

# Sommaire

271 Editorial

## PATHOLOGIE INFECTIEUSE

273 **Enquête séroépidémiologique de la rhinopneumonie des équidés en Tunisie.** Ghram A., Chabchoub A., Boussetta M., Baazaoui S., Ibn Amor H., Landolsi F. (*en français*)

277 **Dominantes pathologiques aviaires à N'Djaména : étude de quinze fermes.** Maho A., Mbeurnodji L., Ndobale B. (*en français*)

281 **Enquête à l'abattoir sur les maladies des petits ruminants à Bauchi, Nigeria.** Kudi A.C., Kalla D.J.U., Alkali Y., Ladan S.M., Kudi M.C., Mai H. (*en anglais*)

## PATHOLOGIE PARASITAIRE

285 **Etude du taux d'infection du bétail et des tiques associées par *Anaplasma* et *Babesia* sur la Côte Sud du Guatemala.** Van Andel J.M., Dwinger R.H., Alvarez J.A. (*en anglais*)

293 **Recrudescence de *Trypanosoma evansi* dans le Pantanal brésilien. Analyse financière.** Seidl A.F., Moraes A.S., Silva R.A.M.S. (*en anglais*)

297 **Les techniques de génétique moléculaire au service de l'épidémiologie des trypanosomoses. Intérêt de l'étude du polymorphisme des microsatellites des glossines.** Solano P., Cuny G., Duvallet G., Cuisance D., Ravel S., Sidibé I., Touré S.M. (*en français*)

## RESSOURCES ALIMENTAIRES

302 Notes de lecture

303 **Influence de la saison et de la concentration énergétique de l'aliment sur les performances de croissance de pintadeaux (*Numida meleagris*) en région tropicale.** Dehoux J.-P., Buldgen A., Dacht P., Dieng A. (*en français*)

309 **Influence de la hauteur et du rythme de coupe sur la survie et la production fourragère de *Cajanus cajan* CIAT 18 700.** Bodji N.C. (*en français*)

## RESSOURCES ANIMALES

313 **Typologie des systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune, Maroc.** Michel J.F., Bengoumi M., Bonnet P., Hidane K., Zro K., Faye B. (*en français*)

325 **Mortalité et performances de reproduction chez le zébu Azaouak à la station de Toukounous, Niger (1986-1992).** Achard F., Chanono M. (*en français*)

334 Informations

335 **Typologie des élevages de cerfs en Nouvelle-Calédonie et impact d'un suivi des performances d'abattage.** Le Bel S., Salas M., Dulieu D. (*en français*)

343 **Evaluation de la productivité et de la mortalité de la poule locale sur le plateau du Sankaran, Faranah, Guinée, en 1993-1994.** Mourad M., Bah A.S., Gbanamou G. (*en français*)

## INDEX

350 Index 1997 des auteurs, des mots-clés et géographique

# Contents

271 Editorial

## INFECTIOUS DISEASES

273 A seroepidemiological survey on equine rhinopneumonitis in Tunisia. Ghram A., Chabchoub A., Boussetta M., Baazaoui S., Ibn Amor H., Landolsi F. (*in French*)

277 Primary poultry diseases in N'Djamena: study of fifteen farms. Maho A., Mbeurnodji L., Ndobale B. (*in French*)

281 Abattoir survey of small ruminant diseases in Bauchi, Nigeria. Kudi A.C., Kalla D.J.U., Alkali Y., Ladan S.M., Kudi M.C., Mai H. (*in English*)

## PARASITIC DISEASES

285 Study of *Anaplasma* and *Babesia* infection rates of cattle and associated ticks in the South Coast of Guatemala. Van Andel J.M., Dwinger R.H., Alvarez J.A. (*in English*)

293 Outbreak of *Trypanosoma evansi* in the Brazilian Pantanal. A financial analysis. Seidl A.F., Moraes A.S., Silva R.A.M.S. (*in English*)

297 Molecular genetic techniques applied to the epidemiology of trypanosomoses. Advantages of the microsatellite polymorphism study in tsetse flies. Solano P., Cuny G., Duvallet G., Cuisance D., Ravel S., Sidibé I., Touré S.M. (*in French*)

## FEED RESOURCES

302 Reading notes

303 Effect of season and diet energy content on the growth performance of guinea fowl (*Numida meleagris*) in a tropical area. Dehoux J.-P., Buldgen A., Dacht P., Dieng A. (*in French*)

309 Effect of cutting height and frequency on survival and forage productivity of *Cajanus cajan* CIAT 18 700. Bodji N.C. (*in French*)

## ANIMAL RESOURCES

313 Typology of dromedary production systems in Laayoune province, Morocco. Michel J.F., Bengoumi M., Bonnet P., Hidane K., Zro K., Faye B. (*in French*)

325 Mortality and reproductive performances in Azawak zebus at the Station of Toukounous, Niger (1986-1992). Achard F., Chanono M. (*in French*)

334 Notices

335 Deer farming systems in New Caledonia and effects of slaughtering result monitoring. Le Bel S., Salas M., Dulieu D. (*in French*)

343 Productivity and mortality of local poultry in the plateau of Sankaran Faranah, Guinea, in 1993-1994. Mourad M., Bah A.S., Gbanamou G. (*in French*)

## INDEX

350 Author, key word, geographical 1997 index

# Sumario

271 Editorial

## PATOLOGIA INFECCIOSA

273 Encuesta seroepidemiológica de la rinoneumonía de los equinos en Túnez. Ghram A., Chabchoub A., Boussetta M., Baazaoui S., Ibn Amor H., Landolsi F. (*en francés*)

277 Dominantes patológicos aviáres en N'Djamena: estudio de quince fincas. Maho A., Mbeurnodji L., Ndobale B. (*en francés*)

281 Encuesta en matadero de las enfermedades de los pequeños rumiantes en Bauchi, Nigeria. Kudi A.C., Kalla D.J.U., Alkali Y., Ladan S.M., Kudi M.C., Mai H. (*en inglés*)

## PATOLOGIA PARASITARIA

285 Estudio de las tasas de infección de *Anaplasma* y *Babesia* en ganado y garrapatas asociadas en la Costa Sur de Guatemala. Van Andel J.M., Dwinger R.H., Alvarez J.A. (*en inglés*)

293 Brote de *Trypanosoma evansi* en el Pantanal de Brasil. Análisis financiero. Seidl A.F., Moraes A.S., Silva R.A.M.S. (*en inglés*)

297 Las técnicas de genética molecular al servicio de la epidemiología de las tripanosomosis. Importancia del polimorfismo de los microsatélites de las glosinas. Solano P., Cuny G., Duvallat G., Cuisance D., Ravel S., Sidibé I., Touré S.M. (*en francés*)

## RECURSOS ALIMENTICIOS

302 Notas de lectura

303 Influencia de la estación y de la concentración energética del alimento sobre los rendimientos de crecimiento de los pollos de pintada (*Numida meleagris*) en región tropical. Dehoux J.-P., Buldgen A., Datchet P., Dieng A. (*en francés*)

309 Influencia de la altura y del ritmo de poda sobre la supervivencia y la producción forrajera de *Cajanus cajan* CIAT 18 700. Bodji N.C. (*en francés*)

## RECURSOS ANIMALES

313 Tipología de los sistemas de producción de camélidos en la provincia de Laayoune, Marruecos. Michel J.F., Bengoumi M., Bonnet P., Hidane K., Zro K., Faye B. (*en francés*)

325 Mortalidad y rendimientos de reproducción en el cebú Azaouak en la estación de Toukounous, Níger (1986-1992). Achard F., Chanono M. (*en francés*)

334 Información

335 Tipología de criaderos de ciervos en Nueva Caledonia y evaluación del efecto de un seguimiento en matadero. Le Bel S., Salas M., Dulieu D. (*en francés*)

343 Evaluación de la productividad y de la mortalidad de la gallina nativa en la meseta de Sankarán Faranah, Guinea, en 1993-1994. Mourad M., Bah A.S., Gbanamou G. (*en francés*)

## INDICE

350 Índice 1997 de autores, de temas y geográfico

# 50

années de publication

## *Editorial*

*Avec ce numéro, la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux finalise son cinquantième tome. Succédant au Recueil de médecine vétérinaire exotique, son objectif, défini en 1947 par G. Curasson, premier Rédacteur en chef, était de faire connaître les travaux des services de l'élevage, des laboratoires, de servir d'organe de liaison et d'offrir des synthèses, tout cela pour participer à l'effort scientifique mondial pour le développement de l'élevage des régions tropicales.*

*La revue dite « rouge » a répondu à ces fonctions en publiant deux cents numéros qui contiennent près de 2 200 articles et communications (les « observations et menus faits » des premiers numéros, comme les fiches bibliographiques, n'ont pas été pris en compte). Elle a ainsi témoigné de travaux dans tous les secteurs de l'élevage. Toutefois, les disciplines ont été présentes de façon très variable. Une analyse de l'ensemble des documents montre que les articles de pathologie représentent 67 p. 100 des documents publiés, 58 p. 100 d'entre eux portant sur les maladies transmises par les vecteurs (trypanosomoses, cowdriose), l'helminthologie et diverses parasitoses. La pathologie infectieuse est également bien représentée dans les documents publiés. Au-delà de la peste bovine et de la péripneumonie bovine, très vite de nombreuses observations ont décrit bien d'autres maladies, avec des séries d'articles consacrées à la dermatophilose, la brucellose... Ces différentes étapes montrent l'intérêt des résultats publiés, l'aboutissement de certaines techniques comme celles des vaccins contre la peste bovine dont peu d'éléments sont rapportés dans la revue depuis 20 ans, car l'efficacité des techniques de laboratoire a alors limité les travaux dans ce domaine. La revue témoigne ainsi de la dynamique des méthodes de lutte et de diagnostic.*

*En zootechnie, alimentation et ressources alimentaires au sens large, la revue a publié près de 580 articles, toujours dans un but de connaissance et de résultats à appliquer. Là également, il y a une succession de thèmes dont certains ne sont plus guère évoqués et d'autres sont au contraire émergents. Ceci peut être illustré par les descriptions des races et des performances des bovins dans des systèmes contrôlés largement rapportées jusqu'en 1975, mais ayant été l'objet de peu d'observations depuis 20 ans. A celles-ci ont succédé les analyses des performances des troupeaux dans les élevages traditionnels et une approche des systèmes d'élevage, de leur diagnostic et de propositions d'actions pour leur développement.*

*Dans les domaines de disciplines plus fondamentales, la revue a publié près d'une centaine de documents en anatomie, physiologie, biochimie, hématologie, montrant ainsi un souci de diffuser les connaissances, mais aussi une orientation principale vers la recherche appliquée.*

*Sur le plan de la forme, la revue a évolué dans son format, dans ses maquettes, dans ses présentations d'informations pour ce qui est des articles, des revues, des analyses, des fiches bibliographiques, des communications, des numéros spéciaux mis en place par A. H. Robinet en 1984. Encore plus notable est le fait que*

*la revue se soit ouverte à nos partenaires puis à l'extérieur, alors que, dans un premier temps, elle était l'expression des vétérinaires de la fonction publique française présents en Afrique. Restée à ce jour profondément « africaine », elle s'ouvre de plus en plus aux autres continents, notamment à travers la pathologie parasitaire, ce qui témoigne de sa diffusion et d'une place acquise dans les publications internationales.*

*Il faut également noter que, de par les résultats de leurs travaux publiés dans la revue rouge, des hommes et des femmes ont participé à des courants de pensées et orienté des recherches ou diffusé des techniques. Quelques noms marquent de grands thèmes. Il faut citer, choix bien difficiles parmi tous les auteurs, les résultats sur les vaccins contre les principales maladies infectieuses publiés par A. Provost, les nombreuses observations sur les maladies transmises par les vecteurs rapportées par D. Cuisance, P.C. Morel, G. Uilenberg, les inventaires en helminthologie de M. Graber, les premiers travaux sur les parcours d'O. Brémaud et G. Curasson, toutes les données zootechniques de H. Calvet, J.P. Denis, Ph. Lhoste, H. Serres...*

*Comme tout organisme vivant, la revue rouge doit évoluer. Toujours présente pour transmettre des résultats de recherche appliquée, elle doit continuer à favoriser la diffusion de connaissances utiles pour la dynamique des productions animales dans les régions chaudes. Pour cela, elle poursuivra la publication de documents assurant une approche descriptive et cognitive de la pathologie et de la zootechnie des troupeaux conduits selon différents modes d'élevage et une diffusion de nouvelles approches et méthodologies utiles pour les connaissances scientifiques. Elle s'ouvrira à des secteurs peu développés dans ses pages à ce jour, notamment à ceux de l'économie de l'élevage et des approches globales des productions animales.*

*Par rapport aux multiples informations disponibles jusqu'à présent, la revue assurera une fonction de synthèse. Pour cela, le cinquantenaire est l'occasion de faire quelques bilans avant de publier divers articles sous cette rubrique.*

*Un premier document sur l'analyse de l'offre et de la demande des produits animaux en Afrique sub-saharienne sera présenté dans le prochain numéro. Deux synthèses sur la pathologie lui feront suite, l'une sur les maladies du bétail tropical transmises par les glossines et les tiques (évolution de la lutte et perspectives), l'autre sur l'évolution des méthodes de prophylaxie des maladies infectieuses en zone tropicale. En zootechnie, deux documents présenteront les acquis et l'évolution des démarches scientifiques et techniques dans l'approche des productions animales ; l'un sur l'évolution de la connaissance des animaux au fonctionnement des systèmes d'élevage, l'autre sur les dynamiques allant des connaissances de la végétation à la gestion des parcours.*

*Pour conclure cet éditorial, il est important de rappeler que la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux est le fait de nombreux auteurs et d'équipes de rédaction. Ce cinquantenaire est l'occasion de remercier tous les chercheurs et développeurs qui ont proposé des documents, ont fait des efforts d'analyse de leurs données, et ont accepté une démarche de rédaction scientifique pour contribuer à la diffusion de résultats de recherche appliquée et de connaissances utiles pour le développement des productions animales dans les régions chaudes. La réalisation de la revue est également le fruit du travail d'équipes de rédaction qui trouvent une récompense dans l'aboutissement de chaque numéro. Il nous faut espérer que chacun poursuivra ses efforts pour contribuer à la pérennité de la revue rouge, se chargera de la faire connaître et avant tout encouragera les propositions de documents originaux et orientera de nouveaux auteurs.*

*Didier RICHARD  
Rédacteur en chef*

# Enquête séroépidémiologique de la rhinopneumonie des équidés en Tunisie

A. Ghram<sup>1</sup> A. Chabchoub<sup>2\*</sup> M. Boussetta<sup>1</sup>  
S. Baazaoui<sup>3</sup> H. Ibn Amor<sup>3</sup> F. Landolsi<sup>2</sup>

## Mots-clés

Cheval Pur-sang Arabe - Cheval Pur-sang Anglais - Cheval Barbe - Cheval Arabe-Barbe - Virus rhinopneumonie équine - Réaction de fixation du complément - Immunologie - Epidémiologie - Tunisie.

## Résumé

Une enquête séroépidémiologique, réalisée sur 789 équidés (400 élevés au Nord-Est de la Tunisie, 389 dans la région du Sahel et du Centre), a permis de détecter, par le test de fixation du complément, des anticorps spécifiques contre le virus de la rhinopneumonie équine. Les résultats ont montré que 15 équidés (1,9 p. 100) étaient séropositifs, avec des taux variables d'anticorps fixant le complément. Ces résultats sont discutés en relation avec ceux obtenus par d'autres auteurs en Tunisie et dans les pays voisins.

## ■ INTRODUCTION

Les équidés, en particulier le cheval, ont un rôle socio-économique important en Tunisie. Cependant, l'état de santé du cheptel équin reste toujours menacé par la survenue de certaines maladies infectieuses et contagieuses qui entraînent une morbidité et parfois une mortalité dans les élevages infectés. La rhinopneumonie des équidés, sous sa forme respiratoire, abortive ou nerveuse, est une pathologie parfois redoutée. Elle engendre des pertes économiques importantes, immobilise les effectifs séropositifs et perturbe les activités équestres.

Peu d'informations sont disponibles sur la situation épidémiologique de cette maladie en Tunisie. Les auteurs ont jugé utile de mener une enquête séroépidémiologique dans le Nord puis dans le Centre du pays pour mieux évaluer la prévalence de cette entité pathologique.

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

2. Service de pathologie médicale des équidés et carnivores, Ecole nationale de médecine vétérinaire, 2020 Sidi-Thabet, Tunisie

Tél. : 00 216 1 552200 ; Fax : 00 216 1 552441

3. Circonscription de la Production animale, 3130 Haffouz, Gouvernorat de Kairouan, Tunisie

\* Auteur pour la correspondance

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Région

L'enquête s'est portée sur un effectif d'équidés dans des régions où le cheptel équin, en particulier de race pure, est assez important. Il s'agit des gouvernorats du Nord (Tunis, Ariana et Bizerte), ainsi que du Sahel et du Centre (Sousse, Monastir, Mahdia, Kairouan et Sidi Bouzid).

### Animaux

Un effectif total de 789 équidés a été étudié. Des chevaux Pur-sang Arabes (PsAr), stationnés à la FNARC (Fondation nationale d'amélioration de la race chevaline) à Sidi-Thabet (Ariana), des Pur-sang Anglais (PsAng) d'un haras privé au gouvernorat de Bizerte et d'un effectif de chevaux Barbes (Ba) et Arabes-Barbes (ABa) élevés à la Mannouba (Ariana) ont constitué le total des équidés prélevés dans le Nord.

De même, 389 équidés de différentes races provenaient des régions du Sahel et du Centre tunisien. La répartition de tout l'effectif étudié selon l'espèce et la race figure dans le tableau I.

### Prélèvement

Une seule prise de sang a été effectuée à la veine jugulaire des animaux étudiés. Le sérum a ensuite été séparé et conservé-congelé à -20 °C jusqu'à l'analyse par la technique de fixation du complément (FC).

Tableau I

Taux d'infection observé selon la race et l'espèce des équidés explorés

Race/espèce	Nb. d'animaux explorés	Sérums positifs	Taux d'infection (%)
Pur-sang Arabe	373	5	1,66
Pur-sang Anglais	8	0	0
Barbe	20	0	0
Arabe-Barbe	80	0	0
Poney et Breton	6	0	0
Chevaux d'origine inconnue	83	6	7,22
Anes et mulets	154	4	2,60
Total	789	15	1,90

## Méthodes

### Préparation des antigènes

L'antigène, une suspension du virus de la rhinopneumonie (*equine herpes virus-1* (EHV1)), aimablement fourni par le laboratoire central (CNEVA), Maisons-Alfort, France, a été préparé sur des cultures de lignée cellulaire Vero. Des cultures de cellules en monocouche ont été infectées et incubées à 37 °C pendant 4 à 5 j. Lorsque l'effet cytopathique a atteint 80 p. 100 du tapis cellulaire, les cultures ont été collectées, congelées-décongelées deux fois, puis centrifugées à 3 000 t/min pendant 30 min pour éliminer les débris cellulaires. Le surnageant a été collecté, réparti en aliquotes de 1 ml et congelé à -80 °C.

### Titration des antigènes

Le stock viral, prététré sur cultures de cellules Vero, constitue l'antigène viral utilisé dans la technique de fixation du complément. Pour déterminer la dilution de l'antigène nécessaire pour l'analyse sérologique des sérums prélevés, un titrage en échiquier a été réalisé, opposant des dilutions en série d'un sérum positif de titre connu (1/160) à des dilutions en série de l'antigène (titrant au moins 10<sup>5</sup> DICC50), en présence de 2 UI de complément de cobaye. La plus forte dilution de l'antigène (dilution au 1/4) donnant le titre le plus élevé avec le sérum positif (inhibition totale de l'hémolyse) correspondait à une unité antigénique.

### Titration des sérums

Pour la mise en évidence des anticorps fixant le complément dans les sérums équins collectés, la technique LBCF (*laboratory branch complement fixation*), adaptée en microméthode sur plaque (3), a été utilisée.

Les sérums ont été décomplémentés à 56 °C pendant 30 min. Ils ont été dilués extemporanément selon une progression géométrique de raison 2 à partir de la dilution initiale de 1/8, et placés à raison de 25 µl par puits d'une plaque à 96 puits. L'antigène, dilué au 1/4 dans un tampon Veronal, pH 7,3, de façon à contenir une unité antigénique dans un volume de 25 µl, a été placé dans chaque puits et la plaque a été incubée 10 min à la température ambiante. Le complément, prététré avant chaque série de réaction, a été ajouté à raison de 2 UI par 50 µl et par puits et la plaque placée à 37 °C pendant 30 min.

Le système hémolytique utilisait des hématies de mouton à 2 p. 100 dans un tampon Veronal, pH 7,3. Le sérum hémolytique est un sérum anti-hématies de mouton préparé chez le lapin et utilisé à la dilution 1/500. La sensibilisation des hématies est réalisée au moment de l'emploi.

La lecture de la plaque se fait à 100 p. 100 d'inhibition de l'hémolyse ; un sérum est considéré positif s'il présente un titre de 8 ou plus.

## RESULTATS

Le tableau I présente les résultats sérologiques obtenus par la technique de FC chez les différentes espèces et races d'équidés testés. Parmi les 789 sérums analysés, 15 se sont révélés positifs avec des titres sériques supérieurs ou égaux à 16. Un taux d'infection global de 1,9 p. 100 a été observé.

Les résultats montrent que seuls les PsAr, les chevaux d'origine inconnue (OI), les ânes et les mulets présentaient des taux significatifs d'anticorps antiviral de la rhinopneumonie (RH), les OI étant les plus touchés par cette infection avec un taux d'infection de 7,22 p. 100.

Par contre, une sérologie négative a été observée chez les PsAng, les Ba et les poneys. Le nombre d'animaux testés était cependant trop réduit pour pouvoir interpréter les résultats.

Les titres sériques observés variaient entre 16 et 256, avec 7 sérums ayant des titres de 16, 7 des titres de 32 et 1 des titres de 256.

Les équidés ayant une sérologie positive ont été retrouvés aussi bien au Nord (1,25 p. 100) qu'au Sahel (1,6 p. 100) et au Centre (4,12 p. 100), les équidés du gouvernorat de Kairouan (haras) montrant le taux d'infection le plus élevé.

Le taux de séropositivité le plus élevé (7,8 p. 100) a été observé chez les équidés âgés entre 0 et 2 ans. Au fur et à mesure que la tranche d'âge augmentait, le taux d'infection diminuait, atteignant 0,8 p. 100 chez les chevaux âgés de plus de 10 ans (tableau II). La différence entre les taux d'infection des tranches d'âge considérées est significative ( $p < 0,05$ ).

Considérant le sexe des équidés examinés, il s'avère que le taux d'infection chez les mâles séropositifs est similaire à celui des femelles et se situe à 1,9 p. 100.

## DISCUSSION

Cette enquête a révélé, chez les 789 équidés prélevés, un taux de séroprévalence pour la rhinopneumonie de 1,9 p. 100. Ce taux peut être considéré comme faible si on le compare à ceux rapportés au Maroc (45 p. 100) (9) et en France (30 p. 100) (10).

Les résultats de cette étude peuvent être rapprochés de ceux obtenus en Tunisie en 1980 par Ellouze (5) qui a rapporté un taux d'infection de 6 p. 100. Par contre, les études menées par Mérai (8) en 1985 et Toumi (11) en 1986 n'ont révélé aucune trace sérologique de la rhinopneumonie par la technique de fixation du complément. Néanmoins, la séroneutralisation appliquée aux mêmes sérums avait permis de détecter au moins deux juments séropositives au 1/32. Ceci pouvait témoigner d'une infection ancienne (4, 12).

Il apparaît que les chevaux d'origine inconnue, les mulets et les ânes étaient les plus atteints par cette infection. Cependant, il est important de remarquer que l'infection a aussi semblé affecter les PsAr qui ont présenté un taux d'infection de 1,66 p. 100.

Tableau II

Nombre et pourcentage d'équidés séropositifs envers la rhinopneumonie en fonction des tranches d'âge considérées

Animaux explorés	Tranches d'âge considérées						Total
	0 à 2 ans	2 à 4 ans	4 à 6 ans	6 à 8 ans	8 à 10 ans	> 10 ans	
Nombre d'équidés	64	61	122	93	80	369	789
Nombre de positifs	5	2	3	1	1	3	15
% positifs	7,58	3,2	2,45	1	1,25	0,8	1,9

En fait, l'infection a été retrouvée dans les régions du Nord, du Sahel ou du Centre du pays avec des taux variables. Ceci montre le potentiel de diffusion du virus de la RH parmi le cheptel équin. Par contre, sa persistance serait probablement liée aux conditions d'entretien des équidés. En effet, les chevaux appartenant à des élevages organisés ont présenté les taux d'infection les plus faibles (exemple du haras privé du gouvernorat de Bizerte).

