorithmes d'allocation. *Biocénoses (Alger)*, 4 : 96-115.
- DAGET Ph., GODRON M., 1982. Analyse écologique des espèces dans les communautés. Paris, France, Masson, 172 p.
- FRONTIER S., 1982. Echantillonnage écologique. Paris, France, Masson, 172 p.
- GODRON M., 1971. Essais sur une approche probabiliste des végétaux. Thèse doct. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, France, 247 p.
- GODRON M. ed., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et des milieux. Paris, France, CNRS, 272 p.
- GUINOCHET M., 1973. Phytosociologie. Paris, France, Masson, 228 p.
- MUELLERS-DOMBOIS D., ELLENBERG H., 1979. Aims and methods in vegetation science. New York, USA, Wiley, 547 p.
- NEYMAN N., 1934. On two different aspects of the representative method : the method of stratified sampling and the method of purposive selection. *J. R. Stat. Soc.*, 97: 558-606.
- TOUTAIN B., DUMAS R., TACHER G., 1978. Zone pastorale d'accueil de Sidéradouougou (Haute Volta). Etude préliminaire. Maisons-Alfort, France, GERDAT-IEMVT, 191 p.

Reçu le 30.1.97, accepté le 4.8.97

Resumen

Daget Ph., Poissonet J., Toutain B. Planificación de un muestreo para un estudio regional de la vegetación

Un muestreo de calidad, necesario para un buen estudio de las relaciones entre las especies y las condiciones del medio, se obtiene gracias a una estratificación. De manera que, desde el punto de vista de Neyman (o N-óptimo), un muestreo es óptimo cuando todos los estratos tienen el mismo efectivo. Con el fin de obtenerlo, un algoritmo así como las relaciones y los umbrales que permiten la evaluación de la calidad de este muestreo son propuestos. Se da el ejemplo de un caso proveniente de Burkina Faso.

Palabras clave: Muestreo - Vegetación - Método - Medición - Burkina Faso.

Mesurer les liaisons entre espèces dans un groupe de relevés

Ph. Daget ¹ A. Gaston ²

Mots-clés

Pâturage - Zone tropicale - Mesure - Méthode - Végétation - Tchad.

Résumé

Deux types de liaison interspécifique sont distingués, la contingence fondée sur la prise en compte des probabilités totales et l'association fondée sur celle des probabilités conditionnelles. Une méthode d'analyse de l'association est présentée et illustrée par un cas concret tchadien.

■ CONTINGENCE ENTRE ESPECES

Depuis les débuts de la phytosociologie quantitative, la caractérisation de l'association des espèces a fait l'objet de préoccupations des biométriciens (4). Ils ont, la plupart du temps, abordé cette mesure par le coefficient de contingence (2) ou coefficient de corrélation de point.

Soit deux espèces, présentes ensemble ou séparément dans un lot de N relevés, et soit a le nombre de relevés où ces deux espèces sont présentes ensemble, b celui des relevés qui ne contient que la première, c celui des relevés qui ne contient que la seconde et d le nombre de relevés qui ne contient aucune des deux espèces ; le coefficient de contingence s'écrit (1, 2) :

$$c = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)}}$$

Lorsqu'il y a un très grand nombre de relevés, ou lorsqu'il s'agit de mesurer l'association d'espèces peu fréquentes, le poids des relevés « vides » (du moins en ce qui concerne ces deux espèces) devient prépondérant et produit un biais important dans la caractérisation cherchée. C'est pourquoi Godron et coll. (3) ont proposé de calculer la contingence en faisant abstraction de d.

Une des qualités importantes de la contingence est d'être réversible ; la liaison de l'espèce A avec l'espèce B est la même que celle de l'espèce B avec l'espèce A. Pour l'agro-pastoraliste ou l'écologue sur le terrain, elle correspondrait à la réflexion suivante : « Si, sur le terrain, il m'arrivait de rencontrer l'espèce A, alors la probabilité de rencontrer l'espèce B serait celle-ci. »

■ ASSOCIATION ENTRE ESPECES

Principe de la caractérisation

Il en va autrement sur le terrain. En effet, l'observateur de terrain n'a que faire de suppositions ; il voit une espèce particulière en arrivant dans la station qu'il veut caractériser ou analyser ; il la voit parce qu'elle est dominante, ou parce qu'elle a des fleurs très voyantes, ou encore parce que son port est très caractéristique et la réflexion qu'il se fait est la suivante : « L'espèce A est présente ici, donc j'ai des chances de trouver les espèces B et D ». Il ne se pose même pas de question sur l'espèce C, elle n'est pas associée à A. L'expérience peut conduire certains observateurs soigneux à une très grande précision dans la prévision du cortège qu'ils vont rencontrer. Cette expérience mène aussi à de nouvelles questions : « Comment se fait-il que l'espèce F ne soit pas présente ici, c'est anormal... » Anomalie qui traduit généralement un début d'évolution vers des faciès différents (début de dégradation, de surexploitation, première influence d'une sécheresse, ou l'inverse, selon les cas) et provoque une analyse particulière du phénomène pressenti.

Le problème de la contingence est en définitive un examen des probabilités totales (1) comparant, pour les aléas i et j :

$$p(i,j) \text{ à } p(i).p(j)$$

tandis que celui de l'association, qui est envisagé ici, se rapporte aux probabilités conditionnelles (1), comparant :

$$p(i|j) \text{ à } p(i)$$

Cette comparaison sera faite aisément au moyen du test χ^2 (6) dans la mesure où les effectifs traités sont suffisamment importants, et par un test t avec report à une table s'ils sont faibles (1) :

$$\chi^2 = \frac{(O - Np)^2}{Npq}$$

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

2. Laboratoire d'agronomie, INRA-INA, 78850 Thiverval-Grignon, France

où N est le nombre de relevés contenant l'espèce de référence, p la fréquence relative de l'espèce qui lui est comparée dans l'ensemble de l'inventaire et O le nombre de relevés comportant à la fois l'espèce de référence et celle qui est examinée, avec $q = 1 - p$. Avec les conventions de Dagnélie (2) utilisées dans le paragraphe précédent, on peut écrire :

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2}{(a + c)(a + b)(c + d)}$$

Cette écriture, ne contenant pas les arrondis des fréquences relatives, donne des résultats plus précis que la précédente.

L'utilisation de ce critère et de la fréquence relative des espèces dans les relevés contenant l'espèce de référence permet de classer l'association de ces espèces en cinq catégories :

- association absolue : la fréquence relative de l'espèce comparée dans les relevés extraits est 1 ;
- association presque certaine : le χ^2 est supérieur à 6,63 (valeur liminaire au seuil de 0,99) ;
- association très probable : il est compris entre 6,63 et 3,84 (valeur liminaire au seuil de 0,95) ;
- association probable : il est compris entre 3,84 et 1,32 (valeur liminaire au seuil de 0,75) ;
- pas d'association : il est inférieur à 1,32.

Exemple

Le tableau I représente un extrait tiré de la base FLOTROP du CIRAD-EMVT (7) et correspond aux 20 premières espèces de 41 relevés faits en novembre 1974 par A. Gaston, alors agropastoraliste à l'IEMVT, dans la cuvette du lac Tchad. Sur les originaux de

ses relevés, il a noté que certains d'entre eux correspondaient à des steppes à *Hyphaene thebaica*, d'autres à des steppes à Acacias, d'autres à des jachères ou à des types de végétation divers.

Prenons le cas d'*Hyphaene thebaica*. Le tableau II réunit, en présence/absence, les 10 relevés où cette espèce a été enregistrée et les espèces trouvées au moins une fois dans ces relevés ; il comporte aussi le nombre d'occurrences de chacune de ces espèces dans l'ensemble des 41 relevés, dans les 10 retenus ici, et les fréquences relatives correspondantes.

Parmi ces espèces, *Cenchrus biflorus* a donc été trouvé 12 fois dans l'inventaire et 7 fois en présence d'*Hyphaene thebaica*. Le χ^2 qui mesure la liaison entre ces deux espèces est donc :

$$\chi^2 = \frac{(7 - 10 \times 0,29)^2}{10 \times 0,29 \times 0,71} = \frac{4,1^2}{2,06} = 8,16$$

C'est une valeur nettement supérieure aux valeurs liminaires de 3,84 et 6,63 pour les seuils de 0,95 et 0,99. En définitive, il est hautement probable que *Cenchrus biflorus* soit lié avec *Hyphaene thebaica* ou, en d'autres termes, dans une steppe à *Hyphaene thebaica*, la présence de *Cenchrus biflorus* est hautement probable ; ceci, naturellement, dans la mesure où les relevés de base constituent bien un échantillon représentatif de la situation régionale.

Sur la base de cet échantillon, il est possible d'appliquer le critère ci-dessus autant de fois qu'il y a d'espèces. Ainsi :

- Dans la steppe à *Hyphaene thebaica*, il y a presque certainement : *Alysicarpus ovalifolius*, *Aristida funiculata*, *Aristida mutabilis*, *Brachiaria distichophylla*, *Cenchrus biflorus*, *Commiphora africana*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Monsonia senegalensis*, *Salvadora persica*, *Schoenefeldia gracilis*, *Sclerocarya birrea*, *Tribulus terrestris* ; et sûrement : *Eragrostis tremula*, *Hyperthelia dissoluta*, *Maerua crassifolia*.

Tableau I

Extrait de la base FLOTROP pour les 20 premières espèces de 41 des relevés de A. Gaston dans la cuvette du Tchad en novembre 1974

0005	<i>Acacia albida</i>01.....0.....01.....0.....
0011	<i>Acacia nilotica</i>	32.....1400.23...1.01.1110.002.01.0.0100
0017	<i>Acacia senegal</i>	.2.2.001.....1...02.0.2.220..2.2.2.....
0018	<i>Acacia seyal</i>00..0...1.....00..33..1
0019	<i>Acacia sieberiana</i>0.....2.....1
0023	<i>Achyranthes aspera</i>1.0.....01..12.1.1..1.020..1..0
0027	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	.0..1...01.00.....
0077	<i>Aristida funiculata</i>	.33223.1...12.....
0077	<i>Aristida longiflora</i>	...0.....
0080	<i>Aristida mutabilis</i>	.22121112.2202.....2..10.1.0.....
0093	<i>Balanites aegyptiaca</i>	00.0..010..0....2..0.101.0.00.1...0...1
0095	<i>Bauhinia rufescens</i>	.0.....0...00.1.....0.....
0115	<i>Boscia senegalensis</i>0...0.1.0...0.1.....
0118	<i>Brachiaria distichophylla</i>	.0000...1.....
0122	<i>Brachiaria ramosa</i>	2.....0...0.....1..2...3
0123	<i>Brachiaria xantholeuca</i>0.....0.....0.....
0131	<i>Cadaba farinosa</i>0..0.0.1.0.00.0...0...0
0133	<i>Calotropis procera</i>	1.....0...00.....
0148	<i>Cassia tora</i>	.0.....00...0...0..01232.2.00..00.....
0153	<i>Cenchrus biflorus</i>	.10....0131001.....0..10.....

Tableau II

Matrice en présence/absence des espèces rencontrées au moins une fois avec *Hyphaene thebaica* dans les relevés précédents, fréquences absolues et relatives

		Ft	Fh	Frt	Frh
<i>Acacia albida</i>	0001100100	6	3	0,14	0,3
<i>Acacia nilotica</i>	1000001101	25	4	0,6	0,4
<i>Acacia senegal</i>	1001110001	16	5	0,39	0,5
<i>Acacia seyal</i>	0000000000	9	0	0,21	0
<i>Acacia sieberiana</i>	0000000000	3	0	0,07	0
<i>Achyranthes aspera</i>	0000000100	14	1	0,34	0,1
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	1010001110	6	5	0,14	0,5
<i>Aristida funiculata</i>	1111010110	8	7	0,19	0,7
<i>Aristida longiflora</i>	0010000000	1	1	0,02	0,1
<i>Aristida mutabilis</i>	1111111111	17	10	0,41	1
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1000111100	18	5	0,43	0,5
<i>Bauhinia rufescens</i>	1000000001	6	2	0,14	0,2
<i>Boscia senegalensis</i>	0000000000	6	0	0,14	0
<i>Brachiaria distichophylla</i>	1110001000	5	4	0,12	0,4
<i>Brachiaria ramosa</i>	0000100100	6	2	0,14	0,2
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	0000010000	3	1	0,07	0,1
<i>Cadaba farinosa</i>	0000000000	10	0	0,24	0
<i>Calotropis procera</i>	0000000000	4	0	0,09	0
<i>Cassia obtusifolia</i>	1000011001	15	4	0,36	0,4
<i>Cenchrus biflorus</i>	1100011111	12	7	0,29	0,7
<i>Chloris pilosa</i>	1011111101	26	8	0,63	0,8
<i>Commelina forsskalaei</i>	0010000110	5	3	0,12	0,3
<i>Commiphora africana</i>	0111100010	6	5	0,14	0,5
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1111111111	23	10	0,56	1
<i>Digitaria horizontalis</i>	1000010101	7	4	0,17	0,4
<i>Echinochloa colona</i>	0000000000	6	0	0,14	0
<i>Eragrostis tremula</i>	1000101100	6	4	0,14	0,4
<i>Hyparrhenia dissoluta</i>	0011000100	4	3	0,09	0,3
<i>Hyphaene thebaica</i>	1111111111	10	10	0,24	1
<i>Ipomoea pestigridis</i>	0000000001	3	1	0,07	0,1
<i>Maerua angolensis</i>	0000011000	3	2	0,07	0,2
<i>Maerua crassifolia</i>	1100100000	4	3	0,09	0,3
<i>Monsonia senegalensis</i>	0011000010	3	3	0,07	0,3
<i>Oryza barthii</i>	0000000000	1	0	0,02	0
<i>Panicum laetum</i>	0000000000	10	0	0,24	0
<i>Panicum maximum</i>	0000000000	5	0	0,12	0
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	0000001101	14	3	0,34	0,3
<i>Piliostigma reticulata</i>	0100100000	4	2	0,09	0,2
<i>Salvadora persica</i>	1100111100	6	6	0,14	0,6
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	0000001000	1	1	0,02	0,1
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	1111101010	8	7	0,19	0,7
<i>Sclerocarya birrea</i>	0101100100	5	4	0,12	0,4
<i>Tribulus terrestris</i>	1000011001	4	4	0,09	0,4
<i>Urochloa trichopus</i>	0000010000	2	1	0,04	0,1
<i>Ximenia americana</i>	0000000000	1	0	0,02	0
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1000010001	19	3	0,46	0,3
<i>Zornia glochidiata</i>	0000000000	5	0	0,12	0

Ft : fréquence absolue sur les 41 relevés ; Fh : fréquence absolue en présence d'*Hyphaene thebaica* ; Frt : fréquence relative sur les 41 relevés ; Frh : fréquence relative en présence d'*Hyphaene thebaica*

- De même, en partant des relevés contenant *Cadaba farinosa*, il apparaît que dans ces steppes, avec *Cadaba farinosa* il y a presque certainement : *Achyranthes aspera*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* ; et sûrement : *Acacia senegal*, *Cassia obtusifolia*, *Ziziphus mauritiana*.