Aucune différence significative n'a pu être démontrée entre la séropositivité des mâles et celle des femelles. Ceci est compatible avec ce qui a été rapporté par ailleurs (4, 6, 9, 11). Par contre, l'âge a semblé jouer un rôle dans la transmission et la persistance du virus de la RH. Ainsi, les jeunes animaux ont présenté le taux d'infection le plus élevé et ce taux a eu tendance à décroître avec l'âge. Ceci rejoint les constatations de Moraillon et coll. (9) qui rapportent une séropositivité plus importante chez les jeunes que chez les adultes.

La détection de taux d'anticorps anti-RH chez les jeunes pourrait être liée à la prise colostrale et au mode de contagion des herpès virus qui se transmettent essentiellement par la voie respiratoire et au jeune âge. En effet, Delannoy et coll. (4) ainsi que Zientra et coll. (13) rapportent que la majorité des jeunes chevaux sont en contact, au cours de leur première année de vie, avec l'EHV1 et l'EHV2, responsables d'épizooties essentiellement observées en automne et en hiver. Par contre, chez l'adulte ce sont surtout les formes subcliniques ou parfois inapparentes qui sont les plus fréquentes.

Chez le poulain, une atteinte de l'ensemble des alvéoles pulmonaires suivie d'une broncho-pneumonie a été constatée. Alors que l'EHV4 ne semble pas dépasser ce stade local, l'EHV1 passe rapidement dans le torrent circulatoire par le biais des leucocytes qu'il infecte, contaminant ainsi d'autres organes cibles (4).

Enfin, les anticorps fixant le complément sont les premiers à apparaître et disparaissent rapidement après l'infection. Les taux d'anticorps anti-RH, révélés par la technique FC, indiquent une infection récente, ce qui plaide en faveur d'une circulation « à bas bruit » de cette infection dans les élevages équins tunisiens.

## ■ CONCLUSION

Les résultats de cette enquête séroépidémiologique ont permis de montrer l'existence et la persistance du virus de la rhinopneumonie dans les élevages des équidés en Tunisie. Cette entité pathologique mérite ainsi toute l'attention des éleveurs et des responsables des élevages équins. Il serait judicieux de la rechercher systématiquement lors de troubles respiratoires et surtout lors d'avortement en réalisant des prélèvements d'écouvillons nasaux ou vaginaux et de l'avorton pour la recherche du virus responsable.

De même, le suivi du statut immunologique des chevaux est d'autant plus important que la vaccination contre la rhinopneumonie n'est pas systématiquement appliquée dans le pays. La prophylaxie sanitaire reste ainsi le seul moyen à utiliser pour lutter contre cette pathologie grave.

Il conviendrait également de continuer à faire des sondages sérologiques dans les différents haras de Tunisie en utilisant, en plus de la FC qui détecte une infection récente, la technique de séroneutralisation qui révèle les anticorps neutralisants plus tardifs et persistants, permettant une meilleure appréciation de la prévalence de la rhinopneumonie en Tunisie.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Secrétariat d'Etat à la Recherche scientifique et technique (SERST) pour son aide matérielle qui a permis le financement d'une partie de ces travaux. De même, ils remercient les responsables de la FNARC pour leur aimable et précieuse collaboration.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU J.P., BICHET H., 1989. Réflexions sur la grippe équine et la rhinopneumonie équine. Moyens de contrôle. *Revue Méd. vét.*, **140** : 1097-1107.
- CHABCHOUB A., GHAM A., LOUZIR H., 1994. Maladies respiratoires du cheval : situation actuelle et incidence sur l'élevage équin en Tunisie. In : Journées sur les acquis de la recherche agronomique et vétérinaire, Hammamet, Tunisie, 2-4 décembre 1994.
- CRUCIERE C., GUILLEMIN M.C., ROSETTO A., WIRBEL A., PLATEAU E., 1989. Production of monoclonal antibodies against influenza. Applications to a comparative study of various strains of virus. *Ann. Rech. vét.*, **20**: 243-250.
- DELANNOY I., DUBOURGET P., FAYET G., 1995. Le point sur la rhinopneumonie. *Prat. vét. équine*, **27** : 31-47.
- ELLOUZE M.R., 1980. Contribution à l'étude épidémiologique de l'anémie infectieuse, de l'artérite à virus, de la rhinopneumonie et de la grippe équine en Tunisie. Thèse doct. vét., ENMV, Sidi-Thabet, Tunisie.
- GHAM A., CHABCHOUB A., TURKI I., BOUSSETTA M., IBN AMOR H., GHORBEL A., 1994. Rhinopneumonie et artérite à virus des équidés : Enquête épidémiologique dans le Nord-Est de la Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, **71** : 5-12.
- IBN AMOR H., 1993. Contribution à l'étude séro-épidémiologique de la rhinopneumonie et de l'artérite à virus en Tunisie. Thèse doct. vét., ENMV, Sidi-Thabet, Tunisie.
- MERAI C., 1985. Contribution à l'étude de la rhinopneumonie équine en Tunisie. Situation dans les haras de Sidi-Thabet. Thèse doct. vét., ENMV, Sidi-Thabet, Tunisie.
- MORAILLON A., MORAILLON R., TOMA B., SEDRATI A., LAHLOU-KASSI S., 1978. Enquête épidémiologique de l'anémie infectieuse, de l'artérite à virus, de la rhinopneumonie et de la grippe équine au Maroc. *Rec. Méd. vét.*, **154** : 921-928.

10. PLATEAU E., JACQUET A., 1989. La rhinopneumonie équine : situation épidémiologique en France, diagnostic et prévention. *Prat. vét. équine*, **4** : 5-11.
11. TOUMI M., 1985. Enquête sérologique sur la rhinopneumonie équine dans les haras nationaux en Tunisie. Thèse doct. vét., ENMV, Sidi-Thabet, Tunisie.

12. VULCANO G., CHEYROUX M., JACQUET A., 1988. Rhinopneumonie équine à herpès virus équin-1. Comparaison des techniques de séro-neutralisation, de fixation du complément et d'ELISA. *Rec. Méd. vét.*, **164** : 641-646.
13. ZIENTRA S., PLATEAU E., 1993. Vaccin et vaccination chez le cheval. *Point vét.*, **24** : 601-610.

Reçu le 11.9.97, accepté le 7.1.98

### Summary

**Ghram A., Chabchoub A., Boussetta M., Baazaoui S., Ibn Amor H., Landolsi F.** A seroepidemiological survey on equine rhinopneumonitis in Tunisia

Specific antibodies to the equine rhinopneumonitis virus were detected using the complement fixation test in a seroepidemiological survey carried out on 789 equines (400 were bred in the North-East of Tunisia and 389 in the Sahel and the Centre). The results showed that 15 equines (1.9%) were seropositive with various levels of complement fixation antibodies. These results are discussed in relation with those from other authors in Tunisia and neighboring countries.

**Key words:** Arabian horse - Thoroughbred horse - Barb horse - Arab-Barb horse - Equine rhinopneumonitis virus - Complement fixation test - Immunology - Epidemiology - Tunisia.

### Resumen

**Ghram A., Chabchoub A., Boussetta M., Baazaoui S., Ibn Amor H., Landolsi F.** Encuesta seroepidemiológica de la rinoneumonía de los equinos en Túnez

Se llevó a cabo una encuesta seroepidemiológica, en 789 équidos, de los cuales 400 criados en el Noreste de Túnez y 389 en la región del Sahel y del Centro, lo cual permitió detectar, mediante el test de fijación de complemento, los anticuerpos específicos contra el virus de la rinoneumonía equina. Los resultados muestran que 15 equinos (1,9%), fueron seropositivos, con tasas variables de anticuerpos fijando el complemento. Estos resultados se discuten en relación con los obtenidos por otros autores en Túnez y en los países vecinos.

**Palabras clave:** Caballo de Pura sangre Árabe - Caballo de Pura sangre Inglés - Caballo Barbe - Caballo Árabe-Barbe - Virus de la rinoneumonitis equina - Prueba de fijación del complemento - Inmunología - Epidemiología - Túnez.

# Dominantes pathologiques aviaires à N'Djaména : étude de quinze fermes

A. Maho<sup>1</sup> L. Mbeurnodji<sup>2</sup> B. Ndobale<sup>2</sup>

## Mots-clés

Volaille - *Escherichia coli* - *Eimeria tenella* - *Trichomonas* - Agent pathogène - Aviculture - Hygiène - Exploitation agricole - Tchad.

## Résumé

Des enquêtes sanitaires basées sur les visites régulières de quinze fermes avicoles de la banlieue de N'Djaména ont permis, après 180 visites, de recenser 358 carcasses, dont 40 ont été autopsiées et analysées bactériologiquement et parasitologiquement, et de noter que la colibacillose et la coccidiose étaient les principales causes de mortalité des volailles et étaient liées au manque d'hygiène et de moyens financiers pour entretenir correctement les élevages. Il ressort également de cette étude que la plupart des aviculteurs étaient des fonctionnaires qui pratiquaient l'élevage pour compléter leurs revenus. Le respect des règles d'hygiène est donc nécessaire pour limiter cette mortalité.

## ■ INTRODUCTION

Les maladies aviaires sévissent dans les élevages modernes à N'Djaména. Elles sont à l'origine du découragement des petits et des grands éleveurs. Jusqu'à ce jour, elles n'ont pas été recensées d'après leur importance épidémiologique et économique.

Le présent travail, basé sur un suivi sanitaire de trois mois, a été réalisé dans le but de connaître les pathologies dominantes qui constituent un frein au développement de l'aviculture dans les banlieues de N'Djaména.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Quinze fermes avicoles à élevage intensif sur la trentaine qui existe dans les banlieues de N'Djaména ont été choisies au hasard pour cette enquête d'une durée de trois mois allant de juillet à septembre 1996, période où le climat est favorable à la production de poulets de chair et d'œufs de consommation. Les poulets étaient de souche Leghorn, importés sous forme de poussins d'un jour. Les fermes ont été numérotées de 1 à 15 et chaque ferme a reçu une fiche de suivi.

Ce suivi sanitaire a commencé par la sensibilisation des aviculteurs à collaborer avec le laboratoire de Farcha. Il a été demandé en particulier aux aviculteurs des fermes choisies de déclarer tous les cas de maladie ou de mortalité et d'amener les malades ou les

carcasses au laboratoire afin de leur indiquer la cause et prescrire les soins adéquats. Cette collaboration a été appuyée par des visites régulières des fermes choisies. Chaque ferme a été visitée une fois par semaine. Au cours de ces visites, les situations ont été notées, les pertes d'oiseaux enregistrées et, le cas échéant, les carcasses récentes amenées au laboratoire pour rechercher la cause pathologique de la mortalité.

Au laboratoire, les animaux malades et les carcasses ont été autopsiés selon les procédures classiques : examens externes puis internes, suivis de prélèvement et d'analyse des organes lésés. Les contenus intestinaux, les intestins et les autres organes présentant des lésions ont été examinés macroscopiquement et microscopiquement.

L'analyse macroscopique a consisté à observer et à décrire avec soin les lésions. Des frottis d'organes lésés ou du contenu de l'intestin ont été effectués lors de l'analyse microscopique et ils ont été observés directement à l'état frais ou après coloration de Gram au microscope photonique. Les analyses des frottis frais ont permis de mettre en évidence les parasites par l'observation de la morphologie, la mesure de la taille des œufs, en prenant en compte la localisation anatomique. En bactériologie, les frottis d'organes ne donnent que des orientations dans la recherche des bactéries en cause.

L'isolement des bactéries passe par des cultures sur des milieux spécifiques :

- Mac Conkey, EMB pour les entérobactéries ;
- sélénite puis gélose salmonella-shigella pour l'isolement de *Salmonella* ;
- bouillon pasteurelle puis gélose au sang pour l'isolement de *Pasteurella* ;
- gélose chocolat pour la recherche de *Campylobacter*.

1. Laboratoire de Recherches Vétérinaire et Zootechniques de Farcha, BP 433, N'Djaména, Tchad

2. Ecole Nationale des Adjointes Techniques d'Élevage, BP 750, N'Djaména, Tchad

Les cultures, réalisées à partir d'organes suspects sur ces milieux, ont été incubées à l'étuve à 37 °C pendant 24 h. Les colonies ressemblant à celles recherchées ont été isolées sur des milieux solides, en général sur de la gélose ordinaire, et l'identification a été faite à l'aide des galeries Api, en particulier l'Api20E, 24 h après l'isolement.

Au cours de cette période, 180 visites ont été effectuées, 358 carcasses d'oiseaux enregistrées et 40 autopsies réalisées. Les résultats sont consignés au tableau I.

## ■ RESULTATS

Comme cela est indiqué dans le tableau I, sur les 15 élevages visités, cinq (1, 3, 6, 10, 12) n'ont enregistré aucune perte au cours de la période de l'étude. Presque tous étaient des élevages bien entretenus, c'est-à-dire que les conditions d'hygiène, d'alimentation et le nombre de volailles (densité) au m<sup>2</sup> y étaient respectés.

Sur les cinq élevages (2, 5, 11, 13, 15) infectés de colibacillose (*Escherichia coli*), deux étaient bien entretenus et trois mal entretenus.

Sur les six élevages (8, 9, 11, 13, 14, 15) infectés de coccidiose, trois étaient bien entretenus et trois mal entretenus.

Trois causes principales de mortalité ont été relevées par ordre de fréquence (tableau II) : la colibacillose, la coccidiose et la trichomonose. Le germe le plus isolé des carcasses était *Escherichia coli* 1, suivi d'*Eimeria tenella*. Les mortalités étaient importantes lorsqu'il y avait association de coccidiose et de colibacillose (fermes 12, 15). Le cas de la ferme 11 était exceptionnel car le diagnostic de coccidiose a été réalisé sur la première carcasse le même jour où le traitement a été mis en place, des pertes importantes ayant ainsi été évitées.

### Mortalité

La coccidiose a souvent entraîné une mortalité massive tandis que la mortalité liée à la colibacillose était progressive : 1 à 2 morts ont été enregistrés chaque jour et le nombre de morts a augmenté au fil du temps en l'absence de traitement.

### Alimentation

Certaines fermes fabriquaient elles-mêmes leurs aliments. D'autres se fournissaient auprès de la coopérative des professionnels pour le développement de l'élevage (CPDE).

La majorité des éleveurs étaient des fonctionnaires qui élevaient des volailles pour compléter leur revenu. La plupart des poulaillers étaient situés dans les cours des maisons mais le plus souvent des chambres elles-mêmes étaient transformées en poulailler. Sur les quinze fermes suivies, quatre seulement appartenaient à des professionnels.

La coccidiose et la colibacillose étaient présentes dans respectivement plus de 40 et 33 p. 100 des fermes.

Les lésions observées dans le cas de la colibacillose étaient nombreuses et de type général (tableau IV) :

- les lésions les plus constantes étaient remarquées surtout chez les poules où une ovarite, une ovaro-salpingite et une péritonite ont été observées. La proventriculite a souvent été constatée, elle était hypertrophique dans le cas d'*E. coli vulneris* ;

- les lésions constantes associées à la présence d'*Eimeria tenella* et d'*Eimeria necatrix* étaient respectivement une typhlite hémorragique et une inflammation hémorragique de la partie médiane de l'intestin souvent gonflé.

## ■ DISCUSSION ET CONCLUSION

Sur les quinze fermes suivies dont quatre seulement appartenaient à des professionnels, plus de sept ont enregistré au moins dix morts au cours de la période de l'étude. La plupart des morts avaient pour cause *Escherichia coli* (57,5 p. 100), *Eimeria tenella* et *necatrix* (47,5 p. 100), et plus de 70 p. 100 des fermes étaient affectées par les deux pathologies.

A l'exception de la proventriculite, les lésions de coccidiose et de colibacillose observées sur les oiseaux autopsiés étaient celles décrites dans certains ouvrages de pathologie aviaire (2, 3, 9). Le nombre élevé d'*Escherichia coli* isolés de carcasses était probablement lié à la présence naturelle de cette espèce bactérienne dans le tube digestif. Radwan, travaillant en 1972 sur 60 oiseaux sauvages, a isolé 78 entérobactéries avec *Escherichia coli* en tête (8). Bien qu'*Escherichia coli* soit l'hôte naturel des tubes digestifs des mammifères et des oiseaux, certaines souches sont pathogènes et d'autres non. Ce pouvoir pathogène s'exprime d'autant plus qu'il y a association avec les coccidies (6). La présence de la coccidiose et de la colibacillose est signe d'un manque d'entretien et d'observation rigoureuse des règles d'hygiène dans les élevages (1, 3, 8, 10). En effet, il ressort des résultats de ces suivis que la plupart des aviculteurs sont des fonctionnaires qui effectuent cette activité pour compléter leur revenu salarial. De plus, le temps et les moyens nécessaires pour l'entretien correct de leur élevage manquent.

Pour rentabiliser l'aviculture, il faut un suivi sanitaire attentif, un respect rigoureux de l'hygiène, du temps et des moyens pour s'en occuper correctement.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALAMARGOT J., AKLILU MENGISTU, FESEHA GEBREAB, 1985. Pathologie aviaire en Ethiopie. Examen de 198 nécropsies effectuées en 1983-1984 à la Faculté de Médecine Vétérinaire de Debre-Zeit. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 130-137.
2. BIESTER H.E., SCHWARTZ L.H., 1965. Disease of poultry, 5th ed. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press, 1382 p.
3. BRUGERE J., SILIM A., 1992. Manuel de pathologie aviaire. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, 831 p.
4. FORTINEAU O., TRONCY P.M., 1985. Coccidiose, maladies animales majeures II. Les coccidioses du poulet. *Revue Elev. Méd. vét., Nouvelle Calédonie*, n° 6 : 9-17.
5. JORGENSEN P., OTTEL H., BISGAARDS M., NIELSEN, 1995. Seasonal variation in the incidence of subclinical horizontally transmitted infection with chicken anemia virus Danish broiler breeders. *Coden Agefab, Deu., Da.*, **59**: 165-168.
6. NAQI S.A., HALL C.F., LEWIS D.H., 1971. The intestinal microflora of turkey: comparison of apparently healthy and Bluecomb infection turkey poult. *Avian Dis.*, **15**: 14-21.
7. NAQI M.S., MATHEY W.J., 1972. Interaction of *Escherichia coli* and *Eimeria brunetti* in chicken. *Avian Dis.*, **16**: 865-872.
8. RADWAN A.I., LAMPKY J.R., 1972. Enterobacteriaceae isolated from cowbirds (*Molothrus ater*) and other species of wild birds in Michigan. *Avian Dis.*, **16**: 343-349.
9. RANDALL C.J., 1991. Diseases and disorders of the domestic fowl and turkey. A color Atlas, 2nd ed. London, UK, Wolfe, p. 175.
10. SIDAYIGAYA E., DEBERE J.M., 1989. Qualité microbiologique du poisson séché et fumé du Lac Tanganika. *Sci. Aliments*, **9** : 507-515.

Reçu le 10.6.97, accepté le 13.1.98

**Tableau I**  
Résultats et commentaires des visites et des analyses de laboratoire

Ferme	Visites	Effectif	Carcasses enregistrées	Carcasses récentes autopsiées	Analyses bactériennes	Analyses parasitaires	Autres résultats	Observations
1	12	200	0	0	0	0	0	Elevage bien entretenu
2	12	2 000	3	3	Escherichia coli + Proteus morganii	0	0	Insuffisance alimentaire, picage, retard de croissance
3	12	100	0	0	0	0	0	Elevage bien entretenu
4	12	150	1	1	Enterobacter cloacae Proteus mirabilis	0	Cause traumatique + (corps étranger)	Elevage mal entretenu
5	12	700	73	7	Escherichia coli + Proteus mirabilis	0	0	Elevage bien entretenu
6	12	400	0	0	0	0	0	Elevage bien entretenu
7	12	200	10	2	Proteus mirabilis	Trichomonas +	0	Insuffisance alimentaire Moyens financiers insuffisants
8	12	100	25	3	0	Eimeria tenella <sup>x</sup>	0	Elevage bien entretenu mais manque de suivi du calendrier
9	12	300	49	3	0	Eimeria tenella <sup>x</sup>	0	Elevage bien entretenu mais prévention insuffisante
10	12	800	0	0	0	0	0	Elevage bien entretenu
11	12	50	3	3	Escherichia coli ++	Eimeria necatrix +	0	Elevage bien entretenu mais prévention insuffisante
12	12	50	0	0	0	0	0	Insuffisance alimentaire Moyens financiers insuffisants
13	12	2 000	108	9	Escherichia coli ++	Eimeria tenella	0	Elevage mal entretenu
14	12	100	63	3	0	Eimeria necatrix +	0	Elevage mal entretenu
15	12	100	23	6	Escherichia coli ++	Eimeria tenella	0	Elevage mal entretenu
Total	180	7 250	358	40				

+ : cause principale ; ++ : cause non négligeable ; x : cause principale unique

Tableau II

Agents isolés et leur pourcentage par rapport au nombre de poulets autopsiés

Agent	Nombre	%
<i>Escherichia coli</i> 1 *	21	52,5
<i>Escherichia coli</i> 2 *	1	2,5
<i>Escherichia coli vulneris</i> *	1	2,5
<i>Proteus mirabilis</i>	3	7,5
<i>Proteus morganii</i>	1	2,5
<i>Enterobacter cloacae</i>	2	5
<i>Enterobacter agglomerans</i>	1	2,5
<i>Tatumella pyseas</i>	1	2,5
<i>Eimeria tenella</i>	16	40
<i>Eimeria necatrix</i>	3	7,5
<i>Trichomonas</i>	2	5

\* *E. coli* faisant partie de cinq types (*E. coli* 1, *E. coli* 2, *E. coli adcarbonylata*, *E. coli hermannii*, *E. coli vulneris*) et appartenant au taxon de base du système Api20E (identification des bactéries Gram négatif)

Tableau III

Présence des agents et pourcentage des fermes affectées (n = 15)

Agent	Nb. de fermes affectées	% de fermes affectées
<i>Escherichia coli</i>	5	33,33
<i>Proteus</i> spp.	4	26,66
<i>Enterobacter</i> spp.	2	13,33
<i>Eimeria</i> spp.	6	40
<i>Trichomonas</i>	2	13,33

Tableau IV

Principaux agents isolés et lésions associées

Organe	<i>Escherichia coli</i>	<i>Eimeria tenella</i>	<i>Eimeria necatrix</i>	<i>Trichomonas</i>
Etat général	maigre en général			maigre
Poumon	congestionné	congestionné		
Trachée	congestionnée			
Jabot	surcharge			
Proventricule	proventriculite			
Intestin	congestionné	gonflement	gonflement (partie médiane)	congestionné (gros intestin)
Cæcum	typhlite	typhlite hémorrague constante		
Foie	hepatomégalie	hepatomégalie		
Rate	congestionnée	splénomégalie	congestionnée	
Péritoine	péritonite			
Ovaire	ovaro-salpingite (constante)			
Ponte	abdominale			
Rein	congestionné	congestionné		

### Summary

Maho A., Mbeurnodji L., Ndobale B. Primary poultry diseases in N'Djamena: study of fifteen farms

In an animal health survey based on regular visits to 15 poultry farms on the outskirts of N'Djamena, 358 carcasses were registered following 180 visits. Forty of the carcasses were submitted to post-mortem bacteriological and parasitological examinations. Coccidiosis and colibacteriosis appeared to be the main causes of poultry mortality and were linked to the lack of hygiene and financial means, essential to proper farming. Most of the farmers surveyed were civil servants who used poultry breeding to supplement their income. To reduce the mortality it is therefore necessary to follow hygiene rules.

**Keys words:** Poultry - *Escherichia coli* - *Eimeria tenella* - *Trichomonas* - Pathogen - Aviculture - Hygiene - Farm - Chad.

### Resumen

Maho A., Mbeurnodji L., Ndobale B. Dominantes patológicos aviares en N'Djamena: estudio de quince fincas

Encuestas sanitarias, basadas en visitas regulares a quince fincas avícolas de los suburbios de N'Djamena permitieron, al cabo de 180 visitas, censar 358 cadáveres, de los cuáles 40 fueron autopsiados y analizados bacteriológica y parasitológicamente. Se observó que la colibacilosis y la coccidiosis fueron las principales causas de mortalidad de las aves. Esta última estuvo ligada a la falta de higiene y de medios financieros para mantener correctamente los criaderos. Se observa igualmente mediante este estudio, que la mayoría de los avicultores son empleados gubernamentales que practican la crianza para complementar sus ingresos. El respeto de las reglas de higiene es necesario para limitar esta mortalidad.

**Palabras clave:** Ave de corral - *Escherichia coli* - *Eimeria tenella* - *Trichomonas* - Organismo patógeno - Avicultura - Higiene - Explotación agraria - Chad.

# Abattoir survey of small ruminant diseases in Bauchi, Nigeria

A.C. Kudi <sup>1\*</sup> D.J.U. Kalla <sup>1</sup> Y. Alkali <sup>1</sup>  
S.M. Ladan <sup>1</sup> M.C. Kudi <sup>2</sup> H. Mai <sup>1</sup>

## Key words

Goat - Sheep - Disease survey - Sex -  
Season - Abattoir - Nigeria.

## Summary

Disease incidence and distribution between male and female small ruminant species and seasonality were investigated in Bauchi, Nigeria, from 1986-1995. The data were subjected to the  $\chi^2$  test. More goats than sheep were found to be slaughtered. Of all the diseases recorded, helminthosis was the most common followed by pneumonia and tuberculosis. Septic and pyemic conditions contributed the least to the total infections. Most of these diseases showed seasonal distribution with a higher incidence in the rainy season reflected thus by more condemnation in the rainy season than in the dry one. Disease variation between sexes and species were significant ( $p < 0.01$ ). The menace of these diseases will continue to have an impact on the economy and be of public health significance unless suitable control measures are adopted. The authors offer some suggestions.

## ■ INTRODUCTION

Most animal diseases were recognized in Nigeria as far back as 1952 (12). The history, status and severity of diseases have been reviewed over time and different control measures have been employed in combatting them (8). Many of these diseases are infectious to man and animals and include tuberculosis, brucellosis, tapeworm, anthrax, salmonellosis and many others (14). Besides their public health significance (14) some of them were responsible for 30-40% economic losses through the death of sheep and goats in Nigeria.

Diseases seriously limit the production of sheep and goats throughout the humid and sub-humid zones of Africa, where they are known to supply most of the protein requirements of these populations (3, 16). Ogunsusi (16) considers reduced fertility due

to these diseases as major sources of economic loss. The pattern normally varies from one season to the other with most diseases appearing during the rainy season (17). Despite control measures put in place against most of them there seems to be an increase in the incidence of diseases in Nigeria (17). Therefore, the aim of this study was to determine the incidence of sheep and goats' diseases and suggest ways of controlling them in order to enhance productivity of these species.

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Study area

Bauchi State occupies the center of the North Eastern region in the Sudan savannah ecological zone of Nigeria (figure 1). The state has great potentials for livestock population and has the highest livestock population (over 5 million sheep and goats) in Nigeria (1, 5). It is located at latitude  $10^{\circ} 17''$  and longitude  $90^{\circ} 49''$  with an annual rainfall of 1091 mm. There are two seasons in a year: the rainy season (between May and October) and the dry season (between November and April). The hottest month is April with a temperature reaching  $41^{\circ}\text{C}$  and the coldest months are December and January with  $6$  and  $7^{\circ}\text{C}$  temperatures, respectively. The abattoir is one of the major abattoirs in the state and slaughter animals are brought in from all over the state and beyond.

1. Animal Production Programme, School of Agriculture, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi, Nigeria

2. Biology Programme, School of Science and Science Education, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi, Nigeria

\* Address for correspondence: Dept. of Microbiology and Immunology, University of Leicester, Medical Sciences Building, University Road, Leicester, LE1 9HN, Great Britain

Tel.: +44 116 252 2942; fax: +44 116 252 5030

E-mail: ack5@leicester.ac.uk

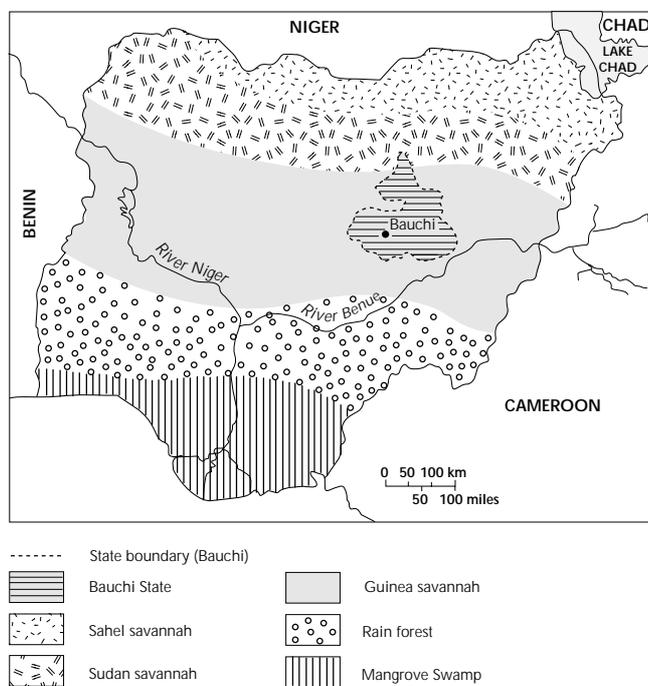


Figure 1: map of Nigeria showing vegetational zones and Bauchi State.

### Data source

From 1986 to 1995 records of slaughter of sheep and goats and diseases encountered during postmortem examinations were collected, arranged and analyzed statistically using the  $\chi^2$  test and simple percentages (13).

### RESULTS

A total of 456,126 sheep and goats were slaughtered in Bauchi abattoir from 1986 to 1995. Tables I and II show disease variation between sexes due to infections and condemnation in both species. Sheep infections differed significantly from goats' ( $P < 0.01$ ). Females of both species were more susceptible to disease infections compared to their male counterparts, therefore more parts were condemned in females than in males.

Helminthosis was found to be the most prevalent condition in both species studied (tables I and II) and accounted for the greater part of total condemnation. It was followed by pneumonia with a similar pattern. Tuberculosis was found to infect more sheep than goats. The results also show that disease variation between sexes was significant ( $P < 0.01$  and  $P < 0.05$ ) in both species (tables I and II). Most of the diseases were encountered during the rainy season, therefore more condemnation was performed in the rainy season than in the dry one.

### DISCUSSION

Small ruminants play a very significant role in the socioeconomic and nutritional requirements of Nigerians and contribute to the majority of slaughtered animals in Nigeria. Farmers prefer to raise them (4, 11) because cattle production is comparatively very

expensive. More goats than sheep were slaughtered during the study period because the demand for sheep and mutton is affected by religious and cultural festivities such as Christmas and Islamic celebrations. Most sheep are kept for slaughter during these times (2, 16). In addition, raising goats is relatively cheaper. They are very prolific animals with a fast growing rate. Furthermore, most farmers prefer to keep them rather than sheep because they are also known to be more resistant to diseases (3).

Of all the diseases seen during the study period, helminthosis was the most common (tables I and II). It was found to be the most responsible disease for losses in small ruminant production (15) and to always bring about serious setbacks in growth and production of all livestock in Nigeria (12). In a similar study, David and Baker (8) reported heavy parasite burden as a cause of death in native sheep of North Ronaldsay. Gastrointestinal parasites in small ruminants in mix livestock systems of Africa have a great impact on socioeconomic development of the continent. Most smallholding farmers raise their small ruminants at least partly on communal grazing lands. Consequently, when climate and management conditions permit, endoparasite infestations abound. This leads to large production losses. Therefore, farmers resort to the use of anthelmintics for treatment and prophylaxis. However, the effectiveness of this measure is limited by uncertain availability, anthelmintics high cost and restricted opportunity for controlled grazing, hence using endoparasite resistant species appears to be the last option (11).

Pneumonia was the second commonest disease encountered (tables I and II). Lung diseases of small ruminants are also of serious economic importance in sub-Saharan Africa and are mostly due to mycoplasmosis, pasteurellosis, streptococcus, staphylococcus, mycobacteriosis and pox virus (9). Previous studies revealed that these organisms are responsible for 54 and 28% cases in sheep and goats, respectively, in the pastoral zone, and 7.4 and 23% cases in sheep and goats, respectively, in the agropastoral zones. Lung diseases accounted for 30.4 and 58% deaths in sheep and goats, respectively (9, 10). The tuberculosis rate was higher in sheep than in goats, in agreement with Beropubo and Wekhe's findings (6). On the whole, goats were found in this study to be more resistant to diseases than sheep.

Also this study showed that disease incidence and rates of part condemnation were significantly higher in females than in males (tables I and II). This could probably be due to hormonal influence, pregnancy, parturition and lactation that weaken the female immune status and increase susceptibility to diseases. In addition, more females were slaughtered than males. The  $\chi^2$  test showed a clear variation between sexes and species ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ). There are also significant differences both in infections and parts condemned (tables I and II). A seasonality of infections was also found, with a more frequent occurrence during the rainy season for both species. This may be due to the high moisture, temperature and humidity that favor the propagation of these infectious agents and stress on animals. Similar results were recorded by Cannon (7) and Ogunsusi (16).

To improve small ruminant production and human health among other things, a proper control and preventive program are necessary. There is a need for proper diagnosis to identify the various infections and to control them, not only in small ruminants but also in other livestock. Since most diseases appeared in the rainy season, a herd health approach for all diseases should be adopted rather than treating individual cases. Hygiene and proper housing need to be emphasized to farmers.

Table I

Disease variation between sexes in sheep in Bauchi abattoir, 1986-1995

Condition	Infected males	Infected females	$\chi^2$ 1 df	Condemned male parts	Condemned female parts	$\chi^2$ 1 df
Tapeworm	460	602	18.98**	482	750	58.29**
Pneumonia	264	360	14.76**	529	702	24.31**
Tuberculosis	90	186	33.38**	170	281	27.32**
Abscess	35	37	0.07NS	35	56	4.86*
Nephritis	20	22	0.12NS	40	25	3.48*
Mastitis	0	46	46.02**	0	46	46.02**
Splenomegaly	15	30	5.02*	15	30	5.02*
Pustular dermatitis	11	6	1.53NS	21	10	3.93*

\* Significant at P &lt; 0.05

\*\* Significant at P &lt; 0.01

NS: not significant

Table II

Disease variation between sexes in goats in Bauchi abattoir, 1986-1995

Condition	Infected males	Infected females	$\chi^2$ 1 df	Condemned male parts	Condemned female parts	$\chi^2$ 1 df
Tapeworm	316	427	16.58**	293	319	1.10NS
Fasciolosis	314	524	52.62**	447	640	42.26**
Nematode	419	436	0.34NS	396	576	33.33**
Pneumonia	354	435	8.31**	708	870	16.63**
Abscess	37	49	1.68NS	82	114	5.22*
Mastitis	0	88	88.00**	0	88	88.00**
Cirrhosis	150	69	29.96**	150	69	29.96**
Splenomegaly	6	20	7.57**	6	20	7.57**
Mange	19	3	11.67**	38	5	25.34**
Pericarditis	36	60	6.01*	36	60	6.01*
Orchitis	12	0	12.08**	12	0	12.08**

\* Significant at P &lt; 0.05

\*\* Significant at P &lt; 0.01

NS: not significant

## REFERENCES

1. AGAEB A H.I., 1993. Bauchi State in States survey. *Nigeria giant in the topics*, 2: 75-80.
2. AGANGA A.O., 1984. Meat hygiene practices in Nigeria. Problems and prospects. *Q. Publ. Natl. vet. Res. Inst., Vom*, 4: 9-15.
3. AGANGA A.A., FASANYA O.O.A., 1985. Goat raising for meat in Nigeria. *Q. Publ. Natl. vet. Res. Inst., Vom*, 4: 17-20.
4. AGBA M.I., GARBA S.A., 1985. Foot rot of sheep and goats in Nigeria. *Niger. Livest. Farm.*, 1 and 2: 32-35.
5. AJAYI S.T., 1995. An overview of livestock productivity in Nigeria. In: Workshop on nutrition and health as a constraint to increased livestock productivity in Nigeria, Bauchi, Nigeria, November 14-16, 1995.
6. BEREPUBO N.A., WEKHE J., 1992. An abattoir survey of tuberculosis among traded goats in Southern Nigeria. *Afr. Livest. Res.*, 2: 517-519.
7. CANNON R., 1974. Result of a survey on ovine internal parasite in Yemen Arab Republic. *Trop. Anim. Health Prod.*, 16: 95.
8. DAVID P.B., BAKER J.R., 1990. Causes of death and illness in native sheep in North Ronaldsay, Orkney. *Br. vet. J.*, 46: 136-146.
9. ILCA, 1987. Epidemiology of lung diseases in small ruminants. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 28. (Annual report)

10. ILCA, 1988. An on farm surveillance of causes of sheep morbidity and mortality in Ethiopian high lands. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 46. (Annual report)

11. ILCA, 1992. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 29 and 110. (Annual report)

12. JAGUN A.G., 1985. Major diseases of sheep under intensive rearing on National Animal Production Research Institute, Shika, Zaria, Nigeria. In: Proc. Natl. Conf. Small Ruminant Prod., Shika, Nigeria, October 25, 1985, p. 6-12.

13. KIRKWOOD B.R., 1995. Essentials of medical statistics. London, UK, Blackwell Science, p. 87-93.

14. LAMORDE A., 1985. Relevance of veterinary medicine in production of human vaccine. *Niger. Livest. Farm.*, 4: 153-157.

15. NELAMONKONG K.J.N., ASANJI M.P., SEWELL M.M., 1989. Disease and mortality in small ruminants in the Western Province, Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, 21: 155-159.

16. OGUNSUSI R.A., 1985. Management practice in sheep and goat production. Zaria, Nigeria, National Animal Production Research Institute, Ahmadu Bello University, p. 8. (Annual report)

17. VOH A.A. JR., MOHAMMED K., OTCHERE E.O., ADEWUMI A.O., 1993. Prevalence and seasonality of disease of ruminants under traditional agropastoral management in Northern Nigeria. *Bull. Anim. Prod. Afr.*, 41: 234-238.

Reçu le 13.8.97, accepté le 25.2.98

### Résumé

Kudi A.C., Kalla D.J.U., Alkali Y., Ladan S.M., Kudi M.C., Mai H. Enquête à l'abattoir sur les maladies des petits ruminants à Bauchi, Nigeria

L'incidence et la distribution de maladies chez différentes espèces de petits ruminants mâles et femelles, ainsi que l'influence des saisons, ont été analysées entre 1986 et 1995 à Bauchi au Nigeria. Les données ont été soumises au test du  $\chi^2$ . Plus de chèvres que de moutons avaient été abattues. Parmi les maladies rencontrées, l'helminthose était la plus courante, suivie de la pneumonie et de la tuberculose. Les affections septiques et pyémiques étaient les moins présentes dans l'ensemble des infections. La plupart des maladies ont montré une distribution saisonnière avec une incidence plus importante pendant la saison des pluies, se traduisant ainsi par plus de viandes saisies pendant la saison humide que pendant la saison sèche. La variation des maladies entre le sexe de l'animal et les différentes espèces était significative ( $p < 0,01$ ). A moins que des mesures de lutte adaptées soient prises, la menace de ces maladies continuera à avoir des répercussions sur l'économie et la santé publique. Quelques suggestions sont proposées.

**Mots-clés :** Caprin - Ovin - Enquête pathologique - Sexe - Saison - Abattoir - Nigeria.

### Resumen

Kudi A.C., Kalla D.J.U., Alkali Y., Ladan S.M., Kudi M.C., Mai H. Encuesta en matadero de las enfermedades de los pequeños rumiantes en Bauchi, Nigeria

Se investigó la incidencia y la distribución de enfermedades entre especies, sexos y estaciones en los pequeños rumiantes, en Bauchi, Nigeria, entre 1986 y 1995. Los datos fueron sometidos al test de  $\chi^2$ . Se encontraron más cabras que ovejas sacrificadas. De todas las enfermedades registradas, la más común fue la helmintosis, seguida por neumonía y tuberculosis. Las condiciones piémicas y sépticas no contribuyeron grandemente a la infección total. Muchas de estas enfermedades mostraron una distribución estacional, con mayor incidencia durante la estación lluviosa que durante la seca, reflejando más sacrificios durante la estación lluviosa que la seca. La variación de enfermedades entre los sexos y especies fue significativa ( $p < 0,01$ ). La amenaza de estas enfermedades continuará teniendo un impacto sobre la economía y tendrá importancia para la salud pública, a menos que se adopten medidas de control adecuadas. Los autores ofrecen algunas sugerencias.

**Palabras clave:** Caprino - Ovino - Encuesta sanitaria - Sexo - Estación del año - Matadero - Nigeria.

# Study of *Anaplasma* and *Babesia* infection rates of cattle and associated ticks in the South Coast of Guatemala

J.M. van Andel<sup>1</sup> R.H. Dwinger<sup>2\*</sup> J.A. Alvarez<sup>3</sup>

## Key words

Cattle - Calf - *Boophilus microplus* - Metastigmata - *Anaplasma marginale* - *Babesia bovis* - *Babesia bigemina* - PCR - Immunology - Guatemala.

## Summary

*Babesia bovis*, *B. bigemina* and *Anaplasma marginale* have been suspected to be widespread in the South Coast of Guatemala. The epidemiology of the parasites was studied by monitoring 17 calves at monthly intervals during a period of one year at two farms and by counting and detaching all "standard" female ticks collected on one half of each of the animals. Bovine blood and serum samples were examined by the polymerase chain reaction (PCR) technique and by serological tests, respectively. In addition, the PCR technique was applied on the haemolymph and intestines of the detached ticks. *Boophilus microplus* was the only tick species encountered on the calves. The presence of the three haemoparasites was confirmed in both calves and ticks. High infection rates in the calves were associated with high infection rates in the detached ticks for *B. bigemina*. However, for *B. bovis* and *A. marginale* this association was not found. Furthermore, the PCR and serological results of consecutive samplings of the same animals showed considerable variation in antigen and antibody levels, respectively. No clinical cases of babesiosis and anaplasmosis were observed during the study period, which agrees with an endemically stable situation under current herd management practices.

## ■ INTRODUCTION

Ticks and tick-borne diseases are considered to be of great importance in cattle in the Central American region. Three haemoparasites, *Babesia bovis*, *B. bigemina* and *Anaplasma marginale*, transmitted by the *Boophilus microplus* tick, are frequently found together under field conditions (7).

Little knowledge on the epidemiology of babesiosis and anaplasmosis is available for the Latin American and Caribbean regions. The majority of studies have reported seroepidemiological results (9).

Recent investigations indicate an endemic situation of bovine babesiosis and anaplasmosis in the region. Pérez *et al.* (15) reported babesiosis and anaplasmosis to be ubiquitous in Costa Rica. In the same country, seroprevalence rates for *B. bovis* ranged from 33 to 100% in the Poás region and from 50 to 100% in the Tilarán region (11). A field study conducted in Yucatan, Mexico, detected an overall prevalence rate of 60.1, 66.7 and 59.6% for *B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale*, respectively, using the multiplex polymerase chain reaction (PCR) (5).

A countrywide tick survey undertaken in Guatemala by the Interamerican Institute for Agricultural Cooperation (IICA) and the Ministry of Agriculture, demonstrated that *B. microplus* was

1. c/o Brialmontstraat 10, 5913 HJ Venlo, The Netherlands

2. Animal Production and Health Section, IAEA, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria

Tel.: 00-43-1-2060 26055; Fax: 00-43-1-20607

E-mail: R.Dwinger@iaea.org

3. Department of Veterinary Microbiology, College of Veterinary Medicine, University of Missouri, Columbia, USA

\* Corresponding author

the most important tick species parasitizing cattle in areas lower than 1800 meters above sea level (masl) (12). However, little information is available about the prevalence of bovine babesiosis and anaplasmosis in Guatemala. Serological studies, carried out by the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics (FMVZ) of the University of San Carlos, showed seroprevalence rates for *A. marginale* ranging from 18.5 to 63.3% in various zones of the country (13, 14, 16, 20). Clinical cases of babesiosis have been reported, however, without laboratory confirmation (12).

The aim of the present study was to elucidate the interrelationship between ticks, parasites and cattle by determining the tick infestation rate and the infection rate of the mammalian host and the tick vector with *B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale*. Consequently, blood samples were collected from cattle, ticks were detached under field conditions and both were examined using the multiplex PCR assay to detect the three haemoparasites in a relatively fast and highly sensitive manner (3, 5, 6), while the presence of antibodies to both *Babesia* species in the blood was assessed by serological tests.

## MATERIALS AND METHODS

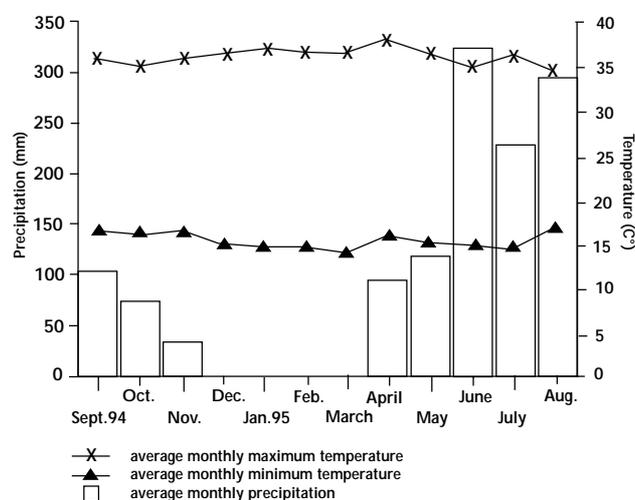
For this study, two farms were selected, situated in the South Coast of Guatemala. Both were participating in a Herd Health and Production monitoring project (as described for a similar project in Costa Rica by Dwinger *et al.*(2)) of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the University of San Carlos, Guatemala. Both farms were located in the village of Los Cerritos, municipality of Chiquimulilla, province of Santa Rosa (Northern latitude 13°58'00", Western longitude 90°18'30" and 30 masl). The farms had dual purpose cattle (crossbred *Bos indicus* x *Bos taurus*). Cows were hand milked twice daily following calf stimulation for the initiation of milk flow. Following milk extraction, cow and calf were left together until milking was finished (one to three hours).

Farm 1 was visited from September 1994 to July 1995 and farm 2 from September 1994 to April 1995. At the first visit, ten and seven calves, between five and twelve months of age, were selected at farms 1 and 2, respectively, and eartagged. Birth date and breed of the calves were recorded.

During each visit the same calves were monitored. However, two months after the start of the study two calves were replaced by two other calves at farm 2 and the last two months of the study two new calves were included at farm 1.

All animals at both farms, including the calves under examination, were sprayed with acaricides every 22 to 36 days. During the study different acaricides, including organophosphates (coumaphos and trichlorphon), and pyrethroids (deltamethrin) were applied without a specific sequence at intervals of three to five weeks. Sampling visits were planned shortly before each treatment, with a minimum interval of three weeks between spraying and the sampling date.

Average monthly minimum and maximum temperatures and precipitation values (1994-1995) of the village of Montufar, municipality of Moyuta, province of Jutiapa (Northern latitude 13°48'32", Western longitude 90°09'18" and 10 masl) were obtained from the National Seismological, Volcanological, Meteorological and Hydrological Institute (figure 1). Relative humidity varied from 60% in December 1994 (dry season) to 91% in August 1995 (rainy season).



**Figure 1:** average monthly maximum and minimum temperatures and precipitation in the village of Montufar, municipality of Moyuta, province of Jutiapa, at an altitude of 10 masl (1994-1995). Source: National Seismological, Volcanological, Meteorological and Hydrological Institute (INSIVUMEH), Guatemala.

## Host infection rate

Two blood samples were collected from each animal aseptically from the jugular vein using disposable needles and vacutainer tubes (Nipro Medical Ind., Japan). One sample was collected in tubes coated with Na-ethylene-diamine-tetra-acetate (EDTA), the other sample in tubes without additive in order to separate serum by centrifugation.

## Haematological techniques

The EDTA blood samples were washed three times by centrifugation with phosphate buffered saline (PBS); the supernatant and buffy coat were discarded (7). Packed erythrocytes, stored in sterile microfuge tubes at -20°C (for a maximum duration of 12 months), were analyzed with the multiplex PCR as described by Figueroa *et al.* (5, 7).

As negative control, uninfected bovine blood was collected from a blood donor at the University of Missouri, Columbia. As positive control, infected culture-derived red blood cells were used (17).

## Serological techniques

Serum samples were stored at -20°C (up to 14 months) in sterile microfuge tubes. Antibody levels were determined using an indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for *B. bovis* (4) and an indirect immunofluorescence test (IFT) for *B. bigemina* (1). Results of serological tests were recorded as positive or negative. Serological data for *A. marginale* were not obtained.

## Tick infestation rate

During each visit, all ticks between 4.5 and 8 mm in size were detached from one side of the animal and collected in a plastic vial which was closed with a dry cloth. Ticks were counted, measured and the species was determined in the laboratory. The number of female *B. microplus* between 4.5 and 8 mm ("standard" ticks) was considered as an indication of engorged tick production per day per animal (18). The intensity of tick infestation was expressed as the average number of "standard" ticks detached from one side of

the animal (n/2). The infestation rate was expressed as the number of calves infested with ticks per the total number of calves examined.

In April, June and July 1995, ticks were collected from the pasture (20 m<sup>2</sup> at a forested and at an open zone) using the dragging technique as described by Guglielmone *et al.* (10). The ticks were collected in a plastic vial which was closed with moistened absorbent cotton. In the laboratory, ticks were counted and 10% were selected at random for species determination.