- Dans ces steppes, la fin de la matrice dont un extrait est donné dans le tableau I, montrerait qu'avec *Ziziphus mauritiana*, il y a presque certainement : *Acacia senegal* ; et sûrement : *Cassia obtusifolia*.

Il est possible de prendre deux espèces à la fois en faisant la somme booléenne* de leurs présences/absences dans l'ensemble des relevés traités.

Il reste enfin à traiter de gros ensembles de relevés, d'une part, pour que le test utilisé prenne sa pleine validité et, d'autre part, pour voir si et comment l'analyse permet de rejoindre l'expérience de terrain.

■ CONCLUSION

L'approche habituelle de la caractérisation des relations interspécifiques porte sur l'étude de l'indépendance entre les espèces et peut s'exprimer par : les probabilités de présence des espèces A et B étant respectivement pA et pB, la probabilité de trouver à la fois A et B est pA x pB. C'est la voie principale pour la mise en évidence au laboratoire des associations et autres groupements végétaux (5). La méthode exposée ici des liaisons interspécifiques conditionnelles répond au problème plus réaliste sur le terrain : l'espèce A existant ici (elle est, par exemple, dominante), quelle est la probabilité de trouver aussi B ?

Summary

Daget Ph., Gaston A. Measuring connections between species in a group of *relevés*

Two kinds of interspecific connections are discerned, the contingency based on independent probabilities and the association based on conditional probabilities. An association analytical method is presented and illustrated with a Chadian case.

Key words: Grazing - Tropical zone - Measurement - Method - Vegetation - Chad.

BIBLIOGRAPHIE

1. CONOVER W., 1980. Practical nonparametric statistics. Wiley, New York, USA, 493 p.
2. DAGNELIE P., 1962. Etude statistique d'une pelouse à *Brachipodium ramosum*, III. Liaisons interspécifiques. *Bull. Serv. Carte phytogéogr., Série B*, **7** : 99-109 ; **7** : 149-160.
3. GODRON M., GUILLERM J., ROMAN, F., SABATO-PIZZINI L., 1969. Sur l'interprétation des matrices de coefficients de corrélation en phytosociologie. *Oecol. Plant.*, **4** : 15-26.
4. GOUNOT M., 1958. Contribution à l'étude des groupements rudéraux et messicoles de la Tunisie. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie*, **31** : 1-382.
5. GUINOCHET M., 1974. Phytosociologie. Paris, France, Masson, 226 p.
6. SNEDECOR G., COCHRAN W., 1968. Statistical methods. Ames, USA, Iowa State Univ. Press, 512 p.
7. TACHER G., 1993. Le projet FLOTROP au CIRAD-EMVT. *Flotrop info*, **1** : 1-2.

Reçu le 30.1.97, accepté le 4.8.97

* On appelle vecteur booléen, un vecteur qui ne comporte que des 1 et des 0, donc une suite de présences/absences. La somme booléenne de deux vecteurs booléens de même longueur consiste à leur associer un troisième vecteur booléen, également de même longueur, comportant un 1 à chaque emplacement où l'un des vecteurs initiaux en comporte un, et un 0 là où les deux vecteurs initiaux ont un 0 ; la somme booléenne de 1 1 1 0 0 0 et de 0 0 1 1 0 0 est donc 1 1 1 1 0 0.

Resumen

Daget Ph., Gaston A. Medida de las relaciones entre las especies en un grupo de muestras

Se distinguen dos tipos de relación inter específica, la contingencia basada las probabilidades totales y la asociación basada en las probabilidades condicionales. Se ilustra un método de análisis de la asociación mediante un caso chadiano concreto.

Palabras clave: Pastoreo - Zona tropical - Medición - Método - Vegetación - Chad.

Rechercher des limites écologiques dans une végétation

J. César¹ Ph. Daget²

Mots-clés

Mesure - Végétation - Méthode - Côte d'Ivoire.

Résumé

La différence entre deux listes floristiques peut être mesurée par la distance relative de Hamming, c'est-à-dire par le nombre d'espèces qui n'existent que dans un seul des deux relevés rapporté au nombre total d'espèces de l'ensemble des deux listes. L'examen de la variation de cette distance dans une suite de relevés contigus permet de reconnaître des limites écologiques dans le tapis végétal. Son application à un transect de savane en Côte d'Ivoire est discutée.

■ INTRODUCTION

Un des écueils le plus souvent rencontré en écologie de terrain est la reconnaissance des limites entre les communautés végétales, qu'elles traduisent des différences de milieux, l'influence d'un arbre, un effet côtier ou un effet de lisière. Ce problème est souvent négligé par les études de phytosociologie ou d'écologie structurale qui sont plus orientées sur la caractérisation des milieux que sur celle de leurs limites ; l'écologie des paysages étudie davantage la forme des limites que leur nature... Il existe pourtant des méthodes pratiques pour résoudre ces problèmes (3, 4, 5). L'une d'elles est d'une remarquable simplicité qui la rend apte à un large usage dans les régions où l'équipement matériel est encore insuffisant. Elle est reprise ici et la mise en œuvre est montrée sur un exemple concret de Côte d'Ivoire.

■ METHODE

La méthode la plus simple pour aboutir au résultat cherché a été proposée par Godron (4, 5), puis présentée et développée par Gauthier et Godron (3). Elle est fondée sur l'application de la distance de Hamming entre deux relevés consécutifs et sa variation le long d'un transect de relevés consécutifs.

En utilisant les conventions usuelles d'écriture (7) :

- a = nombre d'espèces du relevé 1,
- b = nombre d'espèces du relevé 2,
- c = nombre d'espèces communes aux relevés 1 et 2,

la distance de Hamming D entre les relevés 1 et 2 s'écrit :

$$D = a + b - 2c$$

En d'autres termes, la mesure de cette distance est égale au nombre d'espèces qui n'existent que dans un seul des deux relevés.

L'expérience montre que le rapport entre la distance effective et la distance maximale D_m (correspondant au cas où les deux relevés consécutifs n'ont aucune espèce en commun) est une mesure plus précise, surtout lorsque le nombre d'espèces par relevé varie de manière notable ; elle correspond à :

$$M^* = \frac{D}{D_m} = \frac{a + b - 2c}{a + b} = 1 - \frac{2c}{a + b}$$

Dans la dernière partie de cette écriture, on reconnaît (7) le coefficient de communauté de Sørensen S :

$$S = \frac{2c}{a + b}$$

Par conséquent, la distance M^* entre deux relevés est le complément à 1 de ce coefficient :

$$M^* = 1 - S$$

Pratiquement, pour dégager les limites écologiques cherchées, il suffit d'analyser la végétation par un transect constitué d'une suite de n relevés contigus alignés, que ces relevés soient des segments ou des quadrats rectangulaires (1, 4).

Les distances $M^*(i,i+1)$ entre le relevé de rang i et le suivant sont mesurées par le nombre d'espèces qui n'existent que dans un seul de ces relevés divisé par le nombre total d'espèces. Elles constituent une séquence de n-1 valeurs.

Il y a une limite écologique lorsqu'apparaît une valeur $M^*(i)$ significativement plus élevée que les valeurs voisines. Pour identifier les valeurs significativement plus élevées qu'elles ne le seraient dans une distribution aléatoire, il suffit de comparer leur

1. IDESSA/CIRAD, BP 1465, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

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

écart à la médiane à l'écart absolu médian (ce dernier étant la médiane des écarts à la médiane) (8) et de prendre comme significatives les valeurs de M^* qui vérifient :

$$\frac{(M - \text{med } M)}{\text{med } (M - \text{med } M)} > L$$

avec $L = 5$ pour les écarts hautement significatifs (au seuil de 1 p. 100) et $L = 3$ pour les écarts significatifs (au seuil de 5 p. 100).

■ APPLICATION

A titre d'exemple, prenons le premier transect étudié par César (2) en Côte d'Ivoire. Il comporte 20 quadrats consécutifs analysés successivement aux mois de mars et de septembre et, par conséquent, 19 intervalles et 19 distances.

Le tableau I rassemble les éléments du calcul des distances M^* ; en mars la médiane est de 0,17 et l'écart absolu médian de 0,08, ce qui donne, par application de la formule précédente, des valeurs seuils de 0,41 et 0,57 :

$$M^* = 3 \times 0,08 + 0,17 = 0,41$$

En septembre, avec une médiane de 0,33 et un écart absolu médian de 0,08, les seuils sont de 0,57 et 0,73. Les figures 1 et 2 montrent la variation spatiale de la distance relative entre relevés voisins.

Les limites majeures, statistiquement significatives au seuil 5 p. 100, sont :

- en mars, entre 13 et 14, 14 et 15, puis 10 et 11 ;
- en septembre, entre 15 et 16 ; des limites moins importantes, nettes mais non significatives, apparaissent ;
- en mars, entre 15 et 16 ;
- en septembre, entre 10 et 11, et 14 et 15 ; et enfin des limites accessoires peuvent encore être perçues ;
- en septembre, entre 2 et 3, 9 et 10, et 13 et 14 ; les trois lignes du haut de la figure 3 réunissent ces conclusions.

La comparaison avec l'état de la surface du sol montre une zonation mésologique parallèle correspondant au passage du transect sur un affleurement granitique (figure 3, les trois lignes du bas).

La méthode utilisée ne permet pas de porter de jugement sur la nature de la végétation entre deux limites ni de comparer entre elles les régions délimitées. L'examen du tableau de données initial montre cependant une zonation de trois types de végétation : A B C B A dont l'analyse sortirait du cadre de ce travail.

■ CONCLUSION

Dans certaines études de végétation, les limites entre les communautés sont très faciles à dégager. Pour ces situations, relativement exceptionnelles, une technique d'analyse particulière n'est pas nécessaire. Par contre, la méthode de la distance relative de Hamming permet de dégager les limites des communautés végétales dans les cas très fréquents où elles ne sont pas évidentes, souvent parce qu'elles sont masquées par la répartition uniforme

Tableau I

Nombre d'espèce par quadrat et distance de Hamming entre quadrats dans le transect A de César (Thèse doct., Univ. Paris VI, France, 1992).

Q	Mars			Septembre		
	N	D	M*	N	D	M*
1	11			11		
		2	0,09		7	0,30
2	11			12		
		3	0,14		8	0,40
3	10			8		
		3	0,17		4	0,25
4	8			8		
		4	0,27		5	0,33
5	7			7		
		2	0,15		3	0,23
6	6			6		
		2	0,17		4	0,33
7	6			6		
		0	0		5	0,33
8	6			9		
		0	0		5	0,28
9	6			9		
		2	0,20		7	0,41
10	4			8		
		3	0,60		8	0,57
11	1			6		
		0	0		3	0,33
12	1			3		
		0	0		2	0,33
13	1			3		
		1	1,00		2	0,50
14	0			1		
		2	1,00		4	0,66
15	2			5		
		4	0,50		13	0,76
16	6			12		
		3	0,23		7	0,30
17	7			11		
		4	0,25		5	0,23
18	9			11		
		4	0,20		3	0,12
19	11			14		
		3	0,13		6	0,21
20	12			14		

Q : numéro du quadrat ; N : nombre d'espèce du quadrat ; D : distance de Hamming en valeur absolue ; M^* : distance de Hamming en valeur relative

Distance relative

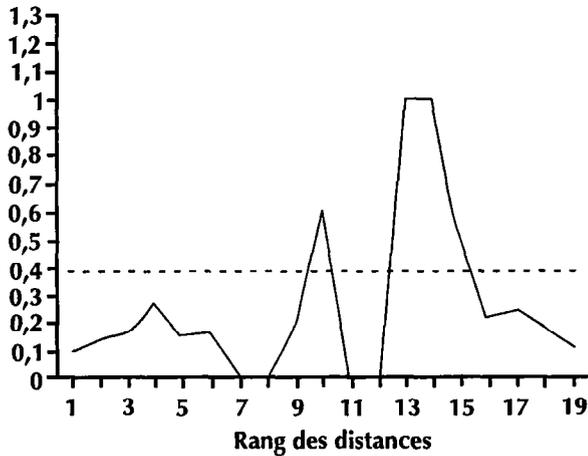


Figure 1 : variation spatiale de la distance relative de Hamming dans le transect A de César (Thèse doct., Univ. Paris VI, France, 1992) au mois de mars.

Distance relative

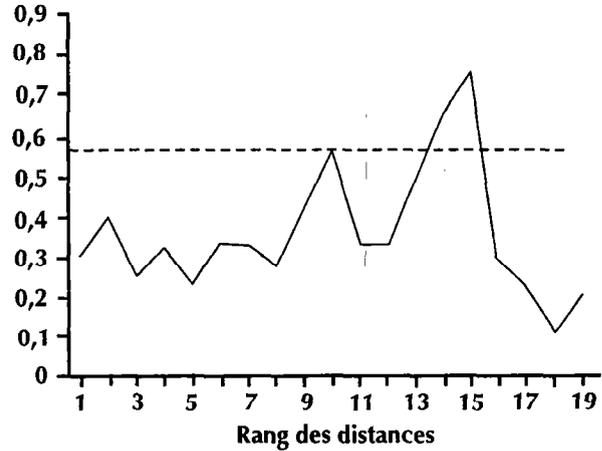


Figure 2 : variation spatiale de la distance relative de Hamming dans le transect A de César (Thèse doct., Univ. Paris VI, France, 1992) au mois de septembre.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Quadrats		
																					Mars	
																					Septembre	
											0	32	46	87	60							Rocher
											50	65	52	12	20							Sol nu
A											B C B A										Communautés	

Figure 3 : les limites écologiques dans le transect A de César (Thèse doct., Univ. Paris VI, France, 1992).

d'une espèce dominante. Elle permet, en particulier, de délimiter la zone d'influence d'un arbre sur la végétation herbacée sous-jacente. Toutefois, elle suppose que le passage d'une communauté à sa voisine est relativement rapide à l'échelle de l'étude ; en effet, si ce passage se fait par un continuum progressif largement étalé, cette méthode ne fera rien ressortir de significatif. Par ailleurs, elle ne peut faire ressortir la limite entre deux communautés qui se différencient l'une de l'autre par les recouvrements des espèces plus que par leur liste. Bref, pour que cette méthode puisse faire ressortir une limite, il faut ... qu'il y ait une limite ! Ceci reconnu, la méthode présentée apparaît simple, rapide et performante.

Toutefois, elle reste un peu sommaire parce qu'elle n'utilise qu'une partie de l'information disponible. D'autres méthodes existent, plus sensibles et plus nuancées (3, 5, 6), mais leur mise en œuvre est aussi plus délicate, ce qui les rend moins généralisables.

BIBLIOGRAPHIE

1. DAGET Ph., POISSONET J., 1991. Prairies permanentes et pâturages. Méthodes d'étude. Montpellier, France, Inst. Bot., 390 p.