### Tick infection rate

After determination of the species, 10% of the detached ticks were stored separately in sterile microfuge tubes at -20°C for a maximum of 12 months. To assess infection rates with *Babesia* and *Anaplasma* parasites, analysis with PCR as described by Figueroa *et al.* (5) was performed. Ticks detached during the first month of the study were not investigated by PCR.

Another 10% of the "standard" ticks collected were dissected to separate haemolymph and intestines in order to assess the localization of parasites. Haemolymph was collected by severing a leg with a pincette at the femoral-genua or genua-tibial joint. One drop was placed directly from the leg on a slide, air dried, fixed with methanol and subsequently stained with Giemsa according to standard procedures for microscopic examination. Additionally, of the same tick, haemolymph drops, collected from the severed legs with a sterile toothpick, and intestines, separated after dissecting the tick, were collected and stored in separate vials with two drops of PBS at -20°C for a maximum of 12 months.

Before initiating the PCR technique, ticks and intestines were pretreated according to the following modified scheme of the Puregene kit protocol (Gentra Systems, Inc., Minneapolis MN, USA):

- frozen intestine samples were thawed, subsequently centrifuged at 15,000 g for 10 min and the supernatant poured off. The residues of the intestine samples and entire thawed ticks were then homogenized using a microfuge tube pestle;
- 20 µl of the homogenized sample were added to a 1.5 ml microfuge tube containing a 300 µl cell lysis solution, placed on ice and mixed with micropipettor. In a few cases, tick samples, desiccated due to prolonged storage in the freezer, were collected from the tube using two drops of the 300 µl cell lysis solution;
- the lysate was incubated 45 min at 65°C;
- after cooling to room temperature, a 1.5 µl RNase-A solution was added. Samples were mixed by inverting the tube 25 times and incubated at 37°C for 40 min;
- after cooling to room temperature, 100 µl of the protein precipitation solution was added and vortexed vigorously at high speed for 20 sec and centrifuged at 15,000 g for 3 min;
- the supernatant was poured into a 1.5 ml centrifuge tube containing 300 µl isopropanol. Samples were mixed by inverting gently 50 times and centrifuged at 15,000 g for one minute.
- the supernatant was discarded and tubes drained on clean absorbent paper;
- pellets were resuspended in 300 µl of 70% ethanol by inverting the tubes several times;

- following centrifugation at 15,000 g for one minute, ethanol was poured off and the tube allowed to air dry on clean absorbent paper for 15 min;

- a 50 µl DNA hydration solution was added and heated at 65°C for one hour;

- samples were stored at 2-8°C until further analysis with PCR except that no lysis buffer was added and the procedure was started by adding 250 µl of reaction mixture buffer.

To detect haemoparasites in the haemolymph, samples were thawed, centrifuged at 15,000 g for 10 min and the supernatant poured off before the PCR was started.

Positive and negative controls, as described previously under host infection rate, were used during the PCR analysis. Furthermore, ticks from a noninfected animal were used as negative tick control.

## ■ RESULTS

The observation period of nearly one year resulted in 10 visits to farm 1 and 6 visits to farm 2. Clinical cases of babesiosis or anaplasmosis were not reported and no treatment against babesiosis was applied. Tetracycline preparations were used frequently on both farms to treat various other diseases. The data of both farms were pooled for the purpose of this analysis.

### Host infection rate

#### Haematological techniques

A total of 154 blood samples were screened with PCR for the presence of haemoparasites. Monthly single and multiple infections are presented in table I. Calves carrying a single infection of *A. marginale* showed the highest average prevalence during the study period (37%) followed by *B. bovis/A. marginale* infected calves (21%) and by calves carrying the three haemoparasites (14%). Single infections with *B. bigemina* were not found. Twenty-one percent of samples tested negative for the three haemoparasites.

Highest prevalence rates were found for *A. marginale*, varying from 55 to 88% of blood samples positive in a particular month. Infection rates for *B. bovis* ranged from 6 to 56%. Lowest prevalence rates were detected for *B. bigemina*, ranging from 0 to 50%. Highest infection rates for the three haemoparasites occurred from October to January.

Blood taken from the uninfected blood donor was consistently negative for the three haemoparasites. All positive blood controls tested positive for the three haemoparasites.

Of 17 calves under investigation, 133 time intervals ( $t_0$  to  $t_0+1$ , 3 to 5 weeks between measurements) were recorded. Haemoparasite detection of individual animals varied over the months. Of the calves detected positive for *B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale* at one visit ( $t_0$ ), 16, 14 and 17% were not detected positive during the next observation ( $t_0+1$ ), respectively, while 24, 8 and 62% were still positive at the next observation ( $t_0+1$ ), respectively (table II).

#### Serological techniques

A total of 154 serum samples were examined for the presence of antibodies against *B. bovis* and *B. bigemina*. Monthly numbers of seropositive calves for *B. bovis* and/or *B. bigemina* are presented

Table I

PCR positive (+) and negative (-) calves for a combination of three haemoparasites (*B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale*) per total number of calves observed per month in the South Coast of Guatemala

Month	Num. of calves	+++	++ <sup>1</sup>	+-	++	---	-+-	--+	-++
September	17	3	0	0	5	4	0	4	1
October	16	6	0	0	3	2	0	3	2
November	17	4	1	0	3	1	0	5	3
December	17	4	0	1	3	2	0	7	0
January	17	1	0	1	6	2	0	7	0
February	17	2	0	0	5	3	0	7	0
March	16	0	0	0	1	4	0	11	0
April	14	0	0	0	3	5	0	6	0
June	11	0	0	0	1	5	0	4	1
July	12	1	0	1	2	5	0	3	0
Average		14%	1%	2%	21%	21%	0%	37%	5%

1. ++- = PCR positive for *B. bovis* and *B. bigemina*, PCR negative for *A. marginale*

Table II

Number and percentage of PCR positive (+) and negative (-) calves for one of the three haemoparasites (*B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale*) in the South Coast of Guatemala, at one visit ( $t_0$ ) and the next observation ( $t_0+1$ )

Situation at $t_0$	Situation at $t_0+1$	<i>B. bovis</i>	<i>B. bigemina</i>	<i>A. marginale</i>
+	+	32 (24%)	10 (8%)	82 (62%)
+	-	21 (16%)	18 (14%)	23 (17%)
-	-	63 (47%)	91 (68%)	9 (7%)
-	+	17 (13%)	14 (11%)	19 (14%)
Total		133	133	133

in table III. Seropositivity for both *B. bovis* and *B. bigemina* ranged from 35% of the calves in January to 71% in September and October (end of the rainy season). Seropositivity for either *B. bovis* or *B. bigemina* ranged from 17 to 53% and 0 to 18% of the calves, respectively.

Of 17 calves under observation, 131 time intervals ( $t_0$  to  $t_0+1$ ) were recorded. The serological status of individual animals varied over time. Calves seropositive for *B. bovis* at one visit ( $t_0$ ) were seropositive at the next observation ( $t_0+1$ ) in 82% of the recordings. For *B. bigemina*, of calves seropositive at one visit ( $t_0$ ), 37% were still seropositive at the next observation ( $t_0+1$ ) (table IV).

#### Host infection: combined haematological and serological results

##### ■ *B. bovis*

Calves, both PCR- and seropositive for *B. bovis* ranged from 6 to 56% for a particular month during the study period. The highest monthly percentages were found at the start of the study. Calves seropositive for *B. bovis* but not positive in PCR ranged from 44 to 82%. During the study this percentage showed a slight increase (table V). A positive result with PCR but negative with ELISA was found in eight samples obtained from five different calves.

Table III

Number of seropositive (+) and seronegative (-) calves for a combination of two haemoparasites (*B. bovis* and *B. bigemina*) per total number of calves observed per month in the South Coast of Guatemala

Month	Num. of calves	++	+ <sup>1</sup>	-+	--
September	17	12	5	0	0
October	17	12	5	0	0
November	17	7	9	1	0
December	17	9	6	0	2
January	17	6	7	3	1
February	16	9	5	1	1
March	17	10	3	3	1
April	12	8	2	0	2
June	12	7	4	0	1
July	12	5	5	1	1
Average		55%	33%	6%	6%

1. +- = seropositive for *B. bovis* and seronegative for *B. bigemina*

Table IV

Number and percentage of seropositive (+) and seronegative (-) calves for *B. bovis* or *B. bigemina*, in the South Coast of Guatemala, at one visit ( $t_0$ ) and the next observation ( $t_0+1$ )

Situation at $t_0$	Situation at $t_0+1$	<i>B. bovis</i>	<i>B. bigemina</i>
+	+	107 (82%)	49 (37%)
+	-	8 (6%)	31 (24%)
-	-	10 (8%)	21 (16%)
-	+	6 (5%)	30 (23%)
Total		131	131

Table V

Number of PCR positive and seropositive calves for *B. bovis* per total number of calves observed per month in the South Coast of Guatemala

Month	Num. of calves	++	+-	-+	--
September	17	8	0	9	0
October	16	9	0	7	0
November	17	8	0	8	1
December	17	7	1	8	1
January	17	4	4	9	0
February	17	6	1	9	1
March	17	1	0	12	4
April	13	2	0	9	2
June	11	1	0	9	1
July	12	2	2	8	0
Average		31%	5%	57%	6%

++ = PCR positive and seropositive  
 +- = PCR positive and seronegative  
 -+ = PCR negative and seropositive  
 -- = PCR negative and seronegative

#### ■ *B. bigemina*

During the last seven months of the study only two calves were detected seropositive in combination with a positive PCR. Calves seropositive but negative in PCR ranged from 24 to 76% (table VI). Positive PCR results but seronegativity were found in 15 samples obtained from nine different calves.

#### Relationship between age and PCR/serology results

PCR and serological results were compared for various age groups of calves. Although numbers per age group varied and were small (2-18), the reason for which statistical analyses were not carried out, some trends could be observed.

For *B. bovis*, high infection rates based on PCR (50-54%) were observed for calves younger than 10 months. After the age of 10 months, these rates decreased, ranging from 14 to 39%. PCR data for *B. bigemina* and *A. marginale* did not show remarkable differences between the two age groups.

All calves younger than 10 months were seropositive for *B. bovis* but seroprevalence rates decreased (to 67% at the age of 14 months) when calves grew older. For *B. bigemina* no age difference was apparent.

#### Tick infestation rate

A total of 1752 ticks were detached from calves and all were identified to be *B. microplus*. No "standard" ticks were encountered in 27 (18.5%) of the 146 observations made on 17 individual calves. Monthly average numbers of "standard" female *B. microplus* ticks collected on one side of the calf are presented in figure 2. Monthly infestation rates (number of calves infested with ticks per total number of calves examined) varied from 58 to 94%.

By using the dragging technique only larvae were collected. At farm 1 in April, June and July 94, 138 and 36 larvae were found, respectively. At farm 2 in April and June, 169 and 76 larvae were found, respectively. All larvae examined were *Boophilus* spp.

Table VI

Number of PCR positive and seropositive calves for *B. bigemina* per total number of calves observed per month in the South Coast of Guatemala

Month	Num. of calves	++	+-	-+	--
September	17	3	1	9	4
October	16	5	3	6	2
November	17	4	4	4	5
December	17	0	4	9	4
January	17	1	0	8	8
February	16	0	2	10	4
March	17	0	0	13	4
April	12	0	0	8	4
June	11	0	1	6	4
July	12	1	0	5	6
Average		9%	10%	51%	30%

++ = PCR positive and seropositive  
 +- = PCR positive and seronegative  
 -+ = PCR negative and seropositive  
 -- = PCR negative and seronegative

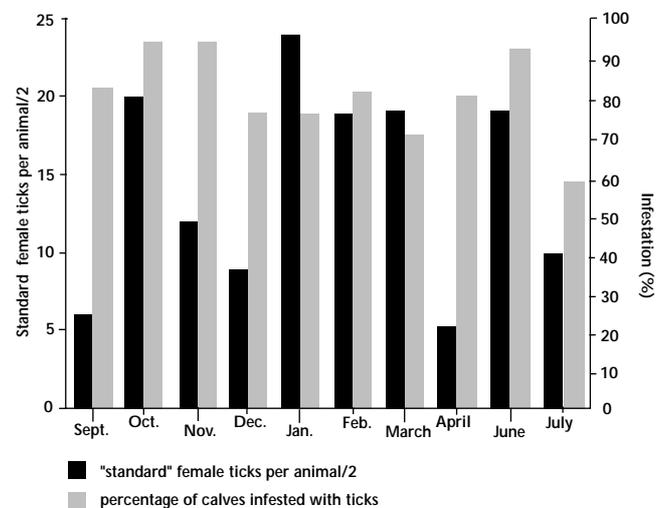


Figure 2: monthly average numbers of "standard" female *Boophilus microplus* (> 4.5 mm and < 8 mm) ticks collected on one side of the calf and monthly infestation rates (percentage of the calves under investigation infested with ticks) in the South Coast of Guatemala.

#### Tick infection rate

Detached ticks: the majority of 170 ticks investigated by PCR were negative (72%). Infection rates of the ticks with *B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale* were 2, 21 and 18%, respectively. Eleven percent of the ticks were infected with *B. bigemina* only and 10% were infected with both *B. bigemina* and *A. marginale*. Single infections with *A. marginale* were found in 6% of the samples. Single infections with *B. bovis* were not found (table VII).

Table VII

PCR positive (+) and negative (-) ticks for a combination of three haemoparasites (*B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale*) per total number of ticks investigated per month in the South Coast of Guatemala

Month	Num. of ticks	+++	+-	++ <sup>1</sup>	+-	---	-+-	--+	-++
October	9	0	0	0	0	6	0	1	2
November	16	0	0	0	0	14	2	0	0
December	13	0	0	0	0	12	1	0	0
January	30	1	0	0	1	24	3	1	0
February	27	0	0	0	1	19	0	3	4
March	15	0	0	0	0	11	2	0	2
April	11	0	0	0	0	6	1	2	2
June	30	0	0	0	0	18	5	2	5
July	19	0	0	0	0	12	4	1	2
Average		1%	0%	0%	1%	72%	11%	6%	10%

1. ++- = PCR positive for *B. bovis* and *B. bigemina*, PCR negative for *A. marginale*

All negative blood and tick controls tested negative. The positive blood samples tested consistently positive for the three haemoparasites.

Ticks were found to be infected with *B. bovis* in January and February only. The lowest infection rates for *B. bigemina* and *A. marginale* were detected in November and December, at the end of the rainy season.

Haemolymph: microscopic examination of 190 haemolymph samples showed three samples positive for *Babesia* spp. (1.6%). Examination of 152 haemolymph samples by PCR showed two to be positive for *B. bovis* (1.3%) and one for *B. bigemina* (0.7%). The samples positive in both methods did not originate from the same tick. *A. marginale* was not found in the haemolymph samples examined by PCR.

Intestines: of 120 intestine samples investigated by PCR, one sample was found positive for *B. bigemina* and one for *A. marginale*. *B. bovis* was not detected.

## DISCUSSION

The present study confirms the assumed widespread presence of *B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale* in the South Coast of Guatemala. Using PCR for the examination of blood samples, *A. marginale* was detected more frequently than *Babesia* parasites. Furthermore, the infection rate of calves for *B. bovis* was higher than for *B. bigemina*, which was confirmed serologically.

High prevalence rates for the three haemoparasites and absence of clinical cases indicate that anaplasmosis and babesiosis are endemic in the region. It is likely that stability is maintained by exposure of young animals, protected by colostral antibodies and age-resistance, to infective ticks. Furthermore, the frequent use of tetracyclines on the selected farms could theoretically have curtailed the occurrence of anaplasmosis.

In general, it is assumed that following infection animals become carriers, characterized by persistent infection with fluctuating levels of parasitaemia. With the PCR technique and its high sensitivity, carrier animals with very low parasitaemias can also be detected. Figueroa *et al.* (7) introduced the multiplex PCR for detection of three haemoparasites in one single blood sample.

However, the multiplex PCR assay showed a decreased sensitivity as compared to the single PCR assay. Fahrimal *et al.* (3) reported a more than 95% detection rate of carrier animals infected with *B. bovis* when analyzing two consecutive samples taken one to two weeks apart.

In the present study, consecutive blood samples, taken three to five weeks apart, showed considerable variation in detection of the parasites in the blood. This variation might be attributable to various factors. These include the length of interval between two samples, not corresponding with the duration of parasitaemia levels detectable by the multiplex PCR, or a possible superinfection with new strains of the parasite. Furthermore, the last step of the multiplex PCR technique, eye-reading of membranes, causes an undesirable variation in detection.

Similarly, variation in the detection of antibodies directed against *B. bovis* and *B. bigemina* in consecutive samples could be due to a combination of a weak antibody response by a low level of parasitaemia and the preset cut-off point as determined for the utilized kit, which could be inappropriate for the situation in Guatemala.

The only tick species found in this study was *B. microplus*, whereas others also mentioned the presence of *Amblyomma cayennense* and *B. annulatus* in the South Coast of Guatemala (12, 19). *B. microplus* was found all year round.

Monthly percentages of calves infested with ticks and average numbers of "standard" female *B. microplus* ticks per animal as found in the present study, correspond with the results observed in Costa Rica by Hermans *et al.* (11). However, compared to the situation in Costa Rica, the present study revealed lower infection rates in ticks for all three haemoparasites.

A proportion of the infected ticks, as determined with PCR, were infected by alimentary infection and should therefore reflect the host infection rate. For *B. bigemina*, the infection rate of the ticks (21%) coincided with that detected by PCR in the calves (20%). However, a high infection rate found in calves for *B. bovis* (38%) was neither associated with a high proportion of infected ticks (2%), nor with the presence of *vermiculi* in the haemolymph (1.3%). Similarly, a high infection rate for *A. marginale* (77%) in calves was not reflected by a high infection rate in ticks (18%).

In the study of Hermans *et al.* (11) it was proposed to dissect the tick to obtain more information about the localization of the parasite and the epidemiology of the disease. In the present study, for *B. bigemina* and *A. marginale*, the PCR results of gut and haemolymph samples did not coincide with the infection rate in the ticks. An analysis by PCR of other tick organs, including salivary glands, is therefore suggested. Additionally, the infection rate of the larvae found in the field could be determined, especially for *B. bovis* which is exclusively transmitted by larvae and not by nymphs and adults (8).

## ■ CONCLUSION

This study confirmed the suspected endemic situation of bovine babesiosis and anaplasmosis in the South Coast of Guatemala. Using multiplex PCR, *B. bovis*, *B. bigemina* and *A. marginale* were detected in both cattle and ticks. *B. microplus* was the most important tick species infesting cattle in the South Coast of Guatemala.

PCR and serological results of consecutive blood samples of the same animals showed considerable variation in antigen and antibody detection, respectively. This demonstrates the limitations of single tests and how carefully the results should be interpreted.

## Acknowledgements

We are grateful for the financial support from the Dutch Government as part of the interuniversity collaboration between the University of San Carlos (USAC) and the State University of Utrecht.

We are indebted to the personnel of the Proyecto Salud de Hato, both in Guatemala and Costa Rica, for logistic and scientific support. We are grateful to Dr. G. Uilenberg for his valuable suggestions and comments on the manuscript.

The laboratory work was supported by Dr. G. Buening of the Department of Veterinary Microbiology of the College of Veterinary Medicine, University of Missouri, Columbia, Dr. V. Alvarez of the Ministry of Agriculture of Costa Rica and the personnel of the Veterinary Clinic, the Departments of Microbiology and of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the USAC in Guatemala.

The assistance provided by the owners and field workers at both farms is greatly appreciated.

## REFERENCES

1. BROCKLESBY D.W., ZWART D., PERIE N.M., 1971. Serological evidence for the identification of *Babesia major* in Britain. *Res. vet. Sci.*, **12**: 285-287.
2. DWINGER R.H., CAPPELLA E., PEREZ E., BAAYEN M., MULLER E., 1994. Application of a computerized herd management and production control program in Costa Rica. *Trop. Agric. (Trinidad)*, **71**: 74-76.
3. FAHRIMAL Y., GOFF W.L., JASMER D.P., 1992. Detection of *Babesia bovis* carrier cattle by using polymerase chain reaction amplification of parasite DNA. *J. clin. Microbiol.*, **30**: 1374-1379.
4. FAO/IAEA Joint programme, 1991. Animal production and health. Babesiosis ELISA kit. Indirect enzyme immunoassay for detection of antibody to *Babesia bovis*. Bench protocol Vers.-BBO 1.1, December 1991. Vienna, Austria, IAEA, 37 p.
5. FIGUEROA J.V., ALVAREZ J.A., RAMOS J.A., VEGA C.A., BUENING G.M., 1993. Use of a multiplex polymerase chain reaction-based assay to conduct epidemiological studies on bovine hemoparasites in Mexico. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46**: 71-75.
6. FIGUEROA J.V., CHIEVES L.P., JOHNSON G.S., BUENING G.M., 1992. Detection of *Babesia bigemina*-infected carriers by polymerase chain reaction amplification. *J. clin. Microbiol.*, **30**: 2576-2582.
7. FIGUEROA J.V., CHIEVES L.P., JOHNSON G.S., BUENING G.M., 1993. Multiplex polymerase chain reaction based assay for the detection of *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* and *Anaplasma marginale* DNA in bovine blood. *Vet. Parasitol.*, **50**: 69-81.
8. FRIEDHOFF K.T., SMITH R.D., 1981. Transmission of *Babesia* by ticks. In: Ristic M., Kreier J.P. eds., Babesiosis. New York, USA, Academic Press, p. 267-321.
9. GUGLIELMONE A.A., 1994. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis. In: Uilenberg G., Permin A., Hansen J.W. eds., Proc. Expert Consultation. Use of applicable biotechnological methods for diagnosing haemoparasites, Merida, Mexico, October 1993. Rome, Italy, FAO, p. 58-64.
10. GUGLIELMONE A.A., HADANI A., MANGOLD A.J., 1986. Empleo del dióxido de carbono para la captura de ninfas y adultos de *Amblyomma neumanni* y *Amblyomma cajennense*. *Rev. Med. vet. (Buenos Aires)*, **67**: 238-245.
11. HERMANS P., DWINGER R.H., BUENING G.M., HERRERO M., 1994. Seasonal incidence and hemoparasite infection rates of ixodid ticks (Acari: Ixodidae) detached from cattle in Costa Rica. *Rev. Biol. trop.*, **42**: 623-632.
12. IICA/PRODESA. 1988. Resumen del estudio ecológico y epidemiológico de garrapatas en Guatemala. Guatemala City, Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección General de Servicios Pecuarios, Dirección Técnica de Sanidad Animal, 19 p.
13. MARTINEZ M.M., 1984. Prevalencia de anaplasmosis bovina en terneros lactantes del parcelamiento Montúfar, Moyuta Jutiapa, determinada serológicamente por el método de la tarjeta. BSc thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, University of San Carlos, Guatemala.
14. ORELLANA MELENDEZ V.M., 1990. Evaluación seroepidemiológica de la anaplasmosis bovina mediante la prueba de la tarjeta en el ganado bovino lechero del municipio de Tactic, Alta Verapaz. BSc thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, University of San Carlos, Guatemala.
15. PEREZ E., HERRERO M.V., JIMENEZ C., CARPENTER T.E., BUENING G.M., 1994. Epidemiology of bovine anaplasmosis and babesiosis in Costa Rica. *Prev. vet. Med.*, **20**: 23-31.
16. RUIZ PORTILLO B.F., 1981. Frecuencia de la anaplasmosis en bovinos del departamento de Zacapa. BSc thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, University of San Carlos, Guatemala.
17. VEGA C.A., BUENING G.M., GREEN T.J., CARSON C.A., 1985. *In vitro* cultivation of *Babesia bigemina*. *Am. J. vet. Res.*, **46**: 416-420.
18. WHARTON R.H., UTECH K.W.B., 1969. The engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestrini). In: Proc. 2nd int. Congr. Acarol., Sutton, Bonington, UK, July 19-25, 1967, p. 347-348.
19. ZOSEL BOJORQUEZ A., 1975. Tipificación de las distintas especies de garrapatas existentes en el ganado bovino de la costa sur de Guatemala. BSc thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, University of San Carlos, Guatemala.
20. ZUNIGA BOUDIER M., 1980. Prevalencia de anaplasmosis bovina en el municipio de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango, Guatemala. BSc thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, University of San Carlos, Guatemala.

Reçu le 15.7.97, accepté le 21.1.98

**Résumé**

Van Andel J.M., Dwinger R.H., Alvarez J.A. Etude du taux d'infection du bétail et des tiques associées par *Anaplasma* et *Babesia* sur la Côte Sud du Guatemala

*Babesia bovis*, *B. bigemina* et *Anaplasma marginale* sont soupçonnés être très répandus sur la Côte Sud du Guatemala. L'épidémiologie des parasites a été étudiée en suivant mensuellement pendant un an 17 veaux dans deux fermes, et en prélevant et comptant toutes les tiques femelles "standard" sur une moitié du corps de tous ces animaux. Le sang et le sérum des veaux ont été examinés respectivement par la technique d'amplification en chaîne par polymérase (PCR) et des tests sérologiques. De plus, la technique de PCR a été appliquée sur l'hémolymphe et les intestins des tiques prélevées. *Boophilus microplus* était la seule espèce de tiques trouvée sur les veaux. La présence des trois parasites du sang a été confirmée chez les veaux et dans les tiques. Un taux d'infection élevé chez les veaux était associé à un taux d'infection élevé dans les tiques prélevées sur eux pour *B. bigemina*. Néanmoins, pour *B. bovis* et *A. marginale* cette association n'a pas été observée. En outre, les résultats de la PCR et des tests sérologiques des échantillons consécutifs des mêmes animaux ont montré une variation considérable respectivement des niveaux d'antigènes et d'anticorps. Durant la période de l'étude, il n'y a pas eu de cas cliniques de babésiose ni d'anaplasmose, ce qui concorde avec une situation endémique stable dans le cadre de la gestion actuelle des troupeaux.

**Mots-clés** : Bovin - Veau - *Boophilus microplus* - Metastigmata - *Anaplasma marginale* - *Babesia bovis* - *Babesia bigemina* - PCR - Immunologie - Guatemala.

**Resumen**

Van Andel J.M., Dwinger R.H., Alvarez J.A. Estudio de las tasas de infección de *Anaplasma* y *Babesia* en ganado y garrapatas asociadas en la Costa Sur de Guatemala

Se sospecha que *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* se encuentran dispersas en la Costa Sur de Guatemala. Se estudió la epidemiología de los parásitos mediante el seguimiento de 17 terneros a intervalos mensuales, durante un período de un año, en dos fincas, así como por el conteo y desprendimiento de todas las garrapatas hembras "standard" recolectadas en una mitad de cada uno de los animales. Se examinaron muestras de sangre y suero bovino mediante la técnica de reacción en cadena de polimerasa (PCR) y por tests serológicos, respectivamente. Además, la técnica de PCR se aplicó a la hemolinfa e intestinos de las garrapatas desprendidas. *Boophilus microplus* fue la única especie de garrapata encontrada en los terneros. La presencia de los tres hemoparásitos se confirmó tanto en los terneros como en las garrapatas. Para *B. bigemina*, las altas tasas de infección en los terneros se asociaron con altas tasas de infección en las garrapatas desprendidas. Sin embargo, para *B. bovis* y *A. marginale*, esta asociación no fue demostrada. Los resultados de PCR y serológicos en muestreos consecutivos de un mismo animal, muestran variaciones considerables en el nivel de antígenos y anticuerpos, respectivamente. No se observaron casos clínicos de babesiosis y anaplasmosis durante el período en estudio, lo que coincide con una situación endémica estable bajo prácticas usuales de manejo del hato.

**Palabras clave**: Ganado bovino - Ternero - *Boophilus microplus* - Metastigmata - *Anaplasma marginale* - *Babesia bovis* - *Babesia bigemina* - PCR - Immunología - Guatemala.

# Outbreak of *Trypanosoma evansi* in the Brazilian Pantanal.

## A financial analysis

A.F. Seidl<sup>1</sup> A.S. Moraes<sup>1</sup> R.A.M.S. Silva<sup>2</sup>

### Key words

Horse - *Trypanosoma evansi* - Economic analysis - Brazil.

### Summary

The Brazilian Pantanal is a seasonal flood plain of about 138,000 km<sup>2</sup> located in the center of South America. Extensive cattle ranching is the most important economic activity controlling about 80% of the land. The Pantanal's approximately 1,100 ranches are populated with about 3 million head of cattle and 49,000 horses. Horses play a central role in the industry. *Trypanosoma evansi*, locally known as "Mal de Cadeiras," kills horses within about ten days and is endemic to the Pantanal. Using a partial farm budget approach, the financial impact of an outbreak of *T. evansi* was analyzed in nine ranches in the Brazilian Pantanal in 1994. Treatment, animal collection and diagnostic costs, animal mortality and risk estimates were used to assess the efficacy of curative and preventive treatments relative to the observed and expected disease losses. The infection of more than 750 horses and the subsequent death of more than 10% of them due to the disease represented an economic loss of more than US\$38,000. Results indicate that from 27 to 91% of these losses could have been avoided through the timely and appropriate implementation of available treatment strategies.

### ■ INTRODUCTION

The Brazilian Pantanal is a seasonal flood plain of about 138,000 km<sup>2</sup> (13.8 million ha) located in the center of South America between 16 and 21° S, 55 and 58° W. Land use in the Pantanal is determined by its climate and cyclical flood pattern. Extensive cattle ranching is the most important economic activity in the Pantanal with sales valued at more than US\$60 million per year and controlling about 80% of the land. The Pantanal's approximately 1,100 ranches vary in size from less than 1,000 ha to over 200,000 ha and are populated with about 3 million head of cattle and 49,000 horses (6). Horses play a central role in the industry.

Trypanosomes adversely affect tropical and subtropical livestock production. Among the five most common species of trypanosomes, *T. evansi* (alternatively, *T. equinum*) in horses and buffalo and *T. vivax* in cattle have substantial impact on the Pantanal region of

Brazil. Equine trypanosomosis is widely known as "surra". In the Pantanal and the subtropical regions of Argentina it is known as "Mal de Cadeiras" (2). If left untreated, death occurs in horses within about ten days of infection.

The most serious outbreaks of Mal de Cadeiras follow extensive seasonal flooding in the region. Unlike other extensive ranching systems, animals in the Pantanal are under the greatest stress and in their weakest condition during the rainy season due to inadequate forage and space (8). *T. evansi* is found in or carried by a number of animals in the Pantanal including dogs, capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*), coatis (*Nasua nasua*), buffalo and cattle (1, 2, 3). Buffalo, dogs and capybaras are susceptible to the disease (2, 7). Although cattle are carriers, they are not directly affected by *T. evansi*. During the rainy season there is greater interaction among these species due to space constraints caused by flooding.

The aim of this study was to detail the direct economic impact of a *Trypanosoma evansi* outbreak on nine ranches in the subregions of Nhecolandia and Paraguay within the Brazilian Pantanal between January and July 1994. This analysis will point to the best available technology to mitigate the deleterious economic impact of this disease on cattle ranching in the Brazilian Pantanal. In addition, recommendations will identify potential avenues for improving available technology in this area.

1. EMBRAPA/PROMOAGRO, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Rua 21 de Setembro, 1.880, CX Postal 109, CEP 79.320-900, Corumbá, MS, Brasil

Tel: 011 55 67 231 1430, ext. 252; fax: 011 55 67 231 1011

E-mail: Loureiro@cpap.embrapa.br

2. Laboratory of Ecopathology, CPAP, EMBRAPA, then same address as in 1

## ■ MATERIALS AND METHODS

### *Partial farm budget methodology*

A partial farm budget approach focused on the aspects of ranch management that were affected by the disease. It enabled the authors to calculate both the expected and observed financial losses to the affected ranches due to *T. evansi*. An analysis of the observed financial burden relative to the simulated treatment strategies provided an opportunity to view potential avenues to mitigate the impacts of the disease.

Costs were divided into mortality losses and treatment costs. Treatment costs represented the rancher's investment in mitigating the effects of the disease. Benefits to the rancher were in the form of anticipated horse mortality losses foregone due to alternative control strategies. The annual expected horse mortality losses foregone less the estimated investment in disease control yielded the annual expected net benefit of each strategy.

Components of the estimated cost-benefit relationships included diagnostic (US\$175/veterinarian-day), transportation (US\$0.13/km), animal collection (US\$7.32/130 animal-day) and treatment costs (see below), expected horse mortality apart from risk (10.5%), horse replacement costs (US\$375) and an assessment of the risk of infection with the disease (9.6% year-round; 0.96% dry season and 8.6% wet season). The best available strategy is that which most greatly reduces animal mortality at minimum cost per animal (4).

Seidl *et al.* (4) found that three potential strategies are financially feasible within the Pantanal. The year-round application of the curative treatment is the best alternative. The seasonal adoption of this strategy ranks second and is the most widely observed in the region. The preventive strategy is the third best alternative based upon economic criteria (4). The curative control strategies involve the application of a diminazene aceturate treatment. However, diminazene aceturate is not an effective prophylactic agent since it is rapidly excreted requiring costly reapplication, approximately every two weeks for prophylaxis. Isometamidium chloride treatments provide financially justifiable *T. evansi* prophylaxis in the Pantanal, although the drug is not yet approved by the Brazilian government. Following protocol and using local prices, diminazene costs about US\$10.12 per treatment and the isometamidium treatments cost about US\$23.92/horse-year exclusive of animal collection costs (4).

The observed costs or losses due to the outbreak of *T. evansi* were calculated by multiplying the replacement value of horses by the number of dead horses and adding the costs of diagnosis and treatment with diminazene where infected horses were found. Expected financial losses under the "no treatment" scenario were calculated by multiplying the estimated disease risk by the number and value of exposed horses. Expected financial losses under the year-round curative treatment scenario were calculated by multiplying the infection risk by the sum of the percentage of expected animal losses and the cost of treatment by the number and price of affected horses. Calculations of expected financial losses under the wet season curative strategy took into account that 90% of the disease risk occur during the high vector wet season (8). Financial losses of the preventive strategy were calculated as the cost of the investment in treatment since no animal losses were anticipated: the number of horses multiplied by the isometamidium treatment cost per horse per year, inclusive of animal collection costs. The observed costs by ranch and study region were subtracted from the estimated costs of each strategy in order to arrive at the expected net benefits of each in relation to the observed costs.

### *Study area*

Outbreaks of *T. evansi* occurred in two subregions of the Pantanal during 1994; Pantanal de Nhecolândia and Pantanal de Paraguay. The outbreaks occurred in nine ranches (R0-R8). Four of these ranches are located in the Pantanal de Paraguay (R0-R3) and the others are in Nhecolândia (R4-R8). The P. de Paraguay subregion is an open plain near Jacindo Lake in the basin of the Paraguay River. It has abundant water and is surrounded by mountains and primarily forested by species of the Paraguayan Chaco. Nhecolândia is a seasonal flood plain with vegetation dominated by savanna species (5). Ranches R0-R2 are neighboring one another. R3 is about 20 km away. R4-R8 are neighboring one another in Nhecolândia and are about 150 km from R0-R3. The city of Corumba lies between the two regions. It is a central hub of 80,000 inhabitants and provides many of the people's needs in the Southern Pantanal, including veterinary services and medical supplies.

The outbreak began in January 1994 when seven horses became sick on R0. Two weeks later four horses on R1 became sick. In February, all 95 horses on R2 became infected with *T. evansi*. One week later 10 horses and a dog on R3 were diagnosed with *T. evansi*. One dog on R4 and two dogs and a horse on R5 were infected in February. From March to June there were no cases reported by the ranchers. In July 12 horse deaths occurred on ranches R6-R8. Two deaths were reported on R6 and 5 each on R7 and R8. In total, from January to July 1994 at least 129 horses in Nhecolândia and P. de Paraguay were infected with *T. evansi* and 70 died before treatment could be administered. One hundred percent of those receiving curative treatment survived and no measurable morbidity losses were observed (5).

## ■ RESULTS

The estimated financial losses by ranch from the 1994 outbreak of *T. evansi* ranged from close to nothing to almost US\$20,000 (US\$4,310 mean). Mortality losses due to the disease represented 0-51.6% (10.5% mean) of a rancher's horses. Total losses from this outbreak on these ranches were estimated at more than US\$38,000 (table I).

Table II details the potential cost savings for each of the nine affected ranches under each of the three alternative treatment strategies. The observed mortality rate in the region of study was 10.5% even with the (often late) adoption of a curative strategy. The assumed risk in the Pantanal region is 9.6% based upon epidemiological studies (ab-ELISA) (1). The expected annual losses in the course of a no treatment strategy were calculated at this level of risk. Four ranches were observed to have lower than annual expected losses based upon 9.6% risk. The other five ranches exceeded the expected annual losses due to *T. evansi* during 1994. On average these nine ranches suffered greater losses than would be expected in an average year under any of the strategies (table II).

The appropriate application of an annual or a seasonal curative strategy could have resulted in cost savings for all ranches in this study except R4 in 1994. A preventive strategy could have generated savings to all except those with the least losses in 1994 (R4-R6). An annual curative strategy should reduce total costs of the affected ranches by 91% providing a net benefit of about US\$35,000 over observed losses and nearly US\$25,000 over the average expected losses. A seasonal application of the curative strategy results in a cost reduction of 58% over the no treatment strategy and 85% over observed costs. The preventive strategy against *T. evansi* results in an average annual reduction of total costs to the nine ranches of about 24% (51% over observed costs) (table II).

Table I

Direct economic losses due to *T. evansi* in Pantanal de Nhecolandia and Pantanal de Paraguay in 1994

Ranch	Num. total horses	Num. (% of total) horse mortality	Horse losses	Diagnostic and treatment costs	Total financial losses
			US\$	US\$	US\$
R0	85	7 (8.3)	2,625	1,024	3,649
R1	15	4 (26.7)	1,500	328	1,828
R2	95	49 (51.6)	18,375	1,123	19,498
R3	40	10 (25.0)	3,750	576	4,326
R4	180	0 (0.0)	0	172	172
R5	70	1 (1.4)	375	875	1,250
R6	95	2 (2.1)	750	1,123	1,873
R7	90	5 (5.6)	1,875	1,073	2,948
R8	120	5 (4.2)	1,875	1,372	3,247
Total	790	83 (10.5)	31,125	7,666	38,791

Table II

Observed and expected costs and benefits from alternative treatment strategies for *T. evansi* in the Brazilian Pantanal

Ranch	Expected net benefits from each strategy relative to observed financial losses -US\$			
	No treatment	Year-round cure	Seasonal cure	Preventive
R0	589	3,253	2,986	1,587
R1	1,288	1,744	1,698	1,440
R2	16,078	19,057	19,178	17,208
R3	2,886	4,130	4,006	3,351
R4	(6,309)	(649)	(1,215)	(4,164)
R5	(1,270)	921	702	(454)
R6	(1,547)	1,433	1,135	(429)
R7	(292)	2,656	2,247	766
R8	(1,073)	2,695	2,318	347
Total	10,350	35,240	33,055	19,652

## ■ DISCUSSION

Several explanations or caveats are necessary to weigh the validity of the adopted techniques. First, this study only attempted to estimate the direct effects of Mal de Cadeiras outbreaks on ranchers. Changing the boundaries of analysis to include other potential stakeholders would include additional sources of benefits and costs, often considered indirect effects. For example, veterinarians benefit from disease outbreaks and the adoption of curative treatments. Distributional effects of potential strategies were not explored here; there are economies of scale of curative strategies over preventive strategies. Animal welfare impacts were not addressed; preventive strategies are preferable to curative treatments on this scale.

The effect of potential variation in variables used in the estimations were not explored here. However, an extensive sensitivity analysis of the estimates resulted in no changes in the relative ranking of the treatment strategies explored here. High prices and risk make preventive strategies more attractive in relation to curative or no treatment strategies. Early detection is pivotal for the curative treatment strategy traditionally adopted in the Pantanal. The lag between detection and treatment, particularly

in R2, provides an explanation for the differences between observed and expected losses. Late treatment is more costly in some cases than no treatment.

Finally, this analysis assigned collective risk based on the assumption of individual risk; it assumed independence among economic agents. It did not allow for the potential to mitigate risk over time *via* strategic cooperation. For example, if four neighboring ranches agreed to notify one another at the first indication of an outbreak of the disease (i.e. first deaths) the risk for the region as a whole would remain the same, but the risk for the consortium of four could be diminished to as little as one quarter of the regional risk. Cooperative strategies would only have implications for curative treatments.

## ■ CONCLUSION

This work has discussed the economic impact of an outbreak of *Trypanosoma evansi* in the Pantanal region of Brazil in 1994. The infection of more than 750 horses and the subsequent death of more than 10% of them due to the disease present an economic drain on ranchers of more than US\$38,000. Estimates indicate that

from 27 to 91% of these losses could have been avoided through the timely and appropriate implementation of available treatment strategies. While conclusions from this work should be extrapolated with great care and further research is necessary, it can be asserted that curative and, potentially, preventive treatment against *T. evansi* within the Pantanal region are appropriate and cost effective strategies for mitigating the economic effect of the disease on the region.

## REFERENCES

- FRANKE C.R., GREINER M., MEHLITZ D., 1994. Investigations on naturally occurring *Trypanosoma evansi* infections in horses, cattle, dogs and capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in Pantanal de Pocone (Mato Grosso, Brazil). *Acta trop.*, **58**: 159-169.
- MONZON C.M., MANCEBO O.A., ROUX J.P., 1990. Comparison between six parasitological methods for diagnosis of *Trypanosoma evansi* in the subtropical area of Argentina. *Vet. Parasitol.*, **36**: 141-146.
- NUNES V.L.B., OSHIRO E.T., 1990. *Trypanosoma (Trypanozoon) evansi* in the coatí from the Pantanal region of Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **84**: 692.
- SEIDL A.F., MORAES A.S., SILVA R.A.M.S. Financial analysis of alternative treatment strategies for *Trypanosoma evansi* in the Brazilian Pantanal. *Pre. vet. Med.* (in press)
- SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRARA H.M., 1995. Trypanosomosis outbreaks due to *Trypanosoma evansi* in the Pantanal, Brazil. A preliminary approach on risk factors. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48**: 315-319.
- SILVA J. DOS S.V. DA, SEIDL A.F., MORAES A.S., 1997. Evolucao da Agropecuária do Pantanal Brasileiro, 1970-1985. Corumba, MS, Brasil, EMBRAPA - CPAP. (in press)
- STEVENS J.R., NUNES V.L.B., LANHAM S.M., OSHIRO E.T., 1989. Isoenzyme characterization of *Trypanosoma evansi* isolated from capybaras and dogs in Brazil. *Acta trop.*, **46**: 213-222.
- WILCOX R., 1992. Cattle and environment in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil, 1870-1970. *Agric. Hist.*, **66**: 232-256.

Reçu le 9.4.97, accepté le 6.1.98

## Résumé

**Seidl A.F., Moraes A.S., Silva R.A.M.S.** Recrudescence de *Trypanosoma evansi* dans le Pantanal brésilien. Analyse financière

Le Pantanal brésilien est une plaine d'environ 138 000 km<sup>2</sup>, régulièrement inondée et située au centre de l'Amérique du Sud. L'élevage extensif du bétail est pratiqué sur plus de 80 p. 100 du territoire, constituant ainsi l'activité économique la plus importante du Pantanal. On y compte approximativement 1 100 élevages avec environ 3 millions de têtes de bétail et 49 000 chevaux. Les chevaux jouent un rôle capital dans l'industrie. *Trypanosoma evansi*, appelé localement "Mal de Cadeiras", est endémique au Pantanal et tue les chevaux en une dizaine de jours. La connaissance du budget partiel d'une ferme a permis d'analyser l'impact financier d'une recrudescence de *T. evansi* sur neuf élevages du Pantanal brésilien en 1994. Pour évaluer l'efficacité des traitements curatifs et préventifs relatifs aux pertes prévisibles et réellement causées par la maladie, il a été tenu compte du coût du traitement lui-même, celui du ramassage des animaux et de leur diagnostic, du taux de mortalité animale et de l'estimation des risques. La contamination par la maladie de plus de 750 chevaux, entraînant la mort de plus de 10 p. 100 d'entre eux, a représenté une perte économique de plus de 38 000 \$US. Des études montrent qu'entre 30 et 90 p. 100 et plus de ces pertes auraient pu être évitées si les stratégies de traitements possibles avaient été mises en place de manière opportune et appropriée.

**Mots-clés** : Cheval - *Trypanosoma evansi* - Analyse économique - Brésil.

## Resumen

**Seidl A.F., Moraes A.S., Silva R.A.M.S.** Brote de *Trypanosoma evansi* en el Pantanal de Brasil. Análisis financiero

El Pantanal brasileño es una llanura temporalmente inundable de alrededor 138 000 km<sup>2</sup>, localizada en el centro de Sur América. La actividad económica de mayor importancia es la ganadería extensiva, ocupando alrededor 80% del territorio. En Pantanal existen alrededor de 1 100 ranchos, poblados con aproximadamente 3 millones de cabezas de ganado y 49 000 caballos. Los caballos ocupan un papel central en la industria. *Trypanosoma evansi*, conocido localmente como "Mal de cadeiras", mata a los caballos en más o menos 10 días y es endémico en el Pantanal. En 1994, se analizó el impacto financiero de un brote de *T. evansi* en nueve ranchos del Pantanal Brasileño, usando un enfoque presupuestario parcial de una finca. Se utilizaron los costos de tratamiento, recolección de animales y de diagnóstico, las estimaciones de riesgo y de mortalidad animal, para asesorar la eficiencia de los tratamientos curativos y preventivos, en relación con las pérdidas observadas y esperadas de la enfermedad. La infección de más de 750 caballos y la muerte subsecuente de más de 10% de éstos, debida a la enfermedad, representaron más de US\$ 38 000. Los resultados indican que de 30 a más de 90% de éstas pérdidas podrían haberse evitado mediante una implementación apropiada y a tiempo de las estrategias de tratamiento al alcance.

**Palabras clave**: Caballo - *Trypanosoma evansi* - Análisis económico - Brasil.

# Les techniques de génétique moléculaire au service de l'épidémiologie des trypanosomoses. Intérêt de l'étude du polymorphisme des microsatellites des glossines

P. Solano <sup>1,2\*</sup> G. Cuny <sup>3</sup> G. Duvallet <sup>2</sup>  
D. Cuisance <sup>2</sup> S. Ravel <sup>3</sup> I. Sidibé <sup>1</sup> S.M. Touré <sup>1</sup>

## Mots-clés

Trypanosomose - *Glossina palpalis gambiensis* - PCR - Microsatellite - Variation génétique - Epidémiologie.

## Résumé

L'introduction des techniques moléculaires a apporté de nouvelles connaissances sur l'épidémiologie des trypanosomoses. Dans le domaine du diagnostic, la technique d'amplification en chaîne par polymérase (ou *polymerase chain reaction*) apporte une sensibilité supérieure à celle des techniques classiques, et permet aussi de différencier des trypanosomes morphologiquement identiques ayant des importances économiques très différentes. Chez les vecteurs cycliques, les glossines, on soupçonne l'existence de populations plus dangereuses que d'autres au sein d'une même espèce ; les auteurs décrivent et proposent d'appliquer la technique du polymorphisme des marqueurs microsatellites à l'évaluation des conséquences de la variabilité intraspécifique des mouches tsé-tsé sur l'épidémiologie de la trypanosomose.

## ■ INTRODUCTION

Les trypanosomoses africaines sont causées par des protozoaires flagellés du genre *Trypanosoma* et sont transmises principalement par des insectes diptères, les glossines. Leur importance économique en Afrique subsaharienne est considérable puisqu'elles provoquent chez l'homme la maladie du sommeil (50 millions de personnes exposées) et chez les animaux domestiques le nagana ou trypanosomose animale ; certains experts estiment les pertes économiques du secteur de l'élevage dues aux trypanosomoses à 1 milliard de dollars par an à l'échelle du continent (3).

Il est donc nécessaire d'être capable de diagnostiquer la maladie lorsqu'elle existe, mais aussi et surtout de pouvoir la contrôler en abaissant son importance à un niveau n'empêchant pas la production. Un moyen pour y parvenir est de lutter contre les cibles définies que sont certaines populations de glossines propageant l'épizootie.

1. CIRDES, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

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

3. ORSTOM Montpellier, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France

\* Auteur assurant la correspondance : voir adresse 1

Tél. : 226 97 22 87 ; fax: 226 97 23 20

## ■ UTILISATION DE LA BIOLOGIE MOLECULAIRE DANS LA DETECTION ET L'IDENTIFICATION DU PARASITE

Ces dernières années, le développement des techniques d'étude moléculaire, notamment la PCR (*polymerase chain reaction*) (16, 21) ou ACP (amplification en chaîne par polymérase), a généré des connaissances nouvelles dans l'épidémiologie des trypanosomoses. Il est maintenant possible de distinguer chez les glossines des trypanosomes morphologiquement similaires mais différents par leurs caractères nosologiques et leur spectre d'hôtes : il en est ainsi, dans le sous-genre *Nannomonas*, de l'espèce *T. simiae*, pathogène pour les Suidés domestiques mais inoffensive pour les Ruminants (8), et de l'espèce *T. congolense* qui infecte également les Suidés, mais qui compte parmi les trypanosomes les plus pathogènes pour le cheptel bovin. Dans le domaine du diagnostic, la PCR permet même de détecter différents sous-groupes taxonomiques de *T. congolense* (11, 12, 13) : en Afrique de l'Ouest sont présents principalement le groupe « Savane » et le groupe « Forêt » (14, 17, 19, 22, 23) ; on les soupçonne également d'avoir des pathogénicités différentes (18) et des études sont actuellement en cours pour confirmer ces présomptions.