2. CESAR J., 1992. La production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère. Maisons-Alfort, France, CIRAD-IEMVT, 672 p. (Thèse doct., Univ. Paris VI, France)

3. GAUTHIER B., GODRON M., 1976. La recherche de limites ou de coupures optimale : application à un relevé phytosociologique. *Natur. Can.*, **103** : 203-214.

4. GODRON M., 1966. Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation. *Oecol. Plant.*, **1** : 187-197.

5. GODRON M., 1971. Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse doct. Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, France, 247 p.

6. GODRON M., BACOU A.M., 1975. Sur les limites optimales séparant deux parties d'une biocénose hétérogène. *Ann. Univ. Abidjan*, **E 7** : 317-324.

7. GOUNOT M., CALLEJA M., 1962. Etude statistique d'une pelouse à *Brachypodium ramosum*. IV. Coefficients de communauté et homogénéité. *Bull. Serv. Carte phytogéogr., série B*, **7** : 181-200.

8. SPRENT P., 1992. Pratique des statistiques non paramétriques. Paris, France, INRA, 294 p.

Reçu le 30.1.97, accepté le 4.8.97

Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 1997, 50 (2) : 153-156

Summary

César J., Daget Ph. Looking for ecological limits in a vegetation cover

The difference between two floristic lists can be measured with Hamming's relative distance, i.e. the number of species that are present in only one of the two *relevés* is divided by the total number of species in both lists together. Examining distance variations along a series of contiguous quadrats helps find ecological limits in the vegetation cover. The application to a savanna transect in Côte d'Ivoire is discussed.

Key words: Measurement - Vegetation - Method - Côte d'Ivoire.

Resumen

César J., Daget Ph. Búsqueda de los límites ecológicos en la vegetación

La diferencia entre dos muestras florísticas, puede medirse mediante la distancia relativa de Hamming, es decir por relación entre la cantidad de especies que existen únicamente en una de estas dos muestras, con la cantidad total de especies de las dos muestras juntas. El examen de la variación de esta distancia en una secuencia de muestras contiguas, permite el reconocimiento de los límites ecológicos en la cubierta vegetal. Aplicación a un transecto de la sabana en Costa de Marfil.

Palabras clave: Medición - Vegetación - Método - Costa de Marfil.

Etude de la filière viande de chèvre au Zimbabwe

J. Gauthier ^{1*} A. Pradier ² F. Lecroisey ² C. Shumba ³

Mots-clés

Viande caprine - Circuit de commercialisation - Economie agricole - Modèle - Zimbabwe.

Résumé

Cet article présente une étude du secteur caprin au Zimbabwe, et plus particulièrement dans la province de Masvingo, basée sur l'utilisation du concept de filière comme outil d'analyse. Après une brève justification du choix analytique et une présentation des outils méthodologiques retenus, deux représentations de la filière sont proposées. Le deuxième modèle, plus puissant, est ensuite commenté au vu des données comptables. En conclusion, ce type d'analyse permet d'identifier des interlocuteurs privilégiés pour la mise en place d'actions de développement visant au renforcement des circuits de commercialisation de la viande de chèvre et à l'amélioration des revenus des petits producteurs.

■ INTRODUCTION

Autrefois appelée Rhodésie du Sud, puis Rhodésie, le Zimbabwe a acquis son indépendance en 1980 (figure 1). D'une superficie de 390 000 km², ce pays compte environ 11 millions d'habitants dont 97,6 p. 100 sont d'origine africaine, 2 p. 100 d'origine européenne et 0,4 p. 100 asiatique.

Le régime foncier est encore marqué par l'ancien régime colonial. On distingue quatre types d'exploitation :

- les grandes fermes commerciales (zones commerciales) : au nombre de 4 500, elles sont exploitées par des propriétaires blancs et développent une agriculture moderne. D'une superficie moyenne de 2 500 hectares, elles couvrent 40 p. 100 des terres agricoles ;
- les petites fermes commerciales : d'une superficie moyenne de 124 hectares, elles n'occupent que 4 p. 100 des terres agricoles et correspondent à d'anciennes grandes exploitations achetées par des Africains. Leur nombre, autour de 8 600, est resté constant au cours des dix dernières années ;
- les zones communales : couvrant 42 p. 100 des surfaces agricoles, ces zones comprennent des petites exploitations de quelques hectares gérées par des fermiers noirs ;

- les zones de réinstallation : nées de la politique de redistribution des terres, elles comprennent des exploitations légèrement plus grandes qu'en zones communales (en moyenne 5 hectares) et surtout situées dans des zones moins dégradées.

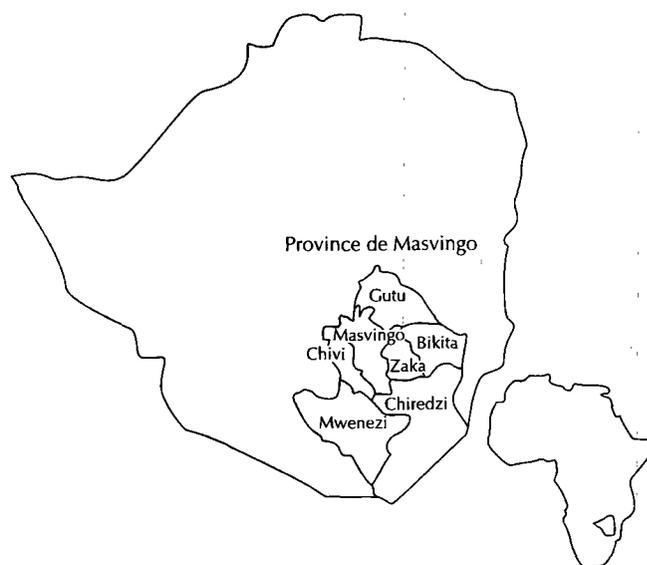


Figure 1 : le Zimbabwe, la province de Masvingo et ses districts.

1. CIRAD-EMVT, LRVT, BP 433, Ndjamen, Tchad
 2. CIRAD-EMVT/AgriTex, Box 354, Masvingo, Zimbabwe
 3. AgriTex, Box 354, Masvingo, Zimbabwe
 * Auteur pour la correspondance

■ RESSOURCES ANIMALES

Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 1997, 50 (2) : 157-166

Dans ces différents systèmes fonciers, la chèvre a une importance variable. Très marginale dans les grandes fermes commerciales, la chèvre entre de façon plus marquée dans les systèmes d'élevage présents sur les autres systèmes fonciers. En moyenne, 90 p. 100 des exploitations possèdent des caprins. La part de la chèvre dans l'économie de ces fermes doit cependant être nuancée. Si l'on raisonne par rapport au revenu agricole obtenu par la vente de récoltes ou d'animaux, les chèvres vendues ne représentent que 12, 2,2 et 1,7 p. 100 de ce revenu, respectivement dans les zones communales, de réinstallation et de petites fermes commerciales de la province de Masvingo. Les bovins, en revanche, représentent respectivement 27, 17 et 37 p. 100 de ce même revenu.

Dans le cadre d'un projet d'aide aux productions caprines dans la province de Masvingo (2), le département d'Élevage et médecine vétérinaire du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-EMVT) a été amené à travailler sur les circuits de commercialisation de la viande de chèvre. L'approvisionnement des villes restait insatisfaisant alors que les producteurs se plaignaient des difficultés de vente. D'où venait cette inadéquation entre l'offre et la demande ? A cette question aux conséquences théoriques s'ajoutait une question plus concrète : comment exprimer le potentiel connu de croissance de la production en viande caprine qui ne se faisait pas par manque de circuits de commercialisation ?

Pour mener à bien ce travail, le concept de filière a été utilisé comme outil d'analyse (11). Dans cet article, après avoir rappelé brièvement les raisons de ce choix analytique, les auteurs se sont efforcés de montrer comment les différents éléments méthodologiques utilisés permettent de dépasser la simple représentation ensembliste que l'on peut avoir des différents acteurs de la filière pour obtenir une véritable compréhension des modes de fonctionnement et d'organisation de la filière, permettant des actions de développement plus pertinentes.

■ METHODOLOGIE

Les limites du modèle néoclassique

Le secteur caprin, qui fait l'objet de l'étude, aurait pu être approché avec les outils du modèle néoclassique standard développant une approche individualiste tout en faisant référence au marché et à son signal prix. Mais, comme le notifiât Agritex (service de vulgarisation et d'aide technique du Ministère zimbabwéen de l'Agriculture), notre partenaire institutionnel, il semble y avoir inadéquation entre l'offre et la demande en produits caprins au Zimbabwe, sans que le marché puisse jouer son rôle de régulateur. Plusieurs explications peuvent être avancées pour expliquer ce phénomène.

Cette inadéquation peut tout d'abord être liée à un problème de qualité, faisant que les acheteurs et les vendeurs ne peuvent pas s'entendre. Si l'on se réfère au poids de carcasse, il est vrai que les petites chèvres d'Afrique de l'Est ne fournissent que de petites carcasses rendant leur exploitation moins rentable pour les abatteurs. L'étude du comportement des abatteurs et des bouchers montre cependant que, s'ils recherchent plutôt des animaux plus lourds, ils se contentent actuellement des produits disponibles sur le marché.

Elle peut être liée aussi à une barrière d'entrée telle que des coûts de transport trop élevés, conséquence d'une trop grande distance entre les bassins de production et de consommation. Mais cette possibilité ne se justifie pas dans le cas de circuits locaux : bassins de production - villes limitrophes.

Enfin, elle peut être due à un manque d'organisation et donc à un coût de l'information trop élevé à certaines étapes du processus de production de la viande de chèvre. Ce troisième point a amené les auteurs à vouloir prendre en considération les modes de structuration et de fonctionnement des agents impliqués dans ce secteur d'activité.

Les apports de la mésoanalyse

Le concept de filière

Cherchant à mieux connaître les différents acteurs, leurs liens et leur comportement, les auteurs ont donc été amenés à dépasser le modèle micro-économique classique et à développer une approche mésoanalytique, basée sur un découpage de l'économie en « méso-systèmes dynamiques regroupant des agents liés par leurs relations marchandes et non marchandes plus fortes qu'avec le reste du monde » (16, 17).

La filière est un mésosystème particulier, basé sur une logique de produit, qui doit donc permettre de comprendre la structure et le fonctionnement des circuits commerciaux de la viande de chèvre.

Il n'existe cependant pas de méthode standard d'analyse de filière. Malgré un fort développement depuis les années 70 de ce type d'approche en France, le concept reste flou. En 1988, Soufflet écrivait dans l'introduction de sa thèse *La filière bétail et viande bovine* : « Le concept de filière n'aboutit pas, du moins à l'heure actuelle, à un corps théorique précis, à une référence suffisamment claire et assurée qui permettrait de charpenter tout discours sur toute filière » (21). En 1989, présentant le X^e séminaire d'économie et de sociologie du CIRAD intitulé « Economie des filières en régions chaudes », Griffon regrettait aussi que ce concept ne soit pas cadré par une théorie et s'interrogeait sur le rôle que pouvaient jouer les thèses des économistes institutionnalistes (13).

Ce manque de cadre se retrouve dans les définitions qui peuvent être plus ou moins restrictives. Dans une conception assez large, « la filière représente l'ensemble des agents économiques, transformateurs ou non, des agents administratifs et politiques qui jalonnent directement ou indirectement l'itinéraire d'un produit du stade initial de la production (et des fournitures à la production) au stade final de la consommation (ou du moins de la transformation entraînant la perte d'identité du produit) ; elle est composée de toutes les interactions entre ces divers agents » (6). D'une façon plus restrictive, la filière peut être définie comme « une succession d'activités étroitement imbriquées les unes par rapport aux autres, liées verticalement à un même produit ou à des produits voisins et dont l'objectif principal, dans les filières agro-alimentaires, semble être de répondre aux besoins des consommateurs » (19).

Les outils méthodologiques

S'il n'existe pas de méthode standard, la consultation des différents auteurs attachés à cette méthodologie permet tout de même de décrire tout une palette d'outils.

■ La délimitation de la filière

« Cette phase consiste à fournir une définition précise des produits retenus (matière première ou produits finis), à délimiter sur le plan vertical (hauteur), horizontal (largeur) et en volume (épaisseur) l'étendue de la filière et à préciser les espaces géographique et temporel sur lesquels la filière va être décrite » (18). C'est une étape stratégique qui doit permettre le « découpage » le plus pertinent possible pour répondre à la problématique de départ.

Ainsi l'étude au Zimbabwe a été limitée aux produits viande de chèvre et cinquième quartier. La valorisation des peaux n'a pas été abordée. Le problème du lait ne se posait pas dans ce pays. Il s'agit en effet d'un exemple de filière caprine valorisant uniquement la viande, à l'inverse des pays du Maghreb et d'Afrique de l'Ouest où le lait de chèvre est aussi un produit.

La filière a été analysée du consommateur au producteur en tenant compte de tous les acteurs intermédiaires impliqués dans la production, la transformation et la distribution de chèvres ou de produits caprins. Ces acteurs pouvaient être des entreprises industrielles ou familiales, étatiques ou privées, intervenant dans le circuit formel ou informel. Le système d'amont n'a pas été l'objet d'étude. Celui-ci était quasi inexistant : les chèvres n'étaient absolument pas complémentées, laissées généralement en divagation, et les soins vétérinaires étaient considérés comme trop coûteux.

L'analyse filière a été menée à deux niveaux d'échelle, l'un provincial, l'autre national. Le premier centre d'intérêt était évidemment la province de Masvingo, cible du projet. Il était cependant important de replacer la filière provinciale dans le paysage national des productions caprines chaque fois que cela était possible afin de comprendre les interactions avec le reste du pays. Enfin le bilan dressé a été ponctuel et a correspondu à un instantané de la filière en 1994. Un bilan dynamique n'a pas pu être établi, il aurait demandé de prendre en compte la dernière grande sécheresse de 1991-1992 pour laquelle l'information aurait été difficile à obtenir et à vérifier.

■ La représentation

La filière étant délimitée, il est nécessaire de la modéliser afin d'avoir un véritable outil de réflexion et d'analyse. On peut retenir quatre étapes : l'identification des flux et des opérations, l'identification des agents, l'analyse fonctionnelle, et enfin l'établissement du graphe de la filière (9).

■ La quantification physique des flux

Fabre définit les flux comme « tous les transferts de biens, de services ou de fonds (argent, « droits économiques » de tous ordres) ». Il préconise ensuite l'utilisation d'une « matrice des flux croisant les agents entre eux et faisant apparaître la nature du produit qui les lie » (9).

■ L'analyse comptable

Il s'agit d'un des éléments clés de l'étude de filière. Elle se base sur la notion de valeur ajoutée (VA) mesurant la création de richesses. Elle procède généralement en deux étapes : l'établissement des comptes d'agents, puis du compte consolidé de l'ensemble de la filière. Pour chaque type d'agent identifié par rapport à sa fonction principale, on cherche à établir un compte de production et un compte d'exploitation sur le modèle des comptes de branche. Le premier compte permet le calcul de la VA et retrace les opérations sur biens et services. Il peut être établi à partir du compte d'exploitation de l'agent au sens de la comptabilité d'entreprise. Le compte d'exploitation permet quant à lui de mettre en évidence la répartition de la VA.