De nombreuses applications de la technique PCR ont été développées. Cette technique prometteuse dans le domaine du diagnostic par sa sensibilité et sa spécificité reste pour l'instant limitée dans

ses applications par son coût relativement élevé. Pour le diagnostic des trypanosomes, les séquences d'ADN satellite (courte séquence répétée en tandem un grand nombre de fois) ont été utilisées. Ces séquences sont spécifiques du groupe de trypanosomes recherchés et leur utilisation comme cible d'amplification, à l'aide d'amorces connues, permet d'augmenter la sensibilité du test. Ces informations (diagnostic fiable et rapide, identification des agents pathogènes) permettent d'apprécier rapidement la situation épidémiologique et constituent des outils stratégiques d'aide à la décision.

Les RAPD (*random amplified polymorphic DNA*) (31, 32) sont également dérivés de la PCR. La réaction fait intervenir une seule amorce, courte et de séquence aléatoire. Du fait de leur faible longueur, ces amorces ont une probabilité importante de trouver plusieurs séquences homologues dans le génome. On obtient ainsi des profils à bandes multiples, spécifiques de souches ou d'ensembles de souches de trypanosomes. Cette technique a notamment permis de montrer que *T. congolense* forme une espèce polyphylétique : on ne trouve pas d'ancêtre unique, commun aux lignées actuelles, mais plusieurs. Ceci a pour conséquence la très faible probabilité de trouver une séquence diagnostique de l'espèce *T. congolense* dans son ensemble (22).

#### ■ UNE APPROCHE COMPLEMENTAIRE : LA VARIABILITE GENETIQUE DES VECTEURS

Si on est capable d'identifier au niveau intraspécifique chez les trypanosomes certains taxons dont l'épidémiologie ou la pathogénie sont différentes, il n'en est pas encore de même chez les vecteurs majeurs que sont les glossines. Or pour un taxon donné d'insectes, le déterminisme génétique de la capacité à s'infecter et à transmettre les trypanosomes a déjà fait l'objet de plusieurs observations. Janssen et Wijers trouvent des différences de transmission d'un même clone de *T. simiae* entre *Glossina brevipalpis* et *G. pallidipes* et suggèrent que l'espèce de glossine peut être un facteur conditionnant la pathogénicité de la souche transmise (9). Avec le même parasite, Moloo et coll. observent une différence de susceptibilité entre deux populations allopatriques de *G. pallidipes* (15). Ces deux populations montrent aussi des différences de transmission d'un clone de *T. congolense*. Reifenberg et coll., en comparant la capacité vectorielle de plusieurs taxons de glossines vis-à-vis de *T. congolense* montrent, entre autres, que les deux sous-espèces *G. morsitans submorsitans* et *G. m. morsitans* n'ont pas la même capacité à transmettre le parasite au laboratoire (17). En allant plus loin, au niveau infra-taxon, Elsen et coll. observent des différences significatives de réceptivité du même clone de *T. brucei gambiense* chez deux populations d'insectarium de *G. palpalis gambiense* provenant du même site géographique mais ayant été maintenues séparément plusieurs années (5). Ces auteurs, en utilisant les isoenzymes et l'aspect des chromosomes, trouvent certaines différences génétiques qu'ils attribuent essentiellement à un phénomène de dérive, classique dans des populations élevées au laboratoire. Makumyaviri et coll. comparent une population sauvage de *G. m. morsitans* à un phénotype mutant *salmon* (couleur de l'œil), et observent une meilleure colonisation de l'intestin moyen par *T. brucei* chez le phénotype mutant, qui serait liée à une modification du métabolisme du trypanosome (10).

Il semble donc intéressant d'appréhender la variabilité génétique des populations de vecteurs, avec pour objectif dans un taxon donné :

1. De clarifier les relations fines parasite-vecteur (compétence vectorielle), ce qui pourrait permettre une meilleure définition des cibles des campagnes de contrôle de la trypanosomose. La compétence vectorielle est l'aptitude physiologique d'un vecteur à acquérir le pathogène et à le transmettre (20).

2. D'essayer de distinguer des populations de valeur épidémiologique différente (capacité vectorielle). La capacité vectorielle est le nombre de nouvelles infections par situation et par jour du fait d'un vecteur ; elle dépend de la compétence vectorielle et de facteurs du milieu (20). Le moyen est d'identifier au sein d'un taxon donné une structuration génétique des populations en analysant des fréquences alléliques. Le fait de trouver des fréquences alléliques significativement différentes pour un ensemble d'individus dans un espace donné peut montrer que la reproduction ne se fait pas de manière aléatoire entre ces individus ; il y a donc des sous-groupes différents au sein de la même espèce (ou sous-espèce) dans le même espace ou sur des espaces voisins qui peuvent indiquer :

- des préférences différentes d'hôte nourricier : risque épidémiologique ;
- des préférences différentes de biotopes : distribution spatiale et temporelle ;
- un comportement d'évitement de leurs artificiels (pièges, écrans, etc.), ou vivants (bétail imprégné d'insecticides) : résistance aux mesures de lutte ;
- une différence d'aptitude à la maturation des trypanosomes : compétence vectorielle.

#### ■ LA TECHNIQUE

Une séquence microsatellite est constituée de courtes répétitions (< 6) de 2, 3, ou 4 nucléotides (28, 29). Ces motifs sont localisés à différents endroits du génome, constituant chacun un locus. Ces séquences existent chez tous les eucaryotes où on les a recherchées, et se sont révélées de très bons marqueurs polymorphes pour des études de génétique des populations. Les microsatellites présentent, pour un locus donné, un polymorphisme de longueur dû à la variation du nombre de répétitions, permettant ainsi de définir des allèles.

Exemples de séquences microsatellites :

Motif dinucléotidique  
AT AT AT AT AT AT AT AT AT AT

Motif trinucleotidique  
CAG CAG CAG CAG CAG CAG CAG CAG CAG

Après avoir détecté, isolé et séquencé ces motifs microsatellites, des amorces (ou *primers*) sont définies de part et d'autre du motif répété (figure 1), mais pas dans son voisinage immédiat (instabilité des séquences flanquant le microsatellite). Une amplification par PCR est réalisée et on obtient sur gel une bande ou deux dont les tailles sont directement proportionnelles au nombre de répétitions du motif. Ces signaux d'amplification (ou allèles) vont donc varier entre les individus, en fonction du nombre de répétitions que ceux-ci possèdent.

Par exemple, un individu (AT)<sub>10</sub> donne une bande de 180 paires de bases : cette taille correspond à un motif microsatellite qui est ici de 20 nucléotides (2 x 10), plus les amorces et la séquence flanquante totalisant dans cet exemple 160 nucléotides (taille invariante entre les individus).



## BIBLIOGRAPHIE

1. COLLINS F.H., 1994. Prospects for malaria control through the genetic manipulation of its vectors. *Parasitol. today*, **10**: 370-371.
2. CURTIS C.F., 1994. The case for malaria control by genetic manipulation of its vectors. *Parasitol. today*, **10**: 371-374.
3. DE HAAN C., BEKURE S., 1991. Animal health services in Sub-Saharan Africa: Initial experiences with new approaches. Washington DC, USA, World Bank.
4. DUMAS V., HERDER S., BEBBA A., CADOUX-BARNABE C., BELLEC C., CUNY G., 1997. Polymorphic microsatellites in *Simulium damnosum* s.l. and their use for differentiating two savannah populations. Implications for epidemiological studies. *Genome* (sous presse).
5. ELSÉN P., ROELANTS P., DE LIL E., DUJARDIN J.P., LE RAY D., CLAES Y., 1994. Cytogenetic and isozymic comparisons of two laboratory lines of *Glossina palpalis gambiense*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **88**: 511-522.
6. EPPLÉN J.E., 1993. Diagnostic applications of repetitive DNA sequences. *Clin. Chem. Acta*, **209**: S5-S13.
7. GOODING R.H., 1981. Genetic polymorphism in three species of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) in Upper Volta. *Acta trop.*, **38**: 149-161.
8. ITARD J., 1981. Trypanosomoses animales africaines. In : Précis de parasitologie vétérinaire tropicale, tome II. Paris, France, Ministère de la coopération et du développement, p. 305-468.
9. JANSSEN J.A.H.A., WIJERS D.J.B., 1974. *Trypanosoma simiae* at the Kenya coast. A correlation between virulence and the transmitting species of *Glossina*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **68**: 5-19.
10. MAKUMYAVIRI A.M., DISTELMANS W., CLAES Y., D'HAESELEER F., LE RAY D., GOODING R.H., 1984. Capacité vectorielle du type sauvage et du mutant *salmon* de *Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850 dans la transmission de *Trypanosoma brucei* Plimmer et Bradford, 1899. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, **22** : 283-288.
11. MAJIWA P.A.O., MAINA M., WAITUMBI J.N., MIHOK S., ZWEYGARTH E., 1993. *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*: molecular characterization of a new genotype from Tsavo, Kenya. *Parasitology*, **106**: 151-162.
12. MASIGA D.K., SMYTH A.J., HAYES P., BROMIDGE T.J., GIBSON W.C., 1992. Sensitive detection of trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. *Int. J. Parasitol.*, **22**: 909-918.
13. MCNAMARA J.J., MOHAMMED G., GIBSON W.C., 1994. *Trypanosoma (Nannomonas) godfreyi* sp. nov. from tsetse flies in The Gambia: biological and biochemical characterisation. *Parasitology*, **109**: 497-509.
14. MCNAMARA J.J., SNOW W.F., 1991. Improved identification of *Nannomonas* infections in tsetse flies from the Gambia. *Acta trop.*, **48**: 127-136.
15. MOLOO S.K., ZWEYGARTH E., SABWA C.L., 1995. A comparison of susceptibility to stocks of *Trypanosoma simiae* of *Glossina pallidipes* originating from allopatric populations in Kenya. *Med. vet. Entomol.*, **9**: 224-228.
16. MULLIS L.B., FALOONA F.A., 1987. Specific synthesis of DNA *in vitro* via a polymerase catalyzed chain reaction. *Methods Enzymol.*, **155**: 335-350.
17. REIFENBERG J.M., CUISANCE D., FREZIL J.L., CUNY G., DUVALLET G., 1997. Comparison of the susceptibility of different *Glossina* species to simple and mixed infections with *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* Savannah and riverine-forest types. *Med. vet. Entomol.*, **11**: 246-252.
18. REIFENBERG J.M., SOLANO P., BAUER B., KABORE I., CUNY G., DUVALLET G., CUISANCE D., 1997. Apport de la technique PCR pour une meilleure compréhension de l'épizootiologie des trypanosomoses bovines : exemple de la zone d'aménagement pastoral de Yalé au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vet. Pays trop.*, **50** : 14-22.
19. REIFENBERG J.M., SOLANO P., DUVALLET G., CUISANCE D., SIMPORE J., CUNY G., 1997. Molecular characterization of trypanosome isolates from naturally infected domestic animals in Burkina Faso. *Vet. Parasitol.*, **71**: 251-262.
20. REISEN W.K., 1989. Estimation of vectorial capacity : introduction. *Bull. Soc. Vector Ecol.*, **14**: 39-40.
21. SAIKI R.K., GELFLAND D.H., STOFFEL S., 1988. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, **239**: 487-491.
22. SIDIBE I., 1996. Variabilité génétique de *Trypanosoma congolense*, agent de la trypanosomose animale : implications taxonomiques et épidémiologiques. Thèse doct., Université de Montpellier II, France, 92 p.
23. SOLANO P., ARGIRO L., REIFENBERG J.M., YAO Y., DUVALLET G., 1995. Field application of the polymerase chain reaction (PCR) to the detection and characterization of trypanosomes in *Glossina longipalpis* in Côte d'Ivoire. *Mol. Ecol.*, **4**: 781-785.
24. SOLANO P., DUVALLET G., DUMAS V., CUISANCE D., CUNY G., 1997. Microsatellite markers for genetic population studies in *Glossina palpalis* (Diptera: Glossinidae). *Acta trop.*, **65**: 175-180.
25. SOLANO P., REIFENBERG J.M., AMSLER-DELAFOSSÉ S., KABORE I., CUISANCE D., DUVALLET G., 1996. Trypanosome characterization by polymerase chain reaction in *Glossina palpalis gambiense* and *G. tachinoides* from Burkina Faso. *Med. vet. Entomol.*, **10**: 354-358.
26. SPIELMAN A., 1994. Why entomological antimalaria research should not focus on transgenic mosquitoes. *Parasitol. today*, **10**: 374-376.
27. TAUTZ D., 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucl. Acids Res.*, **17**: 6463-6471.
28. WATKINS W.S., BAMSHAD M., JORDE L.B., 1995. Population genetics of trinucleotide repeat polymorphisms. *Hum. mol. Gen.*, **4**: 1485-1491.
29. WEBER J.L., 1990. Informativeness of human (dC-dA)<sub>n</sub>-(dG-dT)<sub>n</sub> polymorphisms. *Genomics*, **7**: 524-530.
30. WEISSENBACH J., DE CHENAY A., 1992. Le génome humain balisé par des microsatellites. *La Recherche*, **261** : 84-85.
31. WELSH J., MCCLELLAND M., 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucl. Acids Res.*, **18**: 7213-7218.
32. WILLIAMS J.G.K., KUBELIK A.R., LIVAK K.J., RAFALSKI J.A., TINGEY S.V., 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful genetic markers. *Nucl. Acids Res.*, **18**: 6531-6535.
33. ZHENG L., COLLINS F.H., KUMAR V., KAFATOS F.C., 1993. A detailed genetic map for the X chromosome of the malaria vector, *Anopheles gambiae*. *Science*, **261**: 605-608.

Reçu le 12.1.98, accepté le 24.2.98

## **Summary**

---

**Solano P., Cuny G., Duvallet G., Cuisance D., Ravel S., Sidibé I., Touré S.M.** Molecular genetic techniques applied to the epidemiology of trypanosomoses. Advantages of the microsatellite polymorphism study in tsetse flies

A further understanding of trypanosomosis epidemiology has been brought about by the development of molecular techniques. With regard to diagnosis, the polymerase chain reaction (PCR) combines the advantages of greater sensibility than classical techniques and the possibility to differentiate trypanosomes with similar morphology but a very different economic impact. Populations of cyclic vectors (tsetse flies) have been suspected to exist with varying degrees of dangerousness within the same species. The authors describe and propose to apply the technique of microsatellite DNA polymorphism to assess the consequences of tsetse intraspecific variability on the epidemiology of trypanosomosis.

**Key words:** Trypanosomosis - *Glossina palpalis gambiensis* - PCR - Microsatellite - Genetic variation - Epidemiology.

## **Resumen**

---

**Solano P., Cuny G., Duvallet G., Cuisance D., Ravel S., Sidibé I., Touré S.M.** Las técnicas de genética molecular al servicio de la epidemiología de las tripanosomosis. Importancia del polimorfismo de los microsatélites de las glosinas

Las técnicas moleculares han aportado nuevos conocimientos sobre la epidemiología de las tripanosomosis. En el campo del diagnóstico, la técnica de amplificación en cadena por polimerasas (o reacción en cadena de las polimerasas) aporta una sensibilidad superior que las técnicas clásicas, permitiendo también la diferenciación de los tripanosomas morfológicamente idénticos, con diferentes importancias económicas. En el caso de los vectores cíclicos, las glosinas, se sospecha la existencia de algunas poblaciones más peligrosas que otras, en el seno de una misma especie. Los autores describen y proponen la aplicación de la técnica del polimorfismo de los microsatélites marcadores, para la evaluación de las consecuencias de la variabilidad intra específica de las tse-tse sobre la epidemiología de la tripanosomosis.

**Palabras clave:** Tripanosomosis - *Glossina palpalis gambiensis* - PCR - Microsatélite - Variación genética - Epidemiología.

Note de lecture :

## *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*

### Une culture fourragère pour les régions tropicales

□ Cet ouvrage de référence en français, de 171 pages, constitue la synthèse de dix années de travaux de recherche et d'expériences sur cette graminée vivace, présente à l'état naturel dans les régions soudano-sahéliennes et soudanaises de l'hémisphère nord de l'Afrique entre 400 et 1 500 mm, à une altitude inférieure à 1 800 m.

Ces travaux ont été menés au Sénégal par l'École nationale supérieure d'agriculture en collaboration avec la Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique.

L'ouvrage se présente en deux parties : la première rend compte des résultats scientifiques et s'adresse plus particulièrement aux chercheurs, ingénieurs et

étudiants, alors que la seconde s'adresse plutôt aux techniciens du développement, de l'agriculture et de l'élevage.

La première partie est la synthèse des résultats scientifiques de nombreuses expérimentations. Elle est structurée en plusieurs chapitres traitant chacun d'un aspect particulier pour la culture ou l'utilisation de cette graminée.

On y trouve une présentation générale très complète de cette variété *bisquamulatus* d'*Andropogon gayanus*, ainsi que des connaissances relatives à la systématique, à la morphologie et à la biologie.

Les techniques de production de semences et de semis, sujets essentiels pour la culture et la diffusion des cultures fourragères, sont passées en revue.

Par ailleurs, les auteurs rapportent des expérimentations sur « l'influence du système d'exploitation sur la production de fourrage », « la valeur alimentaire du fourrage » (obtenue grâce à l'analyse chimique du fourrage et aux équations qui en ont été tirées), « les paramètres d'exploitation par les bovins de la jachère à *A. gayanus* var. *bisquamulatus* » et « la diversité phénologique et des critères de sélection » de cette variété.

Les résultats de l'étude originale et approfondie de la « croissance juvénile, comportement physiologique et résistance de la variété en conditions de stress hydrique » sont présentés, permettant de mieux définir l'époque des semis, les conditions extrêmes de survie

des plantes adultes et des critères de sélection pour obtenir des clones résistants lors d'années déficitaires en pluies ou dans des conditions écologiques extrêmes de culture.

La seconde partie de l'ouvrage est présentée sous forme de guide à des fins de vulgarisation. Ce guide rassemble tous les conseils pratiques et les normes pour une parfaite maîtrise de cette culture fourragère.

Il s'appuie naturellement sur les résultats expérimentaux rapportés dans la première partie, mais également sur la longue expérience acquise au cours de dix années de cultures en station et en milieu rural.

Il permettra aussi aux vulgarisateurs d'établir des fiches techniques à l'intention des éleveurs et des exploitants agricoles qui veulent adopter cette espèce dans leur système agricole.

Cet ouvrage me paraît indispensable pour tout chercheur, ingénieur et technicien qui veut étudier ou faire cultiver cette variété pour une meilleure nutrition des animaux et pour améliorer la fertilité des sols des jachères.

Georges Rippstein  
CIRAD-EMVT

Buldgen A., Dieng A., 1997. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*. Une culture fourragère pour les régions tropicales, 171 p. Les Presses agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique.

Note de lecture :

## Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc

□ Cet excellent ouvrage de référence de 390 pages en langue française, très bien relié, est en définitive plus ambitieux que son titre : on pourrait séparer des chapitres spécifiques au Maroc ou au Maghreb et des chapitres plus généraux concernant les cultures fourragères en général.

Ce manuel s'adresse à ceux qui sont intéressés par la production et l'utilisation des cultures fourragères : les vulgarisateurs-développeurs, les étudiants, les producteurs de fourrage, les éleveurs et les producteurs de semences fourragères.

Le livre fait le point de l'état des cultures fourragères en sec et en irrigué au Maroc en 1996-1997 : la surface fourragère a triplé depuis 1980 et occupe aujourd'hui plus de 400 000 ha.

La valorisation de ces cultures passe essentiellement par le cheptel bovin (80 p. 100 des surfaces) et particulièrement par le cheptel bovin lait en race améliorée ; mais le fourrage est aussi distribué aux ovins en complémentation du pâturage naturel, presque jamais aux caprins.

La production moyenne annuelle est actuellement de 1,4 milliard d'UF. La luzerne et le bersim fournissent 65 p. 100 des UF produites suivis par l'orge fourragère (9,7 p. 100), le maïs fourragère (6,1 p. 100) et la vesce-avoine (5,1 p. 100).

Les chapitres spécifiques au Maroc regroupent la zonalité du milieu (climat, sol, formations naturelles, systèmes d'élevage), les principales plantes fourragères cultivées, la production et l'approvisionnement en semences, les besoins des animaux et les tables de va-

leur alimentaire spécifiques aux plantes cultivées (180 références), les aspects économiques des plantes fourragères propres aux conditions du pays.

Les chapitres généraux comprennent l'amélioration génétique, les techniques de production, les mélanges graminées-légumineuses, l'amélioration de jachères et de parcours et les problèmes d'environnement liés aux fourrages cultivés.

L'usage du manuel est facilité par un index détaillé, des listes d'unités de mesure, d'abréviations techniques et d'acronymes. Enfin le livre est bien illustré par 258 tableaux, 96 figures dont 19 photos.

Guy Roberge  
CIRAD-EMVT

INRA-Rabat, 1997. Jaritz G., Bounejmate M., ed. Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc, 390 p. Institut national de la recherche agronomique de Rabat, BP 415, Rabat, Maroc.

# Influence de la saison et de la concentration énergétique de l'aliment sur les performances de croissance de pintadeaux (*Numida meleagris*) en région tropicale

J.-P. Dehoux<sup>1</sup> A. Buldgen<sup>2</sup> P. Dachet<sup>1</sup> A. Dieng<sup>1</sup>

## Mots-clés

Pintade - Croissance - Valeur énergétique - Saison - Sénégal.

## Résumé

Deux expériences de croissance de pintadeaux de chair ont été réalisées durant 15 semaines au Sénégal. La première expérience a été conduite en saison sèche sur 198 pintadeaux répartis en 2 lots subdivisés chacun en 3 répétitions de 33 animaux. Pendant les périodes de démarrage, de croissance et de finition, les lots ont été nourris avec deux types d'aliments : 2 550 kcal/kg pour les aliments « basse énergie » (BE) et 2 800 kcal/kg pour les aliments « témoins » (T). La seconde expérience a été conduite en saison pluvieuse en respectant un protocole expérimental identique. Au cours de la saison sèche, le poids vif moyen à 15 semaines de 1 805 g pour le lot T a été significativement plus faible pour le lot BE avec un écart de 412 g entre les deux régimes. En saison des pluies, les poids vifs moyens à 15 semaines étaient significativement inférieurs : respectivement - 488 et - 274 g pour les lots T et BE en comparaison des performances enregistrées en saison sèche. La différence de poids vif enregistrée entre les régimes T et BE était significative pendant cette saison, mais elle s'élevait seulement à 198 g. La consommation d'aliments a été significativement plus élevée pour le lot T pendant les deux saisons (différence de 18 g par jour en saison sèche et de 8 g par jour en saison pluvieuse). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux lots pour l'indice de consommation, mais celui-ci était significativement plus élevé pendant la saison pluvieuse (5,3 contre 4,5 pendant la saison sèche). Aucune mortalité n'a été observée pendant les deux expériences.

## ■ INTRODUCTION

D'origine africaine, la pintade est bien adaptée aux conditions environnementales des pays chauds et est plus résistante aux maladies aviaires que le poulet (8). En Afrique, la pintade locale vit généralement à l'état semi-sauvage dans les contrées sèches où la végétation est peu dense. Dans ces régions, les indigènes entretiennent parfois de petits noyaux villageois issus d'œufs ramassés en brousse et mis à couver par des poules. Ces oiseaux, élevés en totale liberté, se nourrissent de larves, d'insectes et de végétaux, délaissant souvent les abords des habitations où ils pourraient trouver une nourriture plus abondante. Dans ces conditions, les

performances de la pintade sont relativement peu connues. Elle constitue cependant une source de viande intéressante pour les populations rurales dont les régimes sont déficients en protéines de haute valeur biologique (2, 14). Ces qualités justifient amplement l'intensification de sa production au moyen de souches importées d'Europe, au même titre que les poulets de chair. Quelques expériences conduites en conditions tropicales (1, 2, 5, 6, 15) montrent d'ailleurs que la pintade locale ou importée est capable d'assurer des productions intéressantes en conditions semi-intensives.

Les travaux expérimentaux relatés ci-après ont été effectués dans la région de Thiès au Sénégal, en zone sahélo-soudanienne. Le climat de la région de Thiès est caractérisé par une saison des pluies allant de juillet à octobre. La saison sèche, qui s'étend de novembre à juin, comporte une période fraîche (saison sèche froide de novembre ou décembre à février) suivie d'une période nettement plus chaude (saison sèche chaude de mars à juin).