Dans le cadre de la filière viande caprine au Zimbabwe, cette approche comptable sert de cadre de réflexion mais ne peut pas être appliquée à la lettre. Pour les producteurs, par exemple, évoluant dans un système très éloigné de l'économie de marché, les coûts de production sont très difficiles à estimer car aucun des facteurs de production n'est acheté. Il s'agirait en fait de coûts d'opportu-

nité, qui sont quasi nuls du fait de l'absence d'utilisation alternative de la main d'œuvre et des parcours. L'analyse comptable des autres agents n'est pas plus aisée. Il est souvent impossible de réaliser les comptes analytiques nécessaires pour isoler la part des activités liée à la seule filière étudiée. La même chaîne d'abattage, par exemple, peut servir aussi bien aux bovins qu'aux caprins. Il est alors souvent impossible de calculer la VA et il faut se contenter d'une estimation de la marge brute réalisée avec le produit en question. Il n'est donc pas toujours aisé de dépasser le stade du compte d'exploitation de l'entreprise.

■ La « mésoanalyse institutionnelle »

Constatant l'insuffisance d'une analyse comptable pour comprendre le fonctionnement d'une filière, Hugon a développé le concept de mésoanalyse institutionnelle qui prend en compte l'environnement géographique, politique et socio-économique des filières (14, 15).

En reprenant son analyse et en y intégrant l'approche développée à l'Institut national de recherche agronomique (INRA), par Lauret et Boutonnet, on peut définir six éléments primordiaux pour identifier les modes de régulation et caractériser ainsi différents sous-systèmes productifs au sein d'une même filière :

- Le niveau technologique

Les sous-systèmes seront classés en artisanal ou industriel selon le degré de technicité (structure et capacité d'abattage, maîtrise de la chaîne du froid). Les formes artisanales, très nombreuses au Zimbabwe, ont donc des frais fixes moins importants mais une activité par opérateur plus réduite. Ces deux sous-systèmes entretiennent des relations complexes de concurrence et de complémentarité.

- Les espaces de référence géographique

Les différentes sous-filières n'ont pas le même champ d'action. On peut définir quatre niveaux : le local, c'est-à-dire généralement une activité limitée à l'échelle d'un district, le provincial, le national et l'international. Ces différentes échelles impliqueront des coûts, une organisation, des rapports entre agents très différents.

- Les modes de coordination

L'économie s'appuie sur deux piliers pour fonctionner : le marché, caractérisé par une coordination par le prix, et l'organisation entraînant une intégration plus ou moins forte. Le premier de ces piliers apporte souplesse et capacité d'adaptation, le second, sécurité et rente. L'importance relative de ces deux éléments varie selon les différentes sous-filières existant au Zimbabwe, modifiant fortement le comportement des acteurs et donc le mode de formation des prix.

- Le rôle de l'Etat

En plus des deux modes de coordination qui viennent d'être cités, intervient l'Etat qui constitue aussi un élément clé de la caractérisation des sous-systèmes productifs. Ce dernier intervient, soit comme acteur économique, à différents niveaux d'intervention (entreprise nationalisée, paraétatique ou subventionnée), soit comme élément de contrôle et de codification. Dans le cas de l'abattage par exemple, les seuls opérateurs habilités à abattre des animaux pour en revendre la viande sont les abattoirs agréés par les services vétérinaires. Selon la place occupée par l'Etat, ou le degré de contrôle ou d'acceptation de la législation, le mode de fonctionnement d'un sous-système productif sera différent.

- Les modes de concurrence

Les différents modes de concurrence classiquement identifiés en fonction de l'offre et de la demande peuvent *a priori* exister et se-

ront liés à des stratégies différentes. On note cependant que dans le cas des principaux vendeurs que sont les producteurs des zones communales, l'offre reste toujours dispersée. En revanche, les acheteurs peuvent parfois se trouver en situation de quasi-monopole pour des raisons techniques, devenant ainsi des *price-makers*.

- Les logiques des acteurs

La distinction des différents modes d'utilisation de la viande de chèvre fait déjà apparaître des logiques très différentes entre certains acteurs. La chèvre ne peut pas être vue comme une simple source de protéines. Ce produit n'a pas qu'une fonction alimentaire « biologique ». Les rôles « hédonique » et surtout « identitaire » ne doivent pas être négligés (5). Les abats restent la partie la plus appréciée par les consommateurs. Enfin, la chèvre représente un élément clé de la vie sociale : elle sert au paiement de la *lobola* (dot du futur marié), elle est de plus traditionnellement consommée à l'occasion de fêtes et fait l'objet d'une recherche particulièrement active à Noël par exemple. Mais, dans ces différents cas, la chèvre est recherchée vivante et, n'est en aucun cas déjà abattue et découpée.

Les réalisations

Les différents points méthodologiques qui viennent d'être présentés ont donc servi de base à la recherche d'information sur le terrain.

Trois enquêtes ont été réalisées afin d'approcher les principaux acteurs identifiés, d'estimer la part de la chèvre dans leur activité économique en se basant sur leur comptabilité, d'identifier les circuits d'approvisionnement et d'écoulement, de quantifier les flux d'animaux vivants ou morts, et enfin, de connaître les objectifs et les souhaits de ces opérateurs pour le secteur caprin.

L'enquête auprès des producteurs n'a été menée que dans la province de Masvingo, zone ciblée par le projet (12). Cette province se divise en sept districts représentant 56 566 km². La population totale était estimée en 1992 à 1 200 000 habitants. L'enquête s'est limitée à quatre districts (Bikita, Chivi, Chiredzi et Mwenezi). Elle a été réalisée entre avril et juillet 1994, sur un échantillon de 4 000 exploitations, par 12 enquêteurs organisés en deux équipes.

L'enquête auprès des abattoirs a couvert le territoire national et a concerné 32 abattoirs qui ne se sont pas tous avérés impliqués dans l'abattage de chèvres.

Enfin, l'enquête auprès des bouchers a été réalisée en deux phases. Au niveau national, elle s'est limitée à collecter des informations provenant d'une enquête auprès de bouchers, réalisée par le centre national de statistiques (CSO : Central statistical office). Au niveau de la province de Masvingo, une enquête faisant appel à un questionnaire spécifique, établi après l'étude des résultats du CSO, a été réalisée entre avril et juin 1995. Trente-huit bouchers possédant 45 boucheries au total ont été approchés.

Outre ces trois enquêtes, des entretiens informels ont permis d'approcher de nombreuses personnes impliquées dans la commercialisation de viande de chèvre. Leurs commentaires ont été reçus comme des avis d'experts connaissant particulièrement bien ce secteur d'activité. Ces entretiens ont aussi permis d'appréhender l'activité des supermarchés, de préciser la politique de l'entreprise paraétatique d'abattage et de stockage (CSC : Cold storage commission), de faire le bilan des politiques de subvention, d'obtenir des informations touchant au secteur informel, en particulier le rôle des intermédiaires, et de recueillir des avis sur les possibilités de développement de cette filière caprine.

■ RESULTATS

La réalité économique d'un système de production ne peut jamais être appréhendée dans son ensemble et dépend, en quelque sorte, de l'angle d'observation. Ainsi, toute représentation de la réalité est partielle, privilégiant certains éléments et certaines relations.

L'étude de la filière viande de chèvre au Zimbabwe a permis de réaliser deux modèles explicatifs, axés sur des problématiques différentes mais complémentaires.

Un premier modèle basé sur la dichotomie formel-informel

Le manque de données statistiques fiables et exhaustives a beaucoup influencé le choix du premier découpage basé sur la dichotomie formel-informel (20). Une des caractéristiques de la filière viande caprine au Zimbabwe est, en effet, la présence d'un secteur informel très développé.

Deux aspects sont pris en compte pour définir la notion d'informel (1) :

- le premier est l'enregistrement ou non dans les statistiques nationales : le secteur informel se définit alors comme l'ensemble des opérateurs dont l'activité échappe à tout recensement, ou encore, comme le secteur caché ;

- le second aspect touche à la réglementation qui régit le secteur d'activité : le secteur informel est composé des agents qui opèrent de façon illégale. Dans le cas de l'abattage, par exemple, d'un point de vue légal, les seuls opérateurs habilités à abattre des animaux pour en revendre la viande sont les abattoirs agréés par les services vétérinaires.

En tenant compte de ces deux critères, on se rend compte que l'essentiel de l'activité caprine est réalisé dans le secteur informel. Les producteurs sont les plus gros consommateurs de viande de chèvre : plus de la moitié des animaux exploités sont autoconsommés et n'entrent donc dans aucun circuit de commercialisation. Cette autoconsommation des chèvres entre évidemment dans le secteur informel.

Mais les circuits de commercialisation sont aussi dominés par le secteur informel. N'entrent dans les circuits formels que les animaux abattus par la CSC et les abattoirs agréés ainsi que les animaux sur pied exportés de façon officielle (7, 8). Or ces circuits ne touchaient que 45 000 caprins en 1994. Des circuits de commercialisation courts de type producteur-consommateur ou de type producteur-boucher-consommateur gèrent le reste des animaux mis sur le marché, soit 445 000 têtes en 1994.

En se basant sur les résultats des enquêtes et en prenant donc comme hypothèse un cheptel national de 3,5 millions de têtes, un taux d'exploitation de 32 p. 100 et une autoconsommation de 630 000 animaux pour 1994, les circuits informels de commercialisation représenteraient 96 p. 100 de la consommation de la viande de chèvre.

Ce premier modèle (figure 2) permet de décrire, sur les deux types de marché, formel et informel, les relations entre les opérateurs, depuis le producteur jusqu'au consommateur, tout en tenant compte des flux d'animaux vivants, de carcasses et de viande découpée (3).

Mais le positionnement des différents opérateurs par rapport au secteur formel entraîne certaines ambiguïtés : un boucher, par exemple, peut très bien s'approvisionner en partie auprès d'un

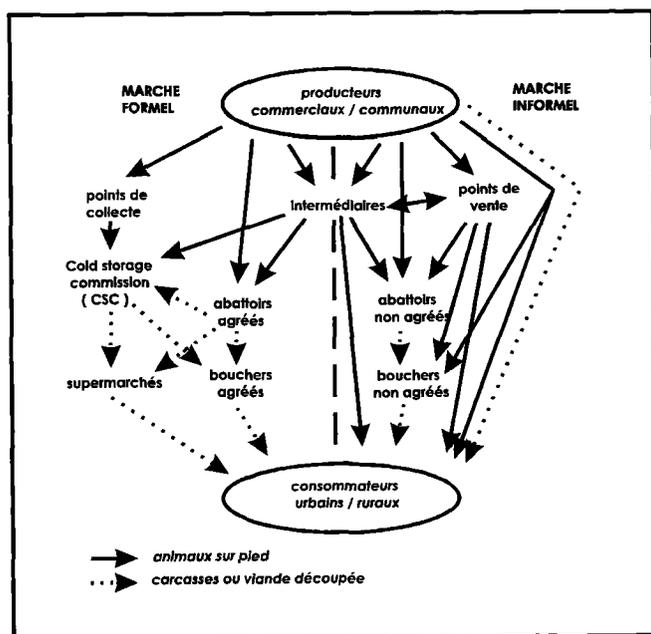


Figure 2 : la filière viande caprine au Zimbabwe, une première représentation.

particuliers, dont 37 p. 100 des fermiers, et 24 p. 100 des instituteurs. Les fermiers peuvent cependant acheter à des fins de reproduction et non pas seulement d'abattage.

Le prix payé est un prix à la tête sans que personne ne sache le poids de l'animal. Le degré de technicité, le long de cette sous-filière, est donc quasi nul. En outre, aucune amélioration de productivité n'est envisageable dans un tel système, un gain de poids discret ne pouvant pas être valorisé.

L'acheteur peut être motivé par deux raisons principales : il peut vouloir, s'il est lui-même éleveur, acquérir un animal pour la reproduction mais, dans la majorité des cas, il en a besoin pour une occasion sociale particulière ou pour l'une des grandes fêtes zimbabwéennes, et en particulier pour Noël. Pour toutes ces occasions, l'animal est généralement abattu à domicile ; les abats, très appréciés, sont coupés en morceaux et frits ; la viande est préparée avec une sauce à base de tomates et d'oignons et accompagne la traditionnelle *sadza* (farine de maïs).

D'après l'enquête production, dans plus de 98 p. 100 des cas, ces particuliers, quelles que soient les raisons de leur achat, habitent dans le même district que le vendeur. Il s'agit d'un circuit local.

(b) La sous-filière faisant intervenir un boucher-abatteur

La situation de ces bouchers-abatteurs par rapport à la loi zimbabwéenne et au contrôle de l'Etat est très variable. Certains abattent illégalement et ne se font pas recenser pour éviter de payer leur licence. D'autres abattent illégalement mais sont recensés comme distributeurs. Enfin, certains bouchers avec licence obtiennent une dérogation des services vétérinaires pour abattre. En fait, le système législatif en vigueur semble inadapté à la réalité du terrain et entraîne souvent une absence de contrôle et dans le meilleur des cas la mise en place de dérogations avec, comme condition, le respect de la chaîne du froid.

Si l'on se référait à la dichotomie formel-informel, une grande partie de ces bouchers seraient classés dans le secteur informel. Ici, ils sont regroupés dans une même sous-filière présentant certaines caractéristiques particulières.

Une grande partie des bouchers paient aussi les animaux à la tête. Certains d'entre eux ont tout de même une idée du prix payé par kilogramme vif sachant à combien le kilogramme de carcasse leur est revenu. Une minorité de bouchers pratiquent la pesée et le paiement par kilogramme vif. Ils se situent généralement dans les zones commerciales.

L'abattage est réalisé par le boucher lui-même. La structure d'abattage est souvent des plus sommaires et l'éviscération et la découpe se font souvent à même le sol. Lorsque le volume de carcasses est plus important, on peut trouver un local équipé de plusieurs rangées de crochets permettant de suspendre les animaux une fois abattus. L'éviscération et le dépeçage se font alors de façon plus rapide et plus propre. Il s'agit souvent de boucheries ou chaînes de boucheries en zone périurbaine ou commerciale. La maîtrise du froid est très variable également. Lorsque l'activité d'abattage est importante, ce qui est souvent associé à une dérogation des services vétérinaires, les bouchers disposent tous de chambres froides. En revanche, dans des boucheries à faible activité générale, situées dans des lieux reculés des zones communales, il arrive souvent qu'il n'y ait aucun moyen de réfrigération.

D'une façon générale, les boucheries, grandes consommatrices de main d'œuvre bon marché, fonctionnent encore sur le mode artisanal et leurs coûts d'abattage et de distribution restent faibles.

abattoir agréé, et donc travailler dans le secteur formel, tout en abattant lui-même une partie des animaux sans autorisation, et donc en étant considéré dans le secteur informel.

Ce découpage ne permet pas non plus de faire apparaître les différentes stratégies développées par les acteurs. Le secteur informel englobe en effet des personnes ayant des logiques opposées : le boucher recherche un approvisionnement régulier à un prix acceptable pour pouvoir vendre de la viande au détail en faisant une marge suffisante ; le particulier, en revanche, peut vouloir rechercher un animal sur pied pour une occasion sociale se déroulant souvent à une date précise et est prêt à y mettre le prix qu'il faut pour l'obtenir.

Insuffisant pour rendre compte des stratégies existantes au sein de la filière viande de chèvre, le découpage formel-informel doit donc être dépassé pour aborder cette filière avec d'autres critères discriminants.

Vers un autre découpage de la filière viande de chèvre au Zimbabwe

A partir des critères discriminants choisis en s'appuyant sur la mésoanalyse institutionnelle, cinq sous-filières peuvent être identifiées. Il est à noter que seuls les trois premiers types de circuits de commercialisation identifiés par Boutonnet et Simier sont retrouvés dans leur ouvrage *Les viandes* (4). Les circuits faisant appel à deux grossistes, essentiellement observés pour les échanges lointains, n'existent pas au Zimbabwe dans le cas de la filière viande de chèvre.

(a) La vente directe

Les ventes directes représentent actuellement la majorité des flux du secteur caprin. On peut se baser sur l'enquête production réalisée dans la province de Masvingo pour estimer ces flux. Une vente de plus de 3 000 chèvres a été enregistrée pour la période d'avril 1993 à avril 1994. Dans 95 p. 100 des cas les acheteurs étaient des

Cette activité se déroule toujours à un niveau local, aussi bien pour l'approvisionnement que pour la collecte. Même si les auteurs ont rencontré un propriétaire de plusieurs boucheries à Chiredzi qui était prêt à sortir de son district pour aller collecter des chèvres, sa clientèle reste locale. Dans tous les cas, ces bouchers abattent pour vendre au détail eux-mêmes. Aucun n'a une activité de grossiste.

La plupart de ces bouchers s'occupent aussi de la collecte. Dans les zones communales, celle-ci n'est pas réellement un problème, les boucheries étant installées dans les zones de production et leur demande restant faible. Dans les zones périurbaines ou commerciales, elle devient plus difficile à gérer : les bouchers ont peu de prises sur la production qui est très éparpillée ; la recherche laborieuse des animaux disponibles à la vente, entraînant des coûts de déplacement élevés, les décourage souvent. Leurs moyens de transport sont variables : parfois inexistant, il s'agit généralement de véhicules de type *pick-up* ; certains bouchers de zones commerciales disposent aussi de camions servant généralement pour les bovins.

(c) La sous-filière faisant intervenir un abattoir agréé

L'abattage est ici assuré par des entreprises spécialisées et dont les locaux répondent aux normes zimbabwéennes. Le niveau technique est donc plus élevé. L'abattage est réalisé à la chaîne, les carcasses sont conservées dans des chambres froides et les livraisons se font avec des camions frigorifiques. Ces abattoirs disposent aussi généralement de camions pour le transport des bovins vivants qu'ils peuvent occasionnellement utiliser pour des caprins mais le nombre minimum exigé est alors élevé.

Leur zone d'action, aussi bien au niveau de la collecte que de la livraison, est généralement à l'échelle de la province, sauf dans un cas rencontré à Bulawayo où les livraisons sont réalisées à l'échelle nationale.

Lorsque la collecte est assurée par l'abattoir, celui-ci utilise des points de rassemblement communaux servant généralement pour des bovins. Mais, ces points de rassemblement étant rares, il se trouve souvent en concurrence avec d'autres grossistes et peut faire le déplacement pour rien. Ce manque de maîtrise de l'approvisionnement, pour lequel beaucoup d'entre eux ne veulent pas investir car la chèvre représente une faible part de leur activité, les pousse à opter pour une politique opportuniste et attentiste : certains d'entre eux ne travaillent donc qu'avec les livraisons occasionnelles de producteurs ; d'autres se reposent sur des intermédiaires mais leur activité ne semble pas très importante.

Le prix payé au producteur est un prix par kilogramme vif qui subit des variations, au cours de l'année, en fonction des disponibilités.

La clientèle de ces abattoirs est constituée essentiellement de bouchers, occasionnellement de supermarchés. Ces derniers ne sont pas très appréciés à cause de leur mode de paiement décalé. D'une façon générale, l'irrégularité des livraisons de carcasses de chèvres ne permet pas aux abattoirs de fidéliser leur clientèle, tout du moins pour ce produit.

(d) La sous-filière faisant intervenir la CSC

La CSC est le numéro un des abatteurs au Zimbabwe. Ses abattoirs sont tous aux normes CEE ce qui lui permet de gérer, entre autres, les exportations de viande bovine. Son réseau de collecte et de livraison couvre tout le territoire. L'abattoir des petits ruminants, construit à l'image de ceux réservés aux bovins, est surdimensionné et n'a jamais tourné à plein régime.

L'histoire de cet office est en fait liée à la culture de l'élevage bovin. Cette production, très présente sous l'ancien régime colonial, est restée un des fleurons de l'agriculture zimbabwéenne et a donné à la CSC ses lettres de noblesse. A partir de 1986, l'Etat lui a demandé de s'occuper aussi des productions caprines associées aux zones communales, mais son intervention apparaît plus civique que commerciale.

Elle ne se donne d'ailleurs pas réellement les moyens de cette politique. Ses camions sont inadaptés au transport des caprins : trop grands, ils nécessitent des collectes de 300 chèvres pour rentabiliser les déplacements et, de plus, le taux de mortalité au cours du transport est élevé. Sa politique des prix, évoquée dans l'analyse comptable, n'est pas non plus très dynamisante.

Malgré cela, les producteurs restent relativement fidèles à la CSC car ils peuvent profiter de son réseau de points de collecte tout au long de l'année. Même si le transport est organisé pour des bovins, la CSC ne refuse jamais de prendre en plus quelques chèvres pour dépanner les éleveurs. Ainsi les fermiers ont toujours un marché pour leur animaux, à un prix par kilogramme vif garanti, même dans des périodes où la demande est plus faible.

(e) La sous-filière faisant intervenir une structure de type coopérative

Cette sous-filière ne sera pas réellement étudiée. Elle est en effet plutôt anecdotique car elle ne touche qu'un groupe de fermiers commerciaux propriétaires de leur propre abattoir sur Harare. Elle est tout de même intéressante parce qu'elle montre un exemple d'intégration verticale, l'abattoir fonctionnant comme une coopérative dont sont membres les différents producteurs.

Le circuit d'exportation d'animaux vivants n'a pas été traité non plus puisqu'il ne concerne qu'un opérateur qui le fait de façon occasionnelle (6 000 caprins en 1994).

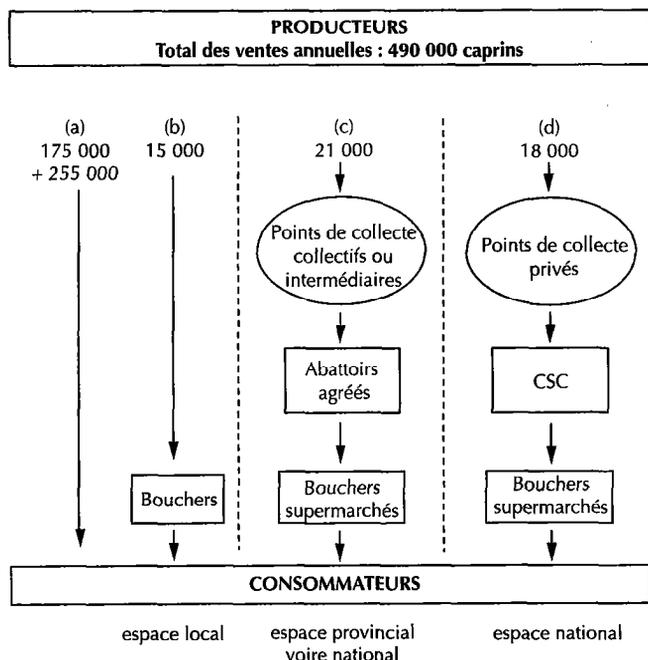
La figure 3 permet de schématiser ces différents sous-systèmes, le tableau I fait le point par rapport aux critères discriminants retenus.

Par souci de simplification, les interactions entre les sous-filières n'ont pas été non plus représentées mais il est évident qu'un même boucher peut s'approvisionner de différentes façons.

Cette formalisation ne permet cependant pas de mettre en avant certains éléments décrits dans ces critères discriminants. Reprenant un mode de présentation utilisé par Lauret et Boutonnet, on peut chercher à positionner les sous-systèmes productifs par rapport à deux axes tenant compte de ces critères (figure 4). On obtient alors un mode de représentation complémentaire à celui exposé précédemment et permettant de mieux comprendre le fonctionnement des différentes sous-filières.

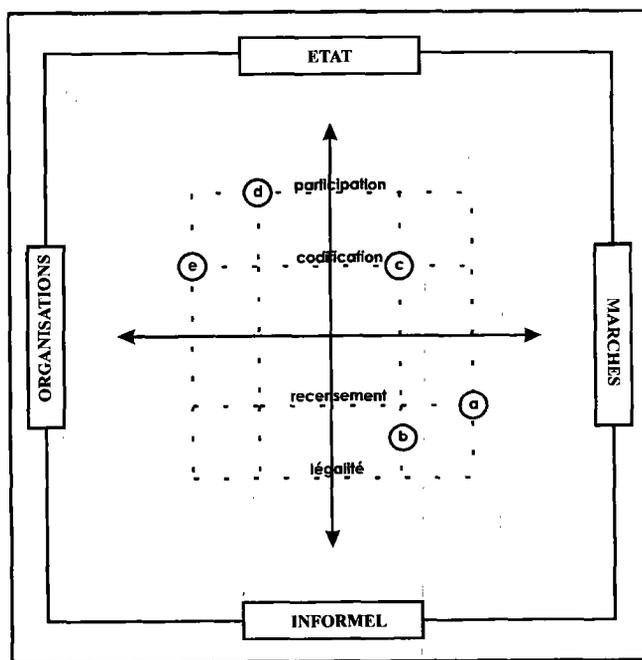
Ainsi le premier axe s'intéresse aux modes de coordination. Les sous-filières (e) (coopérative) et (d) (CSC) représentent les deux sous-systèmes productifs les plus organisés. Les producteurs sont fortement liés aux structures d'abattage, pour des raisons de sécurité et de facilité dans le cas de la CSC, d'intérêt dans le cas de la coopérative. Le prix d'achat est un prix fixé. Les trois autres sous-filières sont en revanche plus soumises à la loi du marché : le prix suit la loi de l'offre et de la demande.

Le deuxième axe s'intéresse au rôle de l'Etat. Il est clair que la CSC est la structure la plus liée à l'Etat. On peut remarquer l'absence d'une participation de l'Etat par le moyen des subventions. Son rôle reste législatif pour les autres structures. On doit d'ailleurs s'inquiéter de la position de la sous-filière (b) qui, du fait d'une législation inadaptée, se retrouve souvent dans des situations illégales, rendant délicate la mobilisation de ses agents pour un projet de développement.



Les estimations numériques ont été réalisées à partir des enquêtes et des hypothèses retenues dans l'article. L'effectif national est donc de 3,5 millions et le taux d'exploitation, de 32 p. 100. 630 000 animaux ont été autoconsommés, 490 000 têtes ont donc été commercialisées. Le taux de renouvellement ayant été établi, par enquête, à 5 p. 100, le chiffre de 175 000 affiché dans la sous-filière (a) correspond aux achats d'animaux reproducteurs. Le nombre total de chèvres consommées au Zimbabwe en 1994 s'élevait donc à 939 000 animaux, soit une consommation annuelle par habitant de 1,1 kg en prenant comme poids carcasse moyen, 13 kg. Enfin, la figure 3 ne fait pas apparaître les 6 000 têtes exportées cette même année.

Figure 3 : les différents sous-systèmes productifs de la filière viande de chèvre au Zimbabwe.



- (a) la vente directe
- (b) la sous-filière faisant intervenir un boucher-abatteur
- (c) la sous-filière faisant intervenir un abattoir agréé
- (d) la sous-filière faisant intervenir la CSC
- (e) la sous-filière faisant intervenir une structure de type coopérative

Figure 4 : position des sous-filières sur les axes Etat-informel et marchés-organisations.

Tableau I
Typologie des différentes sous-filières
en fonction des critères discriminants de la mésoanalyse institutionnelle

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Niveau technologique	-	+	++	+++	++
Référence géographique	locale	locale	provinciale	nationale	provinciale
Modes de coordination	marché	marché	marché	intégration	intégration
Rôle de l'Etat	-	+	++	+++	++
Modes de concurrence	acheteurs et vendeurs multiples	acheteurs et vendeurs multiples	acheteurs et vendeurs multiples	acheteur seul et vendeurs multiples	acheteur seul et vendeurs multiples
Logiques d'acteurs	aspect social dominant	aspect commercial dominant	aspect commercial dominant	aspect politique dominant	aspect coopératif dominant

- (a) la vente directe
- (b) la sous-filière faisant intervenir un boucher-abatteur
- (c) la sous-filière faisant intervenir un abattoir agréé
- (d) la sous-filière faisant intervenir la CSC
- (e) la sous-filière faisant intervenir une structure de type coopérative

■ COMMENTAIRES ET PROSPECTIVES

Ayant choisi de ne pas revenir sur le premier modèle qui permet de visualiser les différents acteurs et les flux, les auteurs se sont intéressés, en revanche, au second modèle, basé sur l'identification de sous-systèmes productifs présentant des modes de fonctionnement différents.

L'établissement des comptes par rapport aux différentes sous-filières identifiées représente un élément supplémentaire pour comprendre les logiques de fonctionnement et, surtout, vérifier que le discours est cohérent par rapport à la réalité comptable. L'étude de la décomposition des prix, et donc des marges réalisées, a été effectuée pour les trois principales sous-filières (autre que la vente directe) faisant intervenir comme abatteur la CSC, un abattoir agréé ou un boucher. Ces différents circuits de commercialisation sont présents dans la province de Masvingo qui était ciblée par le projet. Les résultats figurent dans le tableau II.

La première constatation qui pourrait être faite est la faible marge de manœuvre des distributeurs. Leur profit reste modeste par rapport à celui des abattoirs. Leur demande en carcasses, supérieure à l'offre du marché, ne leur permet pas de discuter le prix de gros et la hausse du prix de détail est limitée par les prix des autres viandes. Même si la viande de chèvre bénéficie d'une aura « identitaire » indéniable, ce produit reste d'une qualité moyenne. C'est une viande dure qui n'est préparée qu'en sauce. Elle s'adresse de plus à la population africaine du pays dont la grande majorité se caractérise par de faibles revenus.

Pour rester attractif, le prix doit donc être inférieur à celui que le consommateur doit payer pour les autres viandes, soit 19 Z\$ par kg pour le bœuf, 20 Z\$ par kg pour le mouton, 17,2 Z\$ par kg pour le porc et 18,4 Z\$ par kg pour le poulet.