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

2. Unité de zootechnie, Faculté universitaire des sciences agronomiques (FUSAGx), passage des Déportés, 2, 5030 Gembloux, Belgique

L'objectif de cette étude était d'évaluer les performances des pintadeaux de chair importés en conditions tropicales, lorsque ces oiseaux étaient nourris de manière rationnelle à partir de matières premières alimentaires disponibles localement. Le protocole expérimental a également été mis en place en vue d'étudier l'influence du niveau énergétique des aliments et de la saison sur les performances de cette espèce et d'analyser l'intérêt de cette production dans le contexte technico-économique actuel de l'Afrique de l'Ouest.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Deux expériences ont été conduites dans le centre expérimental de l'École nationale supérieure d'agriculture (ENSA) de Thiès. La première expérience s'est déroulée du 03/02/95 au 18/05/95, soit pendant 15 semaines en saison sèche froide puis chaude. La seconde expérience a débuté en saison des pluies et s'est déroulée du 8/9/95 au 23/12/96 jusqu'au début de la saison sèche froide, en suivant exactement le même protocole expérimental que celui utilisé pour la première expérience.

Lors de chaque expérience, un effectif de 198 pintadeaux de chair de type standard en provenance de France et âgés d'un jour ont été

élevés dans 6 parquets de 33 animaux. Trois types d'aliments ont été utilisés : démarrage du 1<sup>er</sup> au 28<sup>e</sup> jour, croissance du 29<sup>e</sup> au 56<sup>e</sup> jour et finition du 57<sup>e</sup> au 105<sup>e</sup> jour. Deux concentrations énergétiques (énergie métabolisable = EM) ont été expérimentées : aliments « basse énergie » (BE) contenant 2 550 kcal d'EM par kg et aliments « témoin » (T) contenant 2 800 kcal d'EM par kg. Tous les aliments ont été fabriqués à partir de ressources alimentaires locales, en veillant à assurer un apport optimal en protéines (2, 8, 14). Préparés sous forme de farine (mouture au moyen d'un broyeur à grille de 3 mm), les aliments T et BE ont été distribués *ad libitum* pendant toute la durée des expériences, à deux lots d'animaux, comprenant chacun 3 parquets (répétitions) de 33 pintadeaux.

Les compositions et les valeurs alimentaires des différents aliments sont fournies au tableau I. Pour chaque aliment, la composition centésimale a été optimisée au moyen du solveur Excel (version 7), en minimisant le prix et en ajustant rigoureusement les apports aux besoins fixés pour chaque lot et pour chaque période d'élevage. La composition chimique de base des aliments (matière organique, protéines brutes, fibres brutes, matières grasses) a été établie à partir d'analyses bromatologiques (3) effectuées au laboratoire de l'ENSA de Thiès. Les teneurs en acides aminés ont été déterminées par chromatographie liquide à haute performance

Tableau I

Composition centésimale et composition chimique, valeurs alimentaires et prix des aliments utilisés au cours des deux expériences

Aliments	Démarrage		Croissance		Finition	
	T	BE	T	BE	T	BE
<b>Composition centésimale</b>						
Maïs	-	-	-	-	25,00	20,00
Mil	25,83	33,55	35,93	38,69	44,15	55,09
Sorgho	20,00	20,00	20,00	20,00	-	-
Tourteau d'arachide	26,00	22,23	17,47	23,20	11,23	7,74
Farine de poisson	8,00	7,99	7,27	-	-	-
Son de riz	12,00	12,00	12,00	12,00	11,50	12,00
Carbonate de calcium	0,88	0,74	0,74	0,72	0,70	0,65
Phosphate tricalcique	1,04	0,67	0,68	1,50	1,47	1,36
Huile d'arachide	5,00	1,84	5,00	2,70	5,00	2,20
Lysine	0,60	0,34	0,22	0,41	0,27	0,29
Méthionine	0,17	0,10	0,16	0,24	0,01	0,13
CMV	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composition chimique et valeur alimentaire</b>						
Matière organique (%)*	92,56	91,68	92,27	91,70	91,42	92,22
Protéines brutes (P en %)*	22,39	22,11	20,60	20,10	14,60	14,43
Lysine (%)*	1,51	1,22	1,00	0,94	0,66	0,64
Acides aminés soufrés (%)*	1,00	0,84	0,74	0,69	0,65	0,68
Matières grasses (%)*	5,45	3,57	5,63	4,50	5,33	3,13
Fibres brutes (%)*	12,28	14,42	13,13	14,41	12,82	15,52
Energie métabolisable (E en kcal/kg)**	2 800	2 550	2 800	2 550	2 800	2 550
E/P**	125	115	136	127	192	177
Ca (%)**	1,19	1,0	0,96	0,90	0,86	0,80
P disponible (%)**	0,46	0,39	0,37	0,35	0,30	0,32

T : témoin ; BE : basse énergie ; CMV : concentré minéral vitaminé  
\* résultat d'analyse ; \*\* valeur calculée

(HPLC, méthode Pico-Tag, Waters) à l'Unité de zootechnie de la Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. La composition minérale des aliments a été estimée à partir des tables de l'INRA (11). La valeur énergétique des différents aliments a été calculée à l'aide des équations fournies par Larbier et Leclercq (13).

En période de démarrage (du 1<sup>er</sup> au 28<sup>e</sup> jour), les animaux ont été élevés en claustration au sol et sans litière dans un poulailler fermé et aéré au moyen d'ouvertures latérales (10 sujets par m<sup>2</sup>). La température a été maintenue entre 34 et 37 °C au niveau des oiseaux, en utilisant des lampes chauffantes. A l'issue de cette période, les animaux ont été élevés jusqu'à l'âge de 15 semaines dans une pintadière disposant d'un parcours extérieur. La densité était de 2,5 sujets par m<sup>2</sup> pour l'ensemble de la superficie mise à leur disposition.

La consommation de nourriture a été évaluée grâce à des pesées journalières des quantités d'aliments distribués et refusés. Une prophylaxie contre la maladie de Newcastle a été instaurée aux jours 1 (HB1) et 21 (Lasota). Les pintadeaux ont été pesés le matin à jeun, le jour de leur arrivée à l'ENSA (1 jour de jeûne), puis aux âges de 4, 8 et 15 semaines (18 h de jeûne). Pendant les deux expériences, les températures journalières extrêmes ont été enregistrées au moyen d'un thermomètre à maxima et minima.

Les données concernant les poids vifs, les consommations et les indices de consommation ont été interprétées au moyen d'une analyse de la variance à deux facteurs : les régimes (n = 2) et les périodes climatiques (n = 2).

A titre indicatif, des résultats économiques ont été évalués pour chaque lot à partir des coûts réels en vigueur dans les exploitations avicoles de la région de Thiès. Les paramètres qui ont été utilisés pour établir ces bilans étaient basés sur les éléments ci-après : amortissement des bâtiments d'élevage sur une période de 10 ans, avec 3 bandes de pintadeaux élevés par an ; matériel d'élevage amorti en 3 ans ; main-d'œuvre comptabilisée à raison de 2 h par jour pour un effectif de 200 sujets avec un coût horaire de 171 FCFA ; frais généraux évalués à 5 p. 100 des charges fixes.

## ■ RESULTATS

Les températures enregistrées dans les bâtiments d'élevage ont fortement varié selon les saisons. En saison sèche, les températures journalières minimales et maximales moyennes ont été respectivement de 20,5 et 33,5 °C. En saison des pluies, la moyenne des maxima a atteint 36,3 °C et celle des minima 26,1 °C. Dans la région de Thiès, l'humidité relative de l'air a varié entre 60 et 75 p. 100 en saison sèche et a oscillé entre 80 et 90 p. 100 en saison des pluies.

Les performances pondérales, la consommation d'aliments et les indices de consommation observés aux cours des deux expériences sont présentés au tableau II. Aucune mortalité n'a été enregistrée au cours des deux expériences. L'analyse de la variance (tableau III) a révélé une différence significative entre les périodes climatiques

Tableau II

Poids vifs à différents âges, consommation d'aliments et indices de consommation des pintadeaux pendant les deux expériences (moyenne ± écart-type)

Saison	Saison sèche		Saison pluvieuse	
	BE	T	BE	T
<b>Aliments</b>				
<b>Poids vifs (g)</b>				
1 jour	30 ± 2,5 <sup>a</sup>	30 ± 2,9 <sup>a</sup>	25 ± 2,2 <sup>b</sup>	25 ± 2,3 <sup>b</sup>
4 semaines	370 ± 59,3 <sup>a</sup>	392 ± 56,3 <sup>b</sup>	252 ± 64,8 <sup>c</sup>	281 ± 59,3 <sup>d</sup>
8 semaines	798 ± 97,5 <sup>a</sup>	985 ± 102,4 <sup>b</sup>	635 ± 154,8 <sup>c</sup>	776 ± 178,9 <sup>a</sup>
15 semaines	1 393 ± 180,8 <sup>a</sup>	1 805 ± 203,9 <sup>b</sup>	1 119 ± 274,0 <sup>c</sup>	1 317 ± 260,2 <sup>a</sup>
Moyenne à 15 semaines	1 559 ± 384,7 <sup>a</sup>		1 218 ± 267,1 <sup>b</sup>	
<b>Consommation d'aliments (g/jour)</b>				
0-4 semaines	31 ± 0,5 <sup>a</sup>	32 ± 1,0 <sup>a</sup>	24 ± 0,2 <sup>b</sup>	25 ± 0,6 <sup>b</sup>
5-8 semaines	66 ± 1,2 <sup>a</sup>	85 ± 5,2 <sup>b</sup>	52 ± 1,2 <sup>c</sup>	64 ± 6,3 <sup>ac</sup>
9-15 semaines	68 ± 6,9 <sup>a</sup>	96 ± 1,1 <sup>b</sup>	84 ± 7,8 <sup>b</sup>	95 ± 2,7 <sup>b</sup>
0-15 semaines	58 ± 3,5 <sup>a</sup>	76 ± 1,8 <sup>b</sup>	59 ± 4,5 <sup>a</sup>	67 ± 2,2 <sup>c</sup>
Moyenne (0-15 semaines)	67 ± 10,4 <sup>a</sup>		63 ± 5,4 <sup>a</sup>	
<b>Indices de consommation</b>				
0-4 semaines	2,6 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,5 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,10 <sup>b</sup>	2,8 ± 0,17 <sup>ab</sup>
5-8 semaines	4,4 ± 0,16 <sup>a</sup>	4,0 ± 0,27 <sup>ab</sup>	3,6 ± 0,29 <sup>b</sup>	3,6 ± 0,33 <sup>b</sup>
9-15 semaines	5,6 ± 0,58 <sup>a</sup>	5,8 ± 0,86 <sup>a</sup>	7,4 ± 0,66 <sup>b</sup>	8,6 ± 0,70 <sup>c</sup>
0-15 semaines	4,5 ± 0,28 <sup>a</sup>	4,5 ± 0,39 <sup>a</sup>	5,3 ± 0,36 <sup>b</sup>	5,4 ± 0,19 <sup>b</sup>
Moyenne (0-15 semaines)	4,5 ± 0,30 <sup>a</sup>		5,3 ± 0,22 <sup>b</sup>	

Les moyennes situées sur la même ligne et ayant en exposant des lettres différentes sont significativement différentes  
BE : basse énergie ; T : témoin

Tableau III

Résultats de l'analyse de la variance sur les principales variables de l'expérience

Variables étudiées	Degrés de liberté	Signification
<b>Poids vif à 15 semaines (g)</b>		
Périodes climatiques	1	**
Aliments	1	**
Interaction	1	NS
Erreur	128	
Total	131	
<b>Consommation d'aliments (g/j)</b>		
Périodes climatiques	1	*
Aliments	1	*
Interaction	1	NS
Erreur	8	
Total	11	
<b>Indices de consommation (0-15 semaines)</b>		
Périodes climatiques	1	*
Aliments	1	NS
Interaction	1	NS
Erreur	8	
Total	11	

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

et les régimes pour tous les paramètres étudiés, excepté pour l'indice de consommation (différence non significative entre les régimes). Aucune interaction significative n'est apparue entre les facteurs saison et régime.

Le tableau II montre que la période expérimentale a très significativement influencé la croissance des pintadeaux. A l'issue du démarrage, les performances ont été systématiquement plus faibles en saison des pluies, quel que soit le lot d'animaux considéré. A l'âge de 15 semaines, les pintadeaux pesaient en moyenne pour les deux lots 1 559 g lors de la première expérience (saison sèche) et seulement 1 218 g lors de la seconde (saison des pluies). Le tableau II indique également que la concentration énergétique des régimes a joué un rôle très significatif sur les performances pondérales. Les poids vifs ont été systématiquement supérieurs avec le régime T au cours des deux périodes climatiques. Cependant, les différences de poids observées entre les régimes à l'âge de 15 semaines ont varié en fonction des saisons : + 412 g pour le lot T pendant la saison sèche et seulement + 198 g pour ce même lot pendant la saison des pluies. A 15 semaines, les pintadeaux recevant le régime T pendant la saison pluvieuse ont atteint le même poids que ceux consommant l'aliment BE en saison sèche.

Le tableau II montre enfin que les indices de consommation établis sur la période 0-15 semaines ont été identiques pour les deux régimes, car les consommations ont été systématiquement et significativement plus élevées pour le lot T qui a assuré les meilleurs gains de poids. En saison des pluies, l'indice de consommation moyen pour les deux lots a toutefois été significativement plus

élevé, soit 5,3 en saison pluvieuse et 4,5 en saison sèche. L'examen attentif du tableau II montre clairement que c'est pendant les six dernières semaines d'élevage que l'indice de consommation a fortement augmenté dans les deux lots en saison pluvieuse.

Le prix du kg de poids vif obtenu lors de la vente des animaux a été de 1 600 FCFA (1 FCFA = 0,01 FF), ce qui correspond à 2 000 FCFA par kg de carcasse, pour un rendement à l'abattage de 80 p. 100 (tête incluse). En saison sèche, les performances pondérales nettement plus élevées du lot T ont permis de réaliser une marge brute de 304 FCFA par sujet, contre 13 FCFA seulement pour le lot BE. En saison pluvieuse, les pertes ont été supérieures à 300 FCFA par sujet pour les deux régimes.

## ■ DISCUSSION

Toute l'étude a été réalisée au moyen du même type de pintades provenant de la même origine. Par ailleurs, des aliments de même composition ont été distribués pendant les deux expériences au cours desquelles aucune maladie n'a été observée. Par conséquent, les différences enregistrées entre la saison sèche et la saison des pluies peuvent être attribuées à un effet climatique. Ce résultat confirme d'ailleurs ceux cités par Hastings Belshaw (10) en ce qui concerne l'effet néfaste d'une température ambiante élevée sur les performances des pintadeaux, surtout si la chaleur est associée à une forte hygrométrie.

Les poids moyens obtenus à 15 semaines d'âge en saison sèche avec la provende témoin (1,8 kg) sont proches des performances moyennes enregistrées en Europe (7, 14) ; ce qui n'est pas le cas en saison des pluies (1,3 kg à 15 semaines). Ceci montre donc qu'il est possible d'atteindre des gains de poids intéressants en conditions tropicales, lorsque la température journalière oscille entre 20 et 33 °C (saison sèche dans le cas de cette expérience). En ce qui concerne les différences de poids vifs observées entre les régimes, plusieurs auteurs (12, 14) considèrent que la croissance des pintadeaux élevés en conditions tempérées est nettement moins sensible que celle du poulet de chair à une variation de la concentration énergétique des aliments, du moins lorsque celle-ci diminue de 3 250 à 2 950 kcal par kg d'aliment. Les résultats de cette étude indiquent toutefois qu'en dessous de 3 000 kcal d'EM par kg, le niveau énergétique des aliments influence fortement les performances pondérales en régions tropicales. La différence entre régimes est cependant nettement plus faible lors de périodes de stress thermique.

Les indices de consommation établis en saison sèche pour les deux régimes (4,5) sont nettement plus élevés que ceux que l'on obtient généralement en Europe, soit 2,8 à 3,3 avec un aliment dosant 3 100 kcal d'EM par kg (12, 14). En saison des pluies, ils ont en outre fortement augmenté en période de finition (7,4 pour l'aliment BE et 8,6 pour l'aliment T). Ces indices se situent toutefois dans les normes si on les compare à ceux observés lors d'études antérieures en régions tropicales (2, 6, 15). Les faibles niveaux énergétiques des aliments (2 800 et 2 550 kcal d'EM par kg) sont sans doute en partie responsables des indices de consommation enregistrés au cours de cette étude. A partir des matières premières locales disponibles au Sénégal au moment des expériences, il n'a cependant pas été possible de dépasser 2 800 kcal d'EM par kg d'aliment. Pour atteindre cette concentration énergétique, il a d'ailleurs fallu utiliser de l'huile d'arachide, ce qui s'est répercuté sur le prix de revient des aliments (voir les différences de prix entre les aliments T et BE au tableau I).

Plusieurs études montrent aussi que l'indice de consommation augmente lorsque la teneur en protéines des aliments n'est pas optimale (1, 2, 8). Les teneurs en protéines des aliments utilisés en

périodes de démarrage et de croissance correspondent bien aux recommandations de la littérature (1, 2, 8). En période de finition, les auteurs ont cependant opté pour des teneurs en protéines intermédiaires entre les recommandations de Blum et coll. (8) ou Agwunobi et Ekpenyong (2), soit 16 p. 100 pour un aliment contenant 3 000 kcal/kg, et celles préconisées par l'INRA (11) ou Le Coz-Douin (14), soit 12,8 p. 100 pour un aliment dosant 2 800 kcal par kg. Par ailleurs, la nourriture en acides aminés des aliments qui ont été utilisés lors des trois périodes d'élevage correspond à celle utilisée par Le Coz-Douin (14) et aux normes de l'INRA (11). Les augmentations des indices de consommation enregistrées en finition semblent donc indiquer qu'une teneur de 14 à 15 p. 100 de protéines dans les aliments n'est pas suffisante pendant cette période. Ceci pourrait peut-être s'expliquer par le fait que les protéines des matières premières utilisées sont peu digestibles. A ce propos, la moindre consommation du lot BE par rapport au lot T est d'ailleurs assez surprenante. Il se pourrait que la faible digestibilité des protéines ait provoqué une subcarence en certains acides aminés chez ce lot. Toutefois, un dépassement de la capacité d'ingestion chez ces animaux n'est pas à exclure. Il en est de même pour une subcarence en phosphore. Il convient aussi de noter qu'en saison des pluies les indices ont été significativement plus élevés pour le lot T, malgré la plus grande concentration énergétique du régime témoin. Ceci peut probablement s'expliquer par le fait que le rapport énergie (E)-protéines brutes (P) de l'aliment témoin (E/P = 192) était supérieur, donc moins favorable que celui de l'aliment « basse énergie » (E/P = 177). Une teneur élevée en protéines suffisamment digestibles dans les régimes semble donc particulièrement importante en saison des pluies, car les indices de consommation ont davantage augmenté en finition au cours de la seconde expérience.

Enfin, la pintade est bien connue comme étant un animal qui gaspille de la nourriture (5). Le gaspillage d'aliments pourrait aussi être évoqué pour expliquer les indices de consommation qui ont été enregistrés, étant donné que les aliments étaient distribués sous forme farineuse dans des mangeoires de type linéaire. Les pertes d'aliments ont toutefois été très limitées, car les mangeoires étaient toujours très peu remplies : deux mangeoires linéaires ont été disposées dans chaque lot de 33 sujets et la nourriture a été distribuée deux fois par jour. Une solution pour limiter les gaspillages de nourriture aurait évidemment été d'utiliser des aliments granulés, mais cette opération aurait encore augmenté le prix de revient des aliments.

La pathologie des pintades est généralement dominée par le parasitisme, qui est particulièrement fréquent pendant les six premières semaines de vie (4, 9). En moyenne, des taux de mortalité de l'ordre de 3,5 à 6 p. 100 sont couramment observés dans les élevages intensifiés (12, 14). Etant donné qu'aucune mortalité n'a été observée au cours de ces expériences, ce résultat montre que le milieu expérimental était relativement sain. Il souligne cependant aussi la rusticité et la faculté de résistance de la pintade aux troubles infectieux, car ceux-ci sont particulièrement fréquents en saison humide dans les régions tropicales (7). Par contre, les auteurs ont pu vérifier que la pintade est un animal très craintif (5). Au cours de la seconde expérience, un ou deux animaux dans chaque lot ont dû être isolés pendant un certain temps, car ils étaient attaqués par leurs congénères. Une solution aurait sans doute été de débécquer les pintadeaux pour prévenir le risque de cannibalisme. Ce procédé ne semble pas entraîner de baisse des performances lorsqu'il est pratiqué entre 7 et 70 jours d'âge (1).

Le prix de revient des pintadeaux, évalué lors de ces expériences, était relativement élevé (2 200 à 2 600 FCFA par sujet). Il est en effet établi que le coût de production du kg de pintadeau est toujours supérieur à celui du poulet de chair car, même si elle

consomme moins d'aliment que la poule (1), la pintade est un mauvais transformateur (4). Le prix des pintadeaux d'un jour explique aussi les faibles marges réalisées. La demande étant rare et limitée, les arrivages de pintadeaux d'un jour sont peu fréquents au Sénégal. Ces animaux importés en petites quantités présentent par conséquent un coût d'acquisition excessif qui a représenté environ 25 p. 100 du prix de revient du pintadeau fini. C'est pourquoi les résultats économiques ont été présentés à titre indicatif. Ils auraient sans aucun doute été différents si cette production était davantage développée. Il faut en outre souligner qu'un prix très attractif a été adopté lors de la vente des animaux pour promouvoir la consommation de pintadeaux, car cette production n'est pas développée au Sénégal.

## ■ CONCLUSION

Les conditions climatiques influencent fortement la croissance des pintadeaux de chair en régions tropicales, avec une très nette incidence sur la rentabilité de la production. Lors de conditions climatiques favorables, le niveau énergétique des aliments doit être élevé (2 800 kcal par kg d'aliment au moins). En périodes humides et de fortes chaleurs, il peut toutefois être ajusté en fonction du prix des matières premières énergétiques entrant dans la composition des aliments pour maximiser la rentabilité de la production. Quelle que soit la saison, il faut cependant veiller à des apports suffisants en protéines.

Cette première expérience souligne également la nécessité de recherches complémentaires visant à mieux définir les facteurs limitants de l'élevage de la pintade en conditions tropicales et à diminuer son coût en vue d'intégrer cette production dans les petites exploitations agricoles sénégalaises.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet de coopération belgo-sénégalaise intitulé Appui au Département des productions animales à l'École nationale supérieure d'agriculture de Thiès (Sénégal). Les auteurs remercient l'Administrateur général de la Coopération au développement en Belgique et le Directeur de l'ENSA qui soutiennent le projet et la réalisation des travaux scientifiques.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AGWUNOBI L.N., EKPENYONG T.E., 1990. Nutritive and economic value of guinea-fowl (*Numida meleagris*) production in developing countries. *J. Sci. Food Agric.*, **52**: 301-308.
2. AGWUNOBI L.N., EKPENYONG T.E., 1991. Protein and energy requirements for starting and finishing broiler guinea-fowl (*Numida meleagris*) in the tropics. *J. Sci. Food Agric.*, **55**: 207-213.
3. AOAC, 1984. Official methods of analysis, 15th ed. Washington DC, USA, Association of Official Analytical Chemists, p. 69-88.
4. AYENI J.S.O., 1980. The biology and utilization of the helmeted guinea-fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas) in Nigeria. PhD Thesis, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, 345 p.
5. AYENI J.S.O., 1983. Studies of grey breasted helmet guinea-fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas) in Nigeria. *World's Poult. Sci. J.*, **39**: 143-151.
6. AYORINDE K.L., AYENI, J.S.O., 1987. Effect of management systems on the fattening of indigenous pearl guinea-fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas) in Nigeria. *Trop. Agric. (Trinidad)*, **64**: 185-187.

7. BATIOU B., 1992. Etat des connaissances occidentales permettant l'amélioration de la production de pintade en Afrique de l'Ouest. In : Compte rendu de l'atelier organisé sur le développement de la pintade en régions sèches africaines, Ouagadougou, Burkina Faso, 19-23 octobre 1992, tome 1. Rome, Italie, FAO, p. 16-29.
8. BLUM J.C., GUILLAUME J., LECLERCQ B., 1975. Studies of the energy and protein requirements of the growing guinea-fowl. *Br. Poult. Sci.*, **16**: 157-168.
9. CAUCHARD J.C., 1971. La pintade (*Numida meleagris*). Paris, France, Editions Henri Peladan, 215 p.
10. HASTINGS BELSHAW R.H., 1985. Guinea-fowl of the world. Liss, United Kindom, Nimrod Book Services, p. 128-129.
11. INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles, 2<sup>e</sup> éd. Paris, France, INRA, 282 p.
12. KOEHL P.F., 1988. Performances techniques et coûts de production obtenus en pintade. In : La filière volailles de chair. Journées nationales avicoles, Rennes, France, 26 octobre 1988. Paris, France, Institut technique de l'aviculture des productions de basse-cour et des élevages de petits animaux, p. X1-X9.
13. LARBIER M., LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris, France, INRA Editions, 355 p.
14. LE COZ-DOUIN J., 1992. L'élevage de la pintade. Maisons-Alfort, France, Le Point Vétérinaire, 252 p. (Coll. Elevage)
15. OGUNTONA T., MUSA R., ZUBAIR A.K., 1988. Research note: effects of beak trimming at different ages on the body weight and feed conversion of guinea-fowl (*Numida meleagris*). *Poult. Sci.*, **67**: 141-144.