Ces raisons expliquent le choix de certains bouchers d'abattre eux-mêmes, d'autant plus qu'ils bénéficient ainsi de la valorisation du 5^e quartier et de la peau.

Le prix de détail en boucherie diffère d'une localité à l'autre et reflète la rareté relative de la viande de chèvre. Dans les zones communales (exemple de Chivi), il n'y a pas de forte demande de viande de chèvre dans les boucheries car les consommateurs peuvent et préfèrent s'en procurer par eux-mêmes. Le prix de la viande de chèvre est donc plus bas qu'ailleurs et ne permet pas aux bouchers de s'approvisionner auprès des abattoirs. Si l'abattage est effectué par le boucher lui-même, il peut alors prendre une marge confortable (de 5,3 à 6,6 Z\$ par kg, soit 36 à 45 p. 100 du prix de détail).

Dans la zone de Chiredzi, les auteurs ont noté que les bouchers n'arrivent pas souvent à s'approvisionner à la hauteur de leurs besoins, ce qui laisse penser que la demande en viande de chèvre est supérieure à l'offre. Par conséquent, le prix de détail y est supérieur de 1 Z\$ par kg à celui observé à Chivi. Les bouchers abattant eux-mêmes peuvent alors proposer un prix plus attractif pour les producteurs tout en conservant une marge correcte (de 4,25 à 4,5 Z\$ par kg, soit 27 à 29 p. 100 du prix de détail).

Si la marge des distributeurs faisant appel à un grossiste est faible, celle de ce dernier est en revanche plus large.

Tableau II

Décomposition du prix selon les différentes sous-filières

	CSC	Abattoir agréé	Boucher abatteur	
			Chiredzi	Chivi
Prix à la porte de la ferme (1)	3,00 Z\$/kg vif	*	3,8 Z\$/kg vif	3,0 à 3,5 Z\$/kg vif
	7,90 Z\$/kg carc.		10,0 Z\$/kg carc.	7,9 à 9,2 Z\$/kg carc.
Coûts de transport	1,05 Z\$/kg carc.	*	1,0 Z\$/kg carc. (4)	0,0 Z\$/kg carc.
Prix rendu abattoir	8,95 Z\$/kg carc.	10,0 Z\$/kg carc.	11,0 Z\$/kg carc.	7,9 à 9,2 Z\$/kg carc.
Coûts d'abattage (2)	1,10 Z\$/kg carc.	0,6 Z\$/kg carc.	?	?
Coûts de livraison	0,35 Z\$/kg carc.	0,0 Z\$/kg carc.	*	*
Profit	0,60 Z\$/kg carc.	0,4 Z\$/kg carc.	?	?
Prix de gros	11,00 Z\$/kg carc.	11,00 Z\$/kg carc.	*	*
Coûts de distribution (3)	4,25 Z\$/kg carc.	4,25 Z\$/kg carc.	?	?
Profit	0,15 Z\$/kg carc.	0,15 Z\$/kg carc.	?	?
Prix de détail	15,40 Z\$/kg viande	15,40 Z\$/kg viande	15,5 Z\$/kg viande	14,50 Z\$/kg viande

(1) calculé avec rendement carcasse de 38 p. 100

(2) comprend : salaires, coût financier, consommations intermédiaires

(3) comprend : licence, salaires, électricité, loyer, réparations et dépréciation, coûts administratifs, emballages

(4) transport de petite capacité (20 cts/km/chèvre) ; distance moyenne de 65 kms

Le profit, établi pour les différents abatteurs, ne prend pas en compte la valorisation du cinquième quartier (abats, tête et pieds) et de la peau qui représentent 30 Z\$ par chèvre, soit un profit net supplémentaire de 2 Z\$ par kg de carcasse. Les prix sont exprimés en dollars zimbabwéens courants. En 1994, 1 dollar zimbabwéen valait 0,6 franc français

Malgré des coûts de transport (approvisionnement et livraison) élevés absorbant 45 p. 100 de sa marge, la CSC est l'abattoir qui réalise la plus grosse marge par kilogramme de carcasse. Elle jouit, en fait, d'une situation de rente ayant fidélisé en quelque sorte certains producteurs, du fait de son image de marque et de son réseau de points de collecte. Ce constat repose la question de la stratégie de la CSC qui ne semble pas vouloir réaliser, dans les actes, son discours politique d'amélioration du revenu des petits producteurs en leur permettant de valoriser leurs produits caprins.

Dans le cas des abattoirs privés, les coûts sont évidemment plus faibles que ceux d'une grosse structure, comme la CSC, travaillant au niveau national. Il faut aussi rappeler que la CSC a un abattoir spécial pour les petits ruminants qui ne fonctionne qu'à 17 p. 100 de sa capacité d'abattage. Les frais fixes ramenés au kilogramme de carcasse sont donc très importants. Inversement, l'abatteur privé possède généralement une petite structure qui sert à la fois pour les bovins et les caprins de sorte que les frais fixes sont mieux couverts. Il peut donc se permettre d'avoir un prix au kilogramme de carcasse rendue abattoir plus élevé que celui de l'office paraétatique. Les auteurs ne disposaient pas dans cette étude de prix payé à la ferme. En considérant un transport de grande capacité et une distance moyenne de collecte de 100 km, ce prix serait alors de 3,6 Z\$ par kg vif et donc nettement plus élevé que celui proposé par la CSC. Mais les différences de coût n'expliquent pas tout, la marge réalisée par l'abattoir est aussi plus faible, montrant une option stratégique différente. Ne disposant pas de réseau de collecte, ces abattoirs doivent donc être plus attractifs que la CSC s'ils s'intéressent à ce produit.

Les différentes sous-filières montrent ainsi des possibilités de croissance assez variables. La CSC, disposant pourtant d'infrastructures imposantes, ne mène pas de politique de croissance pour son activité chèvre. Son action semble surtout politique, dictée par l'Etat. Les interlocuteurs privilégiés identifiés au cours des enquêtes (abattoirs agréés, bouchers périurbains) appartiennent en revanche à des sous-systèmes productifs montrant plus d'intérêt pour le produit chèvre, dans leur discours et dans leurs actes.

Mais cette activité reste secondaire chez ces opérateurs. La viande bovine reste leur fonds de commerce. L'aspect marginal de la viande de chèvre ne justifie pas, malgré leur intérêt, l'investissement nécessaire pour organiser des collectes.

Dans le cadre d'un projet d'amélioration des circuits de commercialisation, l'organisation de la collecte des produits devrait donc s'appuyer sur ces opérateurs, demandeurs de circuits d'approvisionnement, et non pas sur la structure paraétatique de la CSC qui ne voit pas, en la chèvre, un produit à développer.

■ CONCLUSION

Parti d'un état des connaissances sur la production caprine très incomplet, la mise en place d'une analyse de filière a permis aux auteurs de combler un grand nombre de lacunes concernant la connaissance du produit viande de chèvre et de son utilisation.

Guidé par un souci de pragmatisme et la constatation de l'inadéquation entre l'offre et la demande pour ce produit, ce choix méthodologique a abouti à plusieurs modélisations complémentaires de l'activité caprine.

La disproportion des effectifs concernés par les secteurs formel et informel a été quantifiée. Cette disproportion se retrouve dans le deuxième modèle, basé sur les critères discriminants de la mésoanalyse institutionnelle. Cette dernière approche, permettant d'analyser les contraintes de chaque sous-système productif ainsi que

les stratégies associées, laisse entrevoir des possibilités de développement et permet donc d'apporter les réponses aux questions d'approvisionnement et de développement posées en introduction. Le circuit d'autoconsommation est saturé. Les circuits courts traditionnels n'ont pas besoin de l'appui du projet. En revanche, dans les circuits campagnes-villes, si la CSC apparaît inefficace à développer la filière caprine, certains autres acteurs tels que les bouchers périurbains et les abatteurs privés, par leurs pratiques (pesée des animaux) et leurs stratégies, apparaissent comme des interlocuteurs privilégiés. Ils devraient permettre de mener à bien un projet de renforcement des circuits de commercialisation de la viande de chèvre, dans une optique d'amélioration de l'approvisionnement des villes mais aussi d'intégration des petits producteurs dans l'économie de marché, afin d'entraîner, à long terme, un développement réel de la filière et non pas un simple transfert d'utilisation de la production. Plus concrètement, le renforcement des circuits dans lesquels se situent ces opérateurs devrait permettre, par une augmentation des prix payés aux producteurs et une plus grande facilité de vente-collecte, un accroissement de la production commercialisée. Cet accroissement est possible sans diminuer l'autoconsommation par une augmentation du cheptel et/ou une intensification de la production que les services techniques savent mettre en place, mais sans trouver jusque là de répondant faute de circuits.

La mise en place de points de collecte (10), dans le cadre du projet d'aide aux productions caprines dans la province de Masvingo, a d'ailleurs permis de vérifier la cohérence de l'analyse présentée : la majorité des acheteurs qui ont répondu à ce projet étaient des bouchers périurbains, un abattoir agréé s'est joint à cette action, les prix moyens pratiqués par jour de marché de collecte ont oscillé entre 3,33 et 4,55 Z\$ par kg vif rendant ces marchés attractifs pour les vendeurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADAIR P., 1995. Economie informelle. *Cah. GRATICE*, 9 : 3-11.
2. BALLASTER F. et coll. (trentaine d'auteurs), 1994. Goat production in communal lands. Harare, Zimbabwe, CIRAD-EMVT Zimbabwe/Agritex, 173 p. (Manuel de formation)
3. BERINSTAIN-BAILLY C., 1992. La production de viande caprine en Afrique. Etude de cas : le Zimbabwe. *Capricorne*, 5 (4) : 9-14.
4. BOUTONNET JP., SIMIER JP., 1995. Les viandes. Paris, France, Economica, 110 p.
5. BRICAS N., 1995. Séminaire filières et marchés. Mémoire DEA Economie du développement agricole, agro-alimentaire et rural, ENSA, Université de Montpellier I, Montpellier, France.
6. CHALMIN P., MOUTON P., 1982. L'analyse de filière appliquée aux marchés internationaux des produits agricoles. Paris, France, Economica.
7. CSO, 1994. Quarterly digest of statistics. Zimbabwe. Harare, Zimbabwe, CSO, 60 p.
8. CSO, 1992. Statistical yearbook. Zimbabwe. Harare, Zimbabwe, CSO, 266 p.
9. FABRE P., 1994. Note de méthodologie générale sur l'analyse de filière : utilisation de l'analyse de filière pour l'analyse économique des politiques. Document de formation pour la planification agricole. Rome, Italie, FAO, 105 p.
10. GAUTHIER J., 1996. La filière viande de chèvre au Zimbabwe. *Capricorne*, 9 (1) : 12-16.
11. GAUTHIER J., 1996. Renforcement des circuits de commercialisation de la viande de chèvre dans la province de Masvingo, Zimbabwe : utilisation du concept de filière comme outil d'analyse. Mémoire DEA, Economie du développement agricole, agro-alimentaire et rural, ENSA, Université de Montpellier I, Montpellier, France, 97 p.

12. GAUTHIER J., PRADIER A., SHUMBA C., 1995. Main results of the survey on goat marketing in Masvingo Province. Masvingo, Zimbabwe, CIRAD-EMVT/Agritex, 118 p. (Rapport interne)
13. GRIFFON M., 1989. Présentation du séminaire. In : Economie des filières en régions chaudes, X^e Séminaire d'économie et de sociologie, Montpellier, France, 11-15 septembre 1989, p. 1-3.
14. HUGON P., 1989. Filières agricoles et programmes d'ajustement structurel. In : Economie des filières en régions chaudes, X^e Séminaire d'économie et de sociologie, Montpellier, France, 11-15 septembre 1989, p. 7-11.
15. HUGON P., 1992. La mésoéconomie institutionnelle et l'agriculture africaine : le cas de la filière coton. In : XIII^e Séminaire d'économie et de sociologie, Montpellier, France, 7-9 septembre 1992.
16. LAURET F., 1983. Sur les études de filières agro-alimentaires. *Econ. Soc.*, **5** : 721-740.
17. LAURET F., PEREZ R., 1992. Mésoanalyse et économie agro-alimentaire. *Econ. Soc.*, **6** : 99-118.
18. MONTIGAUD J.C., 1989. Les filières fruits et légumes et la grande distribution : méthodes d'analyses et résultats. In : Economie des filières en régions chaudes, X^e Séminaire d'économie et de sociologie, Montpellier, France, 11-15 septembre 1989, p. 37-50.
19. MONTIGAUD J.C., 1989. L'analyse des filières agro-alimentaires : méthodes et premiers résultats. *Econ. Soc.*, **6** : 59-83.
20. PRADIER A., LECROISEY F., GAUTHIER J., 1995. A sector study: the goat meat commodity chain in Zimbabwe with special emphasis on Masvingo. Masvingo, Zimbabwe, CIRAD-EMVT/Agritex, 64 p. (Rapport interne)
21. SOUFFLET J.F., 1988. La filière bétail et viande bovine : fonctionnement et évolution de 1960 à 1985, perspectives 1990. Livre 1. Thèse doct. Etat Sci. écon., Université Montpellier I, Montpellier, France, 170 p.

Reçu le 5.3.97, accepté le 14.8.97

Summary

Gauthier J., Pradier A., Lecroisey F., Shumba C. Study of the goat meat commodity subsector in Zimbabwe

This study presents the goat sector in Zimbabwe with special emphasis on Masvingo Province and uses the production/marketing channel as an analysis tool. Following a brief explanation for this choice and a description of the methodology tools two channel models are proposed. The second more powerful model is discussed in relation with costs/returns. In conclusion, such an analysis reveals distinct players, who will help implement development activities aiming at strengthening goat meat marketing channels and increasing smallholders' income.

Key words: Goat meat - Marketing channels - Agricultural economics - Model - Zimbabwe.

Resumen

Gauthier J., Pradier A., Lecroisey F., Shumba C. Estudio de la filial caprina en Zimbabwe

Este artículo presenta un estudio del sector caprino en Zimbabwe, particularmente en la provincia de Masvingo, basado sobre el uso del concepto de filial como instrumento de análisis. Después de una breve justificación de la elección del análisis y de una presentación de los instrumentos de metodología escogidos, se proponen dos representaciones de la filial. El segundo modelo, más importante para entender las formas de funcionamiento de esta filial, se comenta seguidamente en referencia a los datos de contabilidad. Se deduce que este tipo de análisis permite identificar los interlocutores privilegiados para el establecimiento de acciones de desarrollo, orientado hacia el enfoque de los circuitos de comercialización de la carne de cabra y del mejoramiento de los ingresos de los pequeños productores.

Palabras clave: Carne de cabra - Corriente de mercadeo - Economía agrícola - Modelo - Zimbabwe.

Enquête sur la qualité microbiologique des viandes commercialisées à Conakry, République de Guinée

V. Niamy¹ S. Keita¹ B. Guilloteau¹

Mots-clés

Hygiène de la viande - Analyse microbiologique - Contamination biologique - Vente au détail - Industrie de la viande - Norme - Contrôle de qualité - Guinée.

Résumé

Entre 1992 et 1996, des échantillons de viande ont été prélevés sur les marchés, dans les boucheries et supermarchés de Conakry, pour contrôler la qualité microbiologique des produits proposés aux consommateurs. Si l'on se réfère aux normes européennes, 99 p. 100 des échantillons prélevés dans la filière de vente traditionnelle devraient être rejetés pour cause de contamination élevée par la flore aérobie et par les germes anaérobies sulfito-réducteurs. Dans les étalages des supermarchés, seuls 17,4 p. 100 des échantillons des portions unitaires de viande et 4 p. 100 des viandes hachées satisfaisaient aux critères bactériologiques. L'amélioration de cette situation passe obligatoirement par un perfectionnement des conditions d'hygiène d'abattage et de transport des viandes jusqu'au détaillant.

■ INTRODUCTION

La République de Guinée dispose de bases législatives permettant d'entreprendre une politique de contrôle de l'hygiène alimentaire. Ainsi, le Ministère de l'agriculture et des ressources animales de Guinée a promulgué, le 21 Avril 1991, une ordonnance réglementant l'inspection et l'hygiène des denrées alimentaires d'origine animale. En outre, une loi relative à la protection des consommateurs, au contrôle des denrées, marchandises et services, et à la répression des fraudes commerciales a été promulguée en 1994. Cette loi introduit la notion de responsabilité des opérateurs économiques pour la sécurité des consommateurs en matière d'hygiène des produits alimentaires. Il reste toutefois à préparer une réglementation définissant les normes de conformité des produits, en particulier des critères d'acceptabilité microbiologiques, pour que la loi puisse être mise en application, dans le domaine de la commercialisation des viandes et produits carnés.

De son côté, la Direction nationale de l'élevage, dans le cadre de son Plan de restructuration, s'est dotée des moyens de contrôler la

qualité bactériologique de ces produits en créant, en 1992, une section d'Hygiène alimentaire, au sein du Laboratoire central de diagnostic vétérinaire (LCVD).

C'est dans ce contexte que le Laboratoire a reçu pour mission initiale d'enquêter sur la qualité bactériologique des viandes sur les lieux de vente de la ville de Conakry, en prenant pour référence de contrôle les critères français et européens.

■ METHODOLOGIE

Prélèvements

Entre 1992 et 1996, l'équipe de la section hygiène alimentaire du LCVD a effectué des prélèvements d'échantillons de viande sur les différents marchés et sur les petites boucheries traditionnelles des cinq communes de Conakry, ainsi que dans les supermarchés de la même ville qui disposent d'un rayon de boucherie. Les échantillons prélevés, pesant de 200 à 500 g chacun, étaient maintenus au froid durant leur transport jusqu'au laboratoire, puis conservés congelés jusqu'à leur analyse.

1. Laboratoire Central de Diagnostic Vétérinaire, BP 559, Conakry, Guinée

Retailed meat microbiological quality in Guinea

- Prélèvements sur les marchés et petites boucheries traditionnelles :

Ils ont été effectués sur des pièces de viande non parées, présentées en fractions de carcasse, pouvant être classées dans la catégorie des coupes demi-gros. Elles étaient exposées à l'étal du boucher à la température ambiante et fractionnées à la demande.

- Prélèvements dans les boucheries des supermarchés :

Ils ont été réalisés sur des produits classés, selon les critères réglementaires, comme viandes transformées réfrigérées, vendues soit en portion (steak, filet ou bourguignon), soit hachées ou incorporées dans des saucisses. Ces commerces reçoivent la viande de l'abattoir sous forme de demi-carcasses. La viande est ensuite mûrie en chambre froide pendant 5 à 6 jours, avant d'être transformée.

Techniques microbiologiques

Selon la réglementation française (arrêté du 21 décembre 1979) et européenne, la qualité microbiologique des produits carnés est fonction des taux de contamination par des catégories définies de microorganismes. Les critères sont exprimés en nombre de germes par gramme, comme l'indique le tableau I.

Un échantillon est considéré satisfaisant si le taux de contamination par gramme est inférieur au critère microbiologique maxi-

mum défini par la législation, pour chaque catégorie de contaminants. Un échantillon est considéré comme acceptable si le taux de contamination est inférieur à 10 fois la valeur du critère microbiologique maximum. Au-dessus de ce seuil, la denrée est considérée comme non satisfaisante. Pour les salmonelles, le seul critère d'acceptabilité est l'absence totale de ce germe, dans un échantillon de 25 g.

Les méthodes normalisées et les milieux utilisés au LCVD pour la recherche et le dénombrement de ces microorganismes sont les suivantes :

- flore aérobie mésophile à 30 °C : NF-V08-011 ; milieu PCA ;

- coliformes fécaux à 44 °C : NF-V08-015 ; gélose désoxycholate lactose ;

- salmonelles : NF-VO8-013 ; le bouillon de Rappaport Vassiliades est utilisé comme milieu d'enrichissement et l'agar de Rambach pour l'isolement ;

- staphylocoques : NF-VO8-014 ; sur milieu de Baid Parker pour le dénombrement ;

- anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) et *Clostridium perfringens* : en milieu TSN (référence : Diagnostic Pasteur 64724), après 24 h d'incubation à 46 °C.

Tableau I

Critères microbiologiques relatifs à quelques catégories de viandes et produits carnés

Nature des échantillons	Classement des échantillons	Microorganismes recherchés				
		Flore mésophile	Coliformes fécaux	Staphylocoques	ASR	Salmonelles
		Nbre maxim. de germes accepté/g	Nbre maxim. de germes accepté dans 25 g			
Coupes demi-gros	Satisfaisant*	500	-	-	2	absence
	Acceptable	5 000	-	-	20	
	Non satisfaisant	> 5 000	-	-	> 20	présence
Portions unitaires	Satisfaisant*	-	300	100	10	absence
	Acceptable	-	3 000	1 000	100	
	Non satisfaisant	-	> 3 000	> 1 000	> 100	présence
Viande hachée	Satisfaisant*	500 000	100	100	30	absence
	Acceptable	5 000 000	1 000	1 000	300	
	Non satisfaisant	> 5 000 000	> 1 000	> 1 000	> 300	présence
Saucisses	Satisfaisant*	-	1 000	1 000	100	absence
	Acceptable	-	10 000	10 000	1 000	
	Non satisfaisant	-	> 10 000	> 10 000	> 1 000	présence

* Critères définis par l'arrêté du 21 décembre 1979

■ RESULTATS

Les résultats observés après analyse sont regroupés dans le tableau II.

Sur les pièces de viande vendues dans les petites boucheries traditionnelles, qui peuvent être assimilées à des coupes demi-gros non transformées, aucun échantillon ne pouvait être classé satisfaisant ni acceptable, vis-à-vis de l'ensemble des différents critères microbiologiques applicables à cette catégorie de viande. La quasi-totalité des échantillons (99 p. 100) était non satisfaisante en raison du fort niveau de contamination par la flore mésophile. Pour ce qui concerne les germes anaérobies sulfito-réducteurs, 25 p. 100 des échantillons atteignaient ou dépassaient le niveau de rejet à cause de leur présence trop importante. Les taux de contamination moyens de l'ensemble des échantillons par ces deux groupes de germes étaient supérieurs aux taux acceptables. Les salmonelles étaient présentes dans quatre des échantillons.

La recherche des coliformes fécaux, à laquelle ont été également soumis ces prélèvements, a révélé un taux moyen élevé de contaminants (21 768 coliformes par gramme).

Pour les viandes transformées, commercialisées dans les supermarchés sous forme de portions unitaires, seuls 17,4 p. 100 des échantillons ont été classés satisfaisants vis-à-vis de l'ensemble

des critères microbiologiques. La contamination par les coliformes fécaux était la plus fréquente (60,8 p. 100 des échantillons n'étaient pas satisfaisants).

Les coliformes fécaux étaient également un contaminant majeur des viandes hachées (58,3 p. 100 des échantillons n'étaient pas satisfaisants) et des saucisses (51,9 p. 100 des échantillons n'étaient pas satisfaisants). Vis-à-vis de l'ensemble des critères microbiologiques, les viandes hachées et les saucisses n'étaient satisfaisantes que pour respectivement 4 p. 100 et 51,9 p. 100 des prélèvements.

■ CONCLUSION

Les viandes non transformées proposées sur les marchés et les petites boucheries traditionnelles étaient particulièrement contaminées et auraient été considérées comme impropres à la consommation dans un contexte d'application des normes européennes, qui imposent que les viandes soient maintenues réfrigérées. Dans le contexte local, les risques encourus par le consommateur sont néanmoins amenuisés, dans la mesure où les habitudes culinaires consistent à ne consommer la viande qu'une fois longuement bouillie. Le risque est par contre plus important quand ces viandes sont revendues grillées par les vendeurs de brochettes.

Tableau II

Résultats d'analyse microbiologique regroupés en fonction de la nature des échantillons

Nature des échantillons	Données enregistrées	Résultats globaux	Microorganismes recherchés				
			Flore mésophile	Coliformes fécaux	Staphylocoques	ASR	Salmonelles
Coupes demi-gros	Nbre échantillons traités	232	232	232	-	232	232
	Nbre échantillons satisfaisants	0	0	-	-	58	228
	Nbre échantillons acceptables	0	2	-	-	0	0
	Nbre échant. non satisfaisants	232	230	-	-	174	4
	M/N	-	$10^{6,87}/10^{3,70}$	$10^{4,49}$	-	$10^{1,78}/10^{1,30}$	-
Portions unitaires	Nbre échantillons traités	23	-	23	23	23	23
	Nbre échantillons satisfaisants	4	-	5	23	18	23
	Nbre échantillons acceptables	0	-	4	0	2	0
	Nbre échant. non satisfaisants	19	-	14	0	3	0
	M/N	-	-	$10^{4,87}/10^{3,48}$	$0/10^{3,00}$	$10^{1,65}/10^{2,00}$	-
Viande hachée	Nbre échantillons traités	72	72	72	72	72	72
	Nbre échantillons satisfaisants	3	3	8	44	49	72
	Nbre échantillons acceptables	0	40	21	27	21	0
	Nbre échant. non satisfaisants	69	29	43	1	2	0
	M/N	-	$10^{5,83}/10^{6,69}$	$10^{4,44}/10^{3,00}$	$10^{2,39}/10^{3,00}$	$10^{1,89}/10^{2,47}$	-
Saucisses	Nbre échantillons traités	27	-	27	27	27	27
	Nbre échantillons satisfaisants	14	-	7	25	24	27
	Nbre échantillons acceptables	0	-	9	1	2	0
	Nbre échant. non satisfaisants	13	-	11	1	1	0
	M/N	-	-	$10^{4,00}/10^{4,00}$	$10^{2,64}/10^{4,00}$	$10^{1,42}/10^{3,00}$	-

M : contamination moyenne de tous les échantillons de la même catégorie (logarithme du nombre de germes par gramme de viande)
N : contamination maximum d'un échantillon acceptable dans la catégorie (logarithme du nombre de germes par gramme de viande)

La qualité hygiénique des viandes vendues transformées au niveau des supermarchés est également préoccupante : la majorité des portions unitaires ou des viandes hachées ne satisfont pas aux critères et elles sont destinées à subir un degré moindre de cuisson que les viandes consommées dans la cuisine traditionnelle.

Ces pourcentages élevés de contamination, dans l'une ou dans l'autre filière de commercialisation, démontrent l'insuffisance de la qualité hygiénique de l'ensemble des viandes locales vendues sur la place de Conakry. Ceci est dû à de multiples facteurs dont les plus évidents sont les mauvaises conditions dans lesquelles s'opère encore l'abattage des animaux et s'effectue le transport des viandes vers les lieux de vente. Ce n'est qu'une fois ces pro-

blèmes primordiaux résolus (l'abattoir principal de Conakry fait actuellement l'objet d'un programme de réhabilitation) et après élaboration d'une réglementation normative que des actions de contrôle de qualité au niveau de la commercialisation pourront être entreprises efficacement.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOURGEOIS C.M., LEVEAU J.Y., 1991. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Cachan, France, Lavoisier, p. 360-368.

Reçu le 27.6.97, accepté le 19.9.97

Summary

Niamy V., Keita S., Guilloteau B. Survey on retailled meat microbiological quality in Conakry, Republic of Guinea

Between 1992 and 1996 meat samples were collected for bacteriological quality control from markets, butchers' and supermarkets in Conakry. According to European standards, 99% of these samples should have been rejected for high contamination by aerobic flora and sulfite-reducer anaerobic bacteria. In supermarkets only 17.4% of carved meat serving samples and 4% of ground meat samples met bacteriological criteria. Better hygiene conditions during slaughtering and transportation to the retailers are crucial to improve the situation.

Key words: Meat hygiene - Microbiological analysis - Biological contamination - Retail marketing - Meat industry - Standards - Quality control - Guinea.

Resumen

Niamy V., Keita S., Guilloteau B. Encuesta sobre la calidad microbiológica de las carnes comerciales en Conakry, República de Guinea

Entre 1992 y 1996, se tomaron muestras de carne en los mercados, las carnicerías y los supermercados de Conakry, para controlar la calidad microbiológica de los productos propuestos al consumidor. Si se toman como referencia las normas europeas, 99% de las muestras examinadas en la filial de la venta tradicional, deberían de ser rechazadas por la alta contaminación con flora aerobia y con gérmenes anaeróbios reductores de sulfitos. En los estantes de los supermercados, solo 17,4% de las muestras de porciones de carne unitaria y 4% de las carnes molidas, satisfacían los criterios bacteriológicos. La mejora de esta situación exige un perfeccionamiento de las condiciones de higiene en el matadero y en el transporte de las carnes hasta el detallista.

Palabras clave: Higiene de la carne - Análisis microbiológico - Contaminación biológica - Venta al por menor - Industria de la carne - Norma - Control de calidad - Guinea.

Polymorphisme des protéines sanguines chez l'âne (*Equus asinus*) au Maroc

L. Ouragh^{1*} M. Ouassat² M. Machmoum¹

Mots-clés

Ane - Polymorphisme biochimique -
Protéine sanguine - Maroc.

Résumé

Les systèmes albumine (ALB), composante Gc (GC), post-albumine (A1B) et transferrine (TF) ont été étudiés chez 170 ânes marocains par la technique d'électrophorèse en gel de polyacrylamide (PAGE). Deux variants, déjà décrits dans la littérature, ont été observés dans les systèmes ALB et GC. Deux nouveaux variants du système A1B, désignés A1B-A et A1B-D* ont été observés. Un variant additionnel du système TF, désigné TF-A*, a également été observé. Les variants A1B-A et A1B-D* migraient plus vite par rapport au variant A1B-D, le variant A1B-A étant plus rapide que le variant A1B-D*. Quant au variant TF-A*, il migrait plus rapidement que le variant TF-A. Les fréquences alléliques des quatre systèmes étaient comme suit :

Système	Allèle	Fréquence	Système	Allèle	Fréquence
ALB	C	0,935	TF	A*	0,006
	D	0,065		A	0,544
GC	F	0,176	C	B	0,291
	S	0,824		D	0,115
A1B	A	0,015	D	D	0,044
	D*	0,003			
	D	0,982			

■ INTRODUCTION

Au Maroc, la population asine, estimée à 900 000 têtes environ, est constituée d'animaux de petit format. En effet, les ânes marocains ont une taille au garrot comprise entre 0,90 m et 1,30 m. Ils sont généralement de robe grise ou baie brune. Ils sont sobres, résistants et très énergiques. Leur reproduction n'est soumise à aucun contrôle puisqu'elle se fait au hasard des rencontres et aucun programme d'amélioration ne leur est consacré. Pourtant,

ils assurent plus de 50 p. 100 de la traction animale dans le pays. D'où l'intérêt de faire connaître ce secteur d'élevage au Maroc en vue de lui définir une stratégie de développement (notamment une amélioration par le croisement).

Le présent travail est une contribution à une meilleure connaissance des populations asines marocaines par leur caractérisation génétique. Il se propose d'étudier le polymorphisme biochimique de quatre systèmes protéiques, albumine (ALB), composante Gc (GC), post-albumine (A1B) et transferrine (TF), en vue d'établir le profil génétique de ces populations.

■ MATERIEL ET METHODES

Les analyses ont été effectuées sur un effectif de 170 ânes provenant de trois régions du nord ouest du Maroc : Khémisset, Tiflet et Rabat. Les prélèvements ont été réalisés au niveau de la veine jugulaire dans des tubes secs.

1. Laboratoire des groupes sanguins, Département de pathologie médicale et chirurgicale des équidés et carnivores, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, 10101 Rabat-Instituts, Maroc

2. Département d'anatomie comparée, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, 10101 Rabat-Instituts, Maroc

* Auteur pour la correspondance : tél. et fax : 212 7 77 13 95

Poster présenté au XXV^e Congrès international de génétique animale (XXVth International Conference on Animal Genetics), Tours, France, 21-25 juillet 1996

La technique d'électrophorèse en gel de polyacrylamide (pH = 8,9) (4) a été utilisée. La concentration du gel de séparation était de 10 p. 100. Un courant constant de 40 mA par gel (20 cm x 20 cm x 0,75 mm) était appliqué. La tension de 300 V (15 V/cm) enregistrée au début augmentait au cours de l'électrophorèse jusqu'à atteindre environ 900 V en fin de migration, au bout de 3 h 30.

La méthode par comptage direct a été utilisée pour le calcul des fréquences alléliques des quatre systèmes. En effet, les allèles sont codominants dans ces systèmes et le génotype peut donc être déduit directement du phénotype. Par exemple, dans le système GC comprenant deux allèles (GC^F et GC^S), les individus ($N = \text{effectif}$) peuvent être : FF ou FS ou SS. La fréquence de l'allèle F est calculée selon la formule $q_F = (2[FF] + [FS])/2N$ et la fréquence de l'allèle S selon la formule $q_S = (2[SS] + [FS])/2N$.

Le test de panmixie vérifiant qu'une population étudiée est en équilibre génétique (loi de Hardy-Weinberg) a été effectué grâce au test statistique du χ^2 .

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau I montre les phénotypes observés et attendus des quatre systèmes. L'analyse des résultats du test du χ^2 indique que la population étudiée est en équilibre génétique, les χ^2 observés étant très en dessous des χ^2 limites. Pour les loci A1B et TF, les effectifs théoriques de valeur inférieure à 5 ont été groupés ensemble pour ne former qu'une seule classe. En procédant de la sorte, on ne note pas de différence significative entre les phénotypes observés et théoriques à ces systèmes (tableau I).

Deux variants du système albumine ont été observés : ALB-C et ALB-D (figure 1). Les fréquences alléliques à ce système (tableau II) se rapprochent de celles rapportées chez les ânes sauvages aux Etats-Unis (2) et chez les ânes sauvages et domestiques en Australie (1).

Deux variants de la composante GC ont été détectés et sont électrophorétiquement identiques aux variants F et S chez le cheval (1, 4) (figure 1). Leurs fréquences alléliques (tableau II) se rapprochent de celles rapportées par Bell (1). En comparaison avec le cheval, l'allèle GC^S est rencontré avec une fréquence plus élevée chez l'âne.

Deux nouveaux variants du système A1B (A1B-A et A1B-D*) ont été observés (figure 2). Ces variants migrent plus vite que le variant A1B-D, le variant A1B-A étant plus rapide que le variant A1B-D*. Ceci est en contradiction avec Patterson et coll. (6) qui n'ont décrit qu'un seul variant (A1B-D) dans ce système chez l'âne.

Dix phénotypes du système TF ont été observés (tableau I). Ces phénotypes ont été désignés selon la nomenclature adoptée par Niece et Kracht (5). Sur les cinq variants trouvés (figure 3), quatre (TF-A, TF-B, TF-C et TF-D) sont identiques à ceux déjà décrits dans la littérature (1, 3, 5, 7). Un variant nouveau, désigné TF-A*, a été identifié. Ce variant migre plus rapidement que le variant TF-A. Contrairement aux variants B, C et D qui présentent chacun deux bandes intenses, les variants A et A* sont constitués d'une bande intense et d'une bande faible (figure 3). L'analyse des fréquences alléliques du système TF (tableau II) montre une prédominance de l'allèle TF^A . Ce résultat est retrouvé dans les études menées aux Etats-Unis (3) et en Australie (1).

Tableau I

Test de panmixie pour les loci ALB, GC, A1B et TF

Systèmes	Génotypes	Observés	Attendus
ALB	CC	148	148,62
	CD	22	20,66
	DD	0	0,72
	Total	170	
		$\chi^2 = 0,809$	ddl = 2
GC	FF	7	5,26
	FS	46	49,31
	SS	117	115,43
	Total	170	
		$\chi^2 = 0,819$	ddl = 2
A1B	DD	164	163,93
	AD	5	5,01
	D*D	1	1,00
	AA	0	0,04
	D*D*	0	0,02
	Total	170	
		$\chi^2 = 0,003$	ddl = 2
TF	AA	49	50,31
	AB	57	53,82
	AC	20	21,27
	AD	10	8,14
	BB	14	14,40
	BC	10	11,38
	BD	4	4,35
	A*A*	0	0,01
	A*C	2	0,23
	CC	3	2,25
	CD	1	1,72
	DD	0	0,33
	A*B	0	0,60
	A*D	0	0,09
Total	170		
		$\chi^2 = 0,919$	ddl = 6

Pour les systèmes A1B et TF, les χ^2 ont été calculés après le regroupement en une seule classe des effectifs théoriques de valeur < 5. (Au seuil de 5 %, le tableau du χ^2 donne respectivement les valeurs 5,991 et 12,59 pour les ddl = 2 et ddl = 6)

Les variants supplémentaires observés aux systèmes A1B et TF indiquent une variabilité génétique de la population asine marocaine. Il serait donc souhaitable de poursuivre ces travaux de recherche en les étendant à d'autres systèmes génétiques polymorphes, notamment les systèmes préalbumine (PI) et 6-phosphogluconate déshydrogénase (PGD) afin de mieux connaître la structure génétique des populations asines du Maroc.

Remerciements

Les auteurs remercient MM. Ahmed Nabich et Nourredine Benbihi, techniciens au Laboratoire des groupes sanguins, qui ont effectué les analyses des échantillons.

Tableau II

Répartition des classes génotypiques et fréquences alléliques des systèmes ALB, GC, A1B et TF

Systèmes	Génotypes	Nombre	Allèles	Présente étude	Fréquences alléliques		
					Bell*	Blake et Douglas**	Blake et coll.***
ALB N = 170	CC	148	C	0,935	0,945 0,055	0,976 0,024	
	CD	22	D	0,065			
	DD	0					
GC N = 170	FF	7	F	0,176	0,139 0,861		
	FS	46	S	0,824			
	SS	117					
A1B N = 170	AD	5	A	0,015			
	D*D	1	D*	0,003			
	DD	164	D	0,982			
TF N = 170	A*C	2	A*	0,006			
	AA	49	A	0,544	0,831 0,072 0,095 0,002	0,744 0,052 0,130 0,074	
	AB	57	B	0,291			
	AC	20	C	0,115			
	AD	10	D	0,044			
	BB	14					
	BC	10					
	BD	4					
	CC	3					
CD	1						

* Anim. Genet., 1994, 25, supplement 1: 109-113; ** Anim. Blood Groups Biochem. Genet., 1978, 9: 9-12; *** J. Mamm., 1981, 62: 58-63

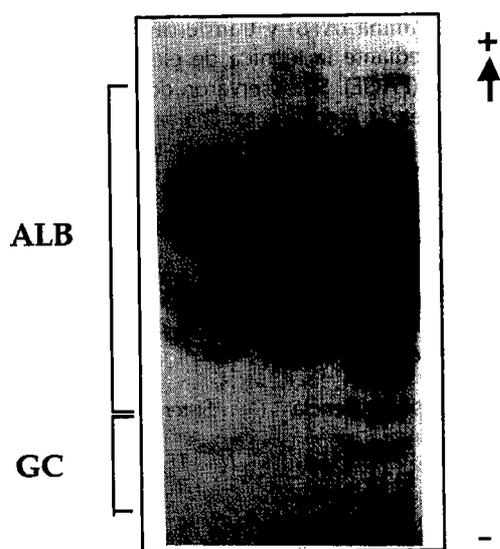
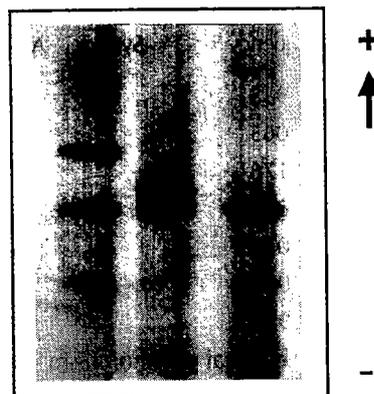


Figure 1 (à gauche) : phénotypes des systèmes albumine (ALB) et composante Gc (GC).

Figure 2 (ci-dessous) : phénotypes du système post albumine (A1B).



ALB C C CD
GC FS S F

AD D*D D

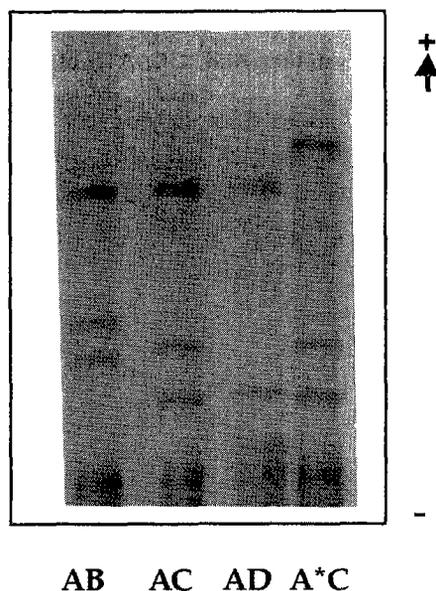


Figure 3 : phénotypes du système transferrine (TF).

Summary

Ouragh L., Ouassat M., Machmoum M. Blood protein polymorphism in donkeys (*Equus asinus*) in Morocco

Albumin (ALB), vitamin D-binding protein (GC), Alpha1-B glycoprotein (A1B) and transferrin (TF) polymorphisms were studied in 170 Moroccan donkeys by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). Two variants, already described in the literature, were detected using the ALB and GC systems. Two new A1B variants, called A1B-A and A1B-D*, were found. An additional TF variant, designated TF-A*, was also observed. The A1B-A variant migrated more positively than that of A1B-D*, but each one was faster than the A1B-D type. Furthermore, the TF-A* variant migrated more positively than the TF-A type. In the four systems allelic frequencies were as follows:

System	Allele	Frequency	System	Allele	Frequency
ALB	C	0.935	TF	A*	0.006
	D	0.065		A	0.544
GC	F	0.176		B	0.291
	S	0.824		C	0.115
A1B	A	0.015	D	0.044	
	D*	0.003			
	D	0.982			

Key words: Ass - Biochemical polymorphism - Blood protein - Morocco.

BIBLIOGRAPHIE

- BELL K., 1994. Blood protein polymorphism in the donkey (*Equus asinus*). *Anim. Genet.*, **25**, Supplement 1: 109-113.
- BLAKE J.G., DOUGLAS C.L., 1978. Albumin polymorphism in the feral donkey of Death Valley National Monument, California. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **9**: 9-12.
- BLAKE J.G., DOUGLAS C.L., THOMPSON L.F., 1981. Spatial variation in transferrin allele frequencies among herds of feral donkeys in Death Valley National Monument, California. *J. Mamm.*, **62**: 58-63.
- JUNEJA R.K., GAHNE B., SANDBERG K., 1978. Genetic polymorphism of vitamin D binding protein and another post-albumin in the horse serum. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **9**: 29-36.
- NIECE R.L., KRACHT D.W., 1967. Genetic of transferrins in burros (*Equus asinus*). *Genetics*, **37**: 837-841.
- PATTERSON S.D., BELL K., SHAW D.C., 1991. Donkey and horse α 1B-glycoprotein: partial characterization and new alleles. *Comp. Biochem. Physiol.*, **98 B**: 523-528.
- TROMMERSHAUSEN BOWLING A., NICKEL L.S., 1985. Inheritance of *Equus asinus* serum albumin variants in hybrid offspring. *J. Hered.*, **76**: 73-74.

Reçu le 4.2.97, accepté le 3.10.97

Resumen

Ouragh L., Ouassat M., Machmoum M. Polimorfismo de las proteínas sanguíneas en el asno (*Equus asinus*) en Marruecos

Se estudiaron los sistemas albúmina (ALB), compuesto Gc (GC), post albúmina (A1B) y transferrina (TF) en 170 asnos marroquíes, mediante la técnica de electroforesis en gel de poliácridamida (PAGE). Se observaron dos variantes, descritas anteriormente en la literatura, en los sistemas ALB y GC. Se observaron dos nuevas variantes del sistema A1B, designadas A1B-A y A1B-D*. También se observó una variante adicional del sistema TF, designada TF-A*. Las variantes A1B-A y A1B D* migran mas rapidamente con respecto a la variante A1B-D. La variante A1B-A es más rápida que la variante A1B-D*. En cuanto a la variante TF-A*, migra más rápidamente que la variante TF-A. Las frecuencias alélicas de los cuatro sistemas son las siguientes:

Sistema	Alelo	Frecuencia	Sistema	Alelo	Frecuencia
ALB	C	0,935	TF	A*	0,006
	D	0,065		A	0,544
GC	F	0,176		B	0,291
	S	0,824		C	0,115
A1B	A	0,015	D	0,044	
	D*	0,003			
	D	0,982			

Palabras clave: Asno - Polimorfismo bioquímico - Proteína sanguínea - Marruecos.