Reçu le 20.5.97, accepté le 24.2.98

## Summary

**Dehoux J.-P., Buldgen A., Dacht P., Dieng A.** Effect of season and diet energy content on the growth performance of guinea fowl (*Numida meleagris*) in a tropical area

Two growth experiments involving guinea fowls were carried out for 15 weeks in Senegal. The first experiment was performed during the dry season with 198 young birds divided into 2 groups subdivided into 3 replicates of 33 animals. During the starting, growing and finishing periods, the groups were fed two diets: 2550 kcal/kg for the "low energy" diet (LE) and 2800 kcal/kg for the "control" diet (C). The second experiment was conducted during the rainy season following an identical experimental design. During the dry season, the C group mean liveweight was 1805 g at 15 weeks, and was significantly lower for the LE group with a 412 g difference between the two diets. During the rainy season, mean liveweights at 15 weeks were significantly lower: - 488 g and - 274 g for the C and LE groups, respectively, compared to performances recorded during the dry season. The liveweight difference between C and LE groups was significant during that season, but amounted to 198 g only. Feed intake was significantly higher in the C group during both seasons (18 and 8 g/day differences during the dry and rainy seasons, respectively). No significant difference was noted between the two groups concerning the feed conversion ratio, which, however, increased significantly during the rainy season (5.3 vs. 4.5 during the dry season). No death was observed during both experiments.

**Key words:** Guinea fowl - Growth - Energy value - Season - Senegal.

## Resumen

**Dehoux J.-P., Buldgen A., Dacht P., Dieng A.** Influencia de la estación y de la concentración energética del alimento sobre los rendimientos de crecimiento de los pollos de pintada (*Numida meleagris*) en región tropical

Se realizaron dos experimentos de crecimiento en pollos de pintada de carne, durante 15 semanas, en Senegal. El primer experimento fue llevado a cabo durante la estación seca, con 198 pollos de pintada, distribuidos en 2 lotes, cada uno subdividido en 3 repeticiones de 33 animales. Durante los períodos de inicio, de crecimiento y de terminado, los lotes fueron alimentados con dos tipos de alimentos: 2 550 kcal/kg para los alimentos «base energética» (BE) y 2 800 kcal/kg para los alimentos «testigo» (T). El segundo experimento se llevó a cabo durante la estación lluviosa, según un protocolo experimental idéntico. Durante la estación seca, el peso vivo medio a 15 semanas de 1 805 g para el lote T, fue significativamente más bajo para el lote BE, con una diferencia de 412 g entre los dos regímenes. Durante la estación lluviosa, los pesos vivos medios a 15 semanas fueron significativamente inferiores: - 488 y - 274 g respectivamente, para los lotes T y BE, en comparación con los rendimientos registrados durante la estación seca. La diferencia del peso vivo registrada entre los regímenes T y BE fue significativa durante esta estación, pero llegó únicamente a 198 g. El consumo de alimentos se significativamente más elevado para el lote T durante las dos estaciones (diferencia de 18 g por día durante la estación seca y de 8 g por día durante la estación lluviosa). Según el índice de consumo, no se demostró ninguna diferencia significativa entre los dos lotes, pero este fue significativamente más elevado durante la estación lluviosa (5,3 contra 4,5 durante la estación seca). No se observó mortalidad durante ninguno de los dos experimentos.

**Palabras clave:** Gallina de guinea - Crecimiento - Valor energético - Estación del año - Senegal.

# Influence de la hauteur et du rythme de coupe sur la survie et la production fourragère de *Cajanus cajan* CIAT 18 700

Bodji N.C. <sup>1</sup>

## Mots-clés

*Cajanus cajan* CIAT 18 700 - Hauteur - Fréquence de récolte - Biomasse - Repousse - Mortalité - Survie - Saison - Côte d'Ivoire.

## Résumé

Trois niveaux de coupe (50, 75 et 100 cm du sol) et l'exploitation des repousses à 4, 8 et 12 semaines d'âge en saison des pluies, ainsi qu'à 6 et 12 semaines en saison sèche, ont été testés sur une culture de *Cajanus cajan*. Cette expérimentation a permis de prouver l'influence de la hauteur de coupe et du rythme d'exploitation sur la biomasse foliaire de cette espèce ligneuse d'une part et sur la survie de la culture d'autre part. En saison des pluies, les rendements en matière sèche obtenus avec l'exploitation des repousses à 75 et 100 cm du sol étaient équivalents ( $p > 0,05$ ). Toutefois, ils étaient supérieurs à ceux enregistrés avec la coupe à 50 cm ( $p < 0,05$ ). En outre, la quantité de matière sèche des repousses de 8 semaines était plus élevée que celle à 4 et 12 semaines ( $p < 0,001$ ) : l'estimation du rendement des repousses de 12 semaines a coïncidé avec le développement des organes de reproduction (fleurs et fruits) de la plante qui s'est accompagné d'une importante chute de feuilles. En saison sèche, le maximum de rendement en matière sèche a été obtenu à 12 semaines pour la coupe à hauteur de 100 cm du sol (en moyenne  $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Cette valeur était nettement inférieure à celle de la saison des pluies ( $3,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Par ailleurs, l'exploitation de *Cajanus cajan* à hauteur de 50 cm du sol a entraîné une mortalité élevée (25 p. 100). Une bonne survie de la culture de *Cajanus cajan* CIAT 18 700 a été constatée lorsque la coupe était faite à 75 ou 100 cm (respectivement 4 et 9 p. 100 de plants morts seulement).

## ■ INTRODUCTION

L'utilisation des fourrages ligneux spontanés en alimentation animale est assez répandue en Côte d'Ivoire (3, 5). Ce type de fourrage fait même l'objet d'un commerce intense sur les marchés à bétail (ovins et caprins) des grands centres urbains du pays, notamment à Bouaké (2, 3).

La détermination des modalités d'exploitation des ligneux reste une préoccupation majeure pour une intégration de cette source d'aliments dans les systèmes fourragers au niveau des fermiers. L'exploitation des fourrages ligneux se fait généralement par coupe ; celle-ci, à moins qu'elle ne soit soigneusement dirigée, affaiblira puis tuera les arbres (12). Ainsi, au cours de l'expérimentation multilocale initiée par le Réseau sur les aliments du bétail en Afrique occidentale et centrale (RABAOC), certaines espèces ligneuses soumises à des coupes à une hauteur de 30 cm du sol, trois mois après leur mise en place, ont disparu au terme d'une année d'ex-

ploitation (1). Ce fut le cas de *Codariocalyx giroides*, *Desmodium velutinum* et *Cajanus cajan*. Cette dernière est une légumineuse arbustive, utilisée pour la complémentation des ovins, surtout en saison sèche. Elle est aussi cultivée pour ses graines dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire. Les populations de cette région, en l'occurrence les Koulango et les Abrons, en l'associant à la culture de l'igname, l'utilisent comme aliment de soudure (11). *Cajanus cajan* est par ailleurs utilisée comme plante améliorante des jachères, en agroforesterie en Zambie (4) et même pour la reconstitution des pâturages dans les îles du Cap-Vert (10). En outre, l'effet le plus remarquable de *Cajanus cajan* est qu'il constitue un antagonisme au développement d'*Imperata cylindrica* (11).

Aussi l'auteur a-t-il voulu déterminer, au travers de cette expérimentation, la hauteur et le rythme d'exploitation garantissant la survie et une production fourragère optimale d'une culture de *Cajanus cajan*. Elle permettra une meilleure gestion de cette source de fourrage dans le cadre de l'amélioration des conditions d'alimentation des ruminants domestiques, surtout en saison sèche, et également dans la lutte contre l'envahissement des jachères par *Imperata cylindrica*, ainsi que la restauration de la fertilité des sols.

1. Département des Ressources Animales, Institut des Savanes, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

## ■ MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été réalisée en mai 1991 sur un sol ferrallitique moyennement désaturé au Département des ressources animales (DRA) de l'Institut des savanes (IDESSA) à Bouaké. Ce travail a été réalisé à Bouaké, en situation de climat sud-soudanien, dont la pluviométrie moyenne (1985-1991) était de 1 161 mm.

### Matériel végétal

La variété CIAT 18 700 de *Cajanus cajan* utilisée pour l'expérimentation avait une teneur élevée en matières azotées totales. A l'installation, elle a présenté une forte croissance comparée à *Leucaena leucocephala* (1). C'est une espèce pluri-annuelle, pouvant atteindre 3 à 4 m de hauteur ; cette variété est similaire au type cultivé par les paysans du Nord-Est, avec un haut potentiel de production grainière (1).

### Dispositif expérimental

Le dispositif était un *split-plot* avec trois répétitions. Le facteur principal était la hauteur de coupe, avec trois niveaux (50, 75 et 100 cm de haut). Le rythme de coupe représentait le facteur secondaire, matérialisé par les coupes à 4, 8 et 12 semaines en saison des pluies d'une part et à 6 et 12 semaines en saison sèche d'autre part. La parcelle élémentaire correspondant à chaque niveau de coupe avait une superficie de 20 m<sup>2</sup> (8 x 2,5 m). Les plants ont été installés avec un écartement de 0,5 m en tous sens, soit une densité de 4 plants par mètre carré.

La parcelle élémentaire a été subdivisée en trois sous-parcelles correspondant aux rythmes de coupe (4, 8 et 12 semaines) en saison des pluies. Ainsi dans chaque sous-parcelle, 20 plants (2 x 10 plants/ligne) étaient concernés par les mesures.

En saison sèche, la parcelle élémentaire a été subdivisée en deux pour matérialiser les coupes à 6 et 12 semaines, avec 30 plants ayant fait l'objet de prélèvements par sous-parcelle.

### Méthodes

Une coupe d'égalisation à 100, 75 et 50 cm a eu lieu trois mois après la mise en place de l'essai (fin juillet 1991). L'estimation de la biomasse a été faite sur les seules repousses de 4, 8, et 12 semaines d'âge, au cours de la période de précipitations maximales (août-octobre 1991). En saison sèche, après une autre coupe d'égalisation (fin novembre 1991), deux exploitations ont été effectuées sur des repousses de 6 et 12 semaines d'âge (janvier-mars 1992). La teneur en matière sèche de la biomasse foliaire a été déterminée sur des sous-échantillons de 500 g étuvés à 70 °C pendant 48 h.

Pour évaluer la survie de la culture, le nombre de plants vivants des sous-parcelles correspondant aux rythmes d'exploitation (4, 8 et 12 semaines) a été noté après la première coupe d'égalisation. Au cours de l'exploitation de saison sèche (mois de mars 1992), les plants morts ont été dénombrés au niveau des différentes sous-parcelles. Cela a permis d'estimer le taux de mortalité, en tenant compte du nombre de plants vivants lors de la première coupe d'égalisation.

Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse de variance à l'aide du logiciel STAT-ITCF. En cas de différence significative entre traitements, les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Newman et Keuls.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

### Production de matière sèche

Les rendements obtenus sont représentés dans la figure 1 pour les repousses à 4, 8 et 12 semaines. La production de matière sèche a augmenté avec l'âge des repousses (4 et 8 semaines). Une chute de rendement a été observée à 12 semaines. Cette situation est liée au fait que les mesures à 12 semaines ont coïncidé avec la période de floraison et de fructification (novembre) qui entraîne une importante défeuillaison de la plante (*Cajanus cajan*). Néanmoins, la valeur enregistrée était plus élevée que celle à 4 semaines. Les différences observées sont hautement significatives ( $p < 0,001$ ). Les rendements de la première coupe des repousses montrent que les meilleurs résultats étaient ceux à 8, puis à 12 et enfin à 4 semaines.

La valeur moyenne de l'ordre de 5,5 t de M.S.ha<sup>-1</sup>, obtenue à 8 semaines pour les exploitations à 75 et 100 cm du sol, était légèrement supérieure aux 4,8 t.ha<sup>-1</sup> de matière sèche enregistrée avec *Cajanus cajan* en Zambie (4).

Les rendements obtenus sur les repousses de 6 et 12 semaines en saison sèche sont présentés dans la figure 2. Les meilleures valeurs étaient celles des repousses de 12 semaines d'âge, surtout pour la coupe à hauteur de 100 cm du sol.

Ces valeurs étaient néanmoins comprises entre 350 et 400 kg de MS.ha<sup>-1</sup> et donc nettement plus faibles que celles enregistrées en saison des pluies (en moyenne 3,5 t de MS.ha<sup>-1</sup>). Toutefois, cette production fourragère de saison sèche peut être un bon complément azoté aux fourrages grossiers disponibles en cette période.

Par ailleurs, le rendement enregistré pour les repousses de 6 semaines exploitées à 100 cm du sol était faible par rapport à celles de 75 et 50 cm. Ceci pouvait être lié, au cours de cette période, au dessèchement à cette hauteur-là d'un grand nombre de branchettes qui n'ont donc pas contribué à la production foliaire, contrairement à celles situées plus bas.

Dans tous les cas, les rendements moyens obtenus pour les traitements (hauteur de coupe) étaient variables et statistiquement différents ( $p < 0,05$ ). Il n'y avait pas d'interaction entre la hauteur de coupe et le rythme de coupe ( $p > 0,05$ ) en saison des pluies. Par

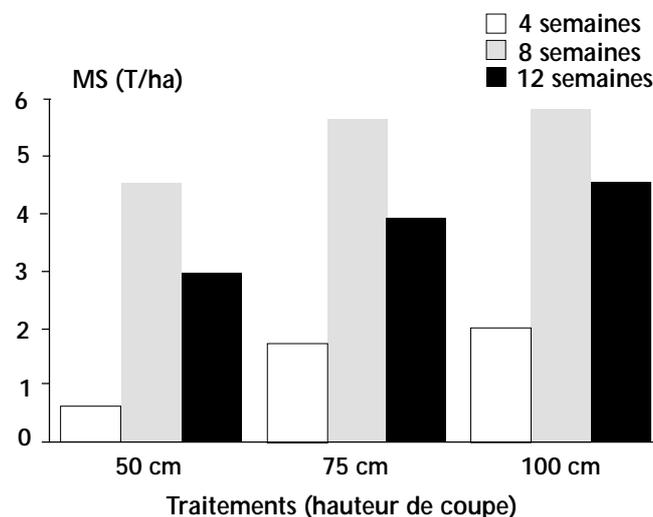


Figure 1 : quantité de matière sèche produite par *Cajanus cajan* en fonction de la hauteur et du rythme de coupe en saison des pluies.

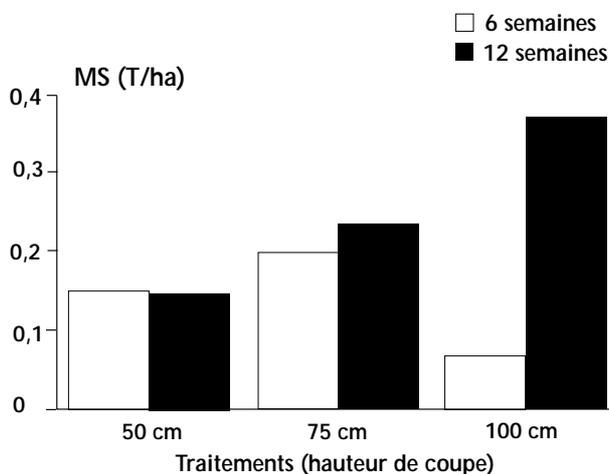


Figure 2 : quantité de matière sèche produite par *Cajanus cajan* en fonction de la hauteur et du rythme de coupe en saison sèche.

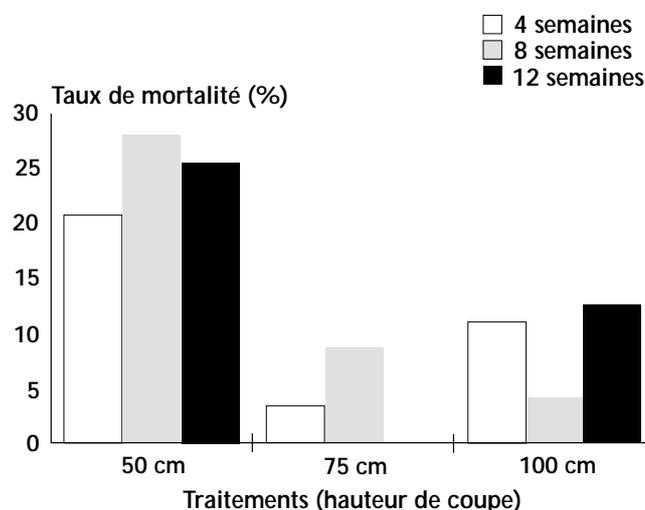


Figure 3 : évolution du taux de mortalité des plants de *Cajanus cajan* en fonction de la hauteur et du rythme de coupe.

contre en saison sèche, il y avait interaction entre la hauteur de coupe et le rythme de coupe ( $p < 0,05$ ). En effet, en saison des pluies, pour les différentes hauteurs de coupe (50, 75 et 100 cm du sol), les rendements étaient plus élevés pour les coupes à 8 semaines, ceux des exploitations à 12 semaines étant moins élevés mais supérieurs aux valeurs enregistrées à 4 semaines. Tandis qu'en saison sèche, les coupes à 75 et 100 cm du sol ont donné les rendements les plus élevés à 12 semaines d'âge, ceux obtenus à 6 semaines étant moins élevés. Quant aux valeurs enregistrées pour les exploitations à 6 et 12 semaines, à hauteur de 50 cm du sol, elles étaient presque identiques. La comparaison des rendements moyens des repousses exploitées à différentes hauteurs de coupe (50, 75 et 100 cm du sol), aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche, a révélé deux groupes homogènes : le premier groupe était représenté par les rendements des exploitations à 75 et 100 cm, avec des valeurs qui ne se séparaient pas mais supérieures à celles du second groupe représenté par les rendements des coupes à hauteur de 50 cm du sol. Cette situation s'expliquerait par l'existence d'une surface foliaire plus importante pour les coupes hautes (75 et 100 cm du sol). Cela permettrait une plus grande activité de photosynthèse, favorisant ainsi les repousses. De même, dans le cas de *Leucaena leucocephala*, on note une production de biomasse foliaire plus importante lorsque cette espèce est exploitée à 60 cm du sol plutôt qu'à 15, 30 ou 45 cm du sol (13). En Australie, chez la même espèce, la coupe à 120 cm du sol permettait d'obtenir des rendements en matière sèche plus élevés que ceux des coupes à 30 et 60 cm (8). Toutefois, chez *Sesbania sesban* var. *Nubica*, la coupe à 100 cm a induit une phytomasse plus importante que celles à 150 et 50 cm (6). Ces résultats montrent la nécessité d'une étude au cas par cas pour une meilleure gestion des arbres et arbustes fourragers, car la hauteur de coupe influence la biomasse arbustive (9).

### Taux de mortalité des plants

Les résultats présentés dans la figure 3 montrent que le pourcentage de plants morts était variable. La variation ne semblait cependant pas liée au rythme d'exploitation de la culture ( $p > 0,05$ ) mais plutôt à la hauteur de coupe : abstraction faite du rythme d'exploitation, des valeurs moyennes de 24, 4 et 9 p. 100 de plants morts ont été enregistrées respectivement pour les coupes à 50, 75 et 100 cm. Ces différences observées sont hautement significatives ( $p < 0,01$ ). Toutefois, aucune mortalité n'a été enregistrée pour la

coupe des repousses de 12 semaines à 75 cm de hauteur. Le taux de mortalité le plus bas a été enregistré chez les plants coupés à 75 cm du sol, observation en accord avec celle d'autres auteurs (7, 14). La valeur la plus élevée a concerné l'exploitation à 50 cm du sol, comme cela a déjà été rapporté (1). Bodji et Kouassi ont constaté que certaines espèces ligneuses spontanées, commercialisées sur le marché à bétail (ovins et caprins) de Bouaké, exploitées de façon anarchique, sans tenir compte de leur taille ni de leur phénologie, disparaissaient (2).

### CONCLUSION

Au cours de la période de précipitations maximales, l'exploitation devrait se faire sur les repousses de 8 semaines d'âge, indifféremment à 75 ou à 100 cm du sol. En saison sèche, étant donné les résultats obtenus, il serait préférable d'exploiter les repousses de 12 semaines d'âge à hauteur de 100 cm. L'exploitation de *Cajanus cajan* à une hauteur de 50 cm n'est pas envisageable si l'on veut garantir la survie de cette culture, mais celle-ci est assurée avec des exploitations à 75 cm ou plus.

L'intégration des espèces ligneuses dans les systèmes fourragers au niveau des petites exploitations implique des modes d'exploitations spécifiques à chaque espèce végétale et par conséquent des études particulières pour leur mise au point.

### BIBLIOGRAPHIE

- BODJI N.C., DOSSO M., 1991. Adaptabilité et productivité saisonnière de quelques plantes fourragères tropicales en zone centre (Bouaké). Résultats de première année d'exploitation. Bouaké, Côte d'Ivoire, IDESSA/DRA, 16 p.
- BODJI N.C., KOUASSI N.F., 1993. Impacts socio-économique et environnemental de la commercialisation des fourrages ligneux sur le marché à bétail (ovins et caprins) de Bouaké. Bouaké, Côte d'Ivoire, IDESSA/DRA, 10 p.
- BODJI N.C., N'GUESSAN A.A., 1989. Les fourrages ligneux utilisés pour l'affouragement des ovins et des caprins en Côte d'Ivoire : inventaire. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, p. 265-283. (Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 30)

4. BOEHRINGER A., CADWEL R., 1989. *Cajanus cajan* (L.) Millsp. as potential agroforestry component in the Eastern Province of Zambia. *Agrofor. Sys.*, **9**: 127-140.
5. BOUCHEL D., BODJI N.C., KOUAO B.J., 1992. Effet de la complémentation d'une ration de base de médiocre qualité par *Albizia zygia* sur le comportement alimentaire et la croissance d'ovins Djallonké. In : Stares J.E.S., Said A.N., Kategile J.A., eds., The complementary of feed resources for animal production in Africa. Proc. Joint feed resources networks workshop, Gaborone, Botswana, March 4-8, 1991. Addis-Abéba, Ethiopie, CIPEA, p. 113-126.
6. GALANG M.C., GUTTERIDGE R.C., SHELTON H.M., 1990. The effect of cutting height and frequency on the productivity of *Sesbania sesban* var. *Nubica* in a subtropical environment. *Nitrogen Fixing Tree Res. Rep.*, **8**: 161-164.
7. GUTTERIDGE R.C., 1994. The perennial *Sesbania* species. In: Gutteridge R.C., Shelton H.M. eds., Forage tree legumes agriculture. Queensland, Australia, CAB International, p. 49-64.
8. ISARASENNE A., SHELTON H.M., JONES R.M., 1984. Accumulation of edible forage of *Leucaena leucocephala* cv. *Peru* over late summer and autumn for use as dry season feed. *Leucaena Res. Rep.*, **3**: 60-61.
9. IVORY D.A., 1989. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. In: Devandra C. ed., Shrubs and tree fodders for farm animals. Proc. Workshop, Denpasar, Indonesia, July 24-29, 1989, p. 22-38.
10. LEPAPE M.C., 1980. Aperçu sur les fourrages ligneux des îles du Cap-Vert. In : Le Houerou ed., Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Addis-Abéba, Ethiopie, CIPEA, p. 123-125.
11. NDABALISHYE I., 1995. Agriculture vivrière Ouest-africaine à travers le cas de la Côte d'Ivoire. Bouaké, Côte d'Ivoire, IDESSA, 383 p. (Monographie)
12. PELLEW R.A., 1980. Production et consommation du fourrage ligneux d'acacia et sa potentialité pour la production de protéines animales. In : Le Houerou ed., Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Addis-Abéba, Ethiopie, CIPEA, p. 221-229.
13. RAM PRASAD., 1987. Effect of cutting frequency and height of stubbles on the fodder and firewood production from su-babul (*Leucaena leucocephala*) plantation. *J. trop. For.*, **3**: 78-85.
14. Shevri as fodder crop, 1924. Bombay, India, Department of Land Records and Agriculture. (Bulletin No. 115)

Reçu le 11.9.95, accepté le 10.3.98

## Summary

**Bodji N.C.** Effect of cutting height and frequency on survival and forage productivity of *Cajanus cajan* CIAT 18 700

Three cutting heights (50, 75 and 100 cm above soil level) and regrowth harvest yield (at age 4, 8 and 12 weeks during the rainy season, 6 and 12 weeks during the dry season) were tested on *Cajanus cajan*. This study showed the effect of cutting height and frequency of this woody species on both its leafy biomass and survival. The dry matter yield from regrowth was the same when cutting at 75 or 100 cm height ( $p > 0.05$ ) in the rainy season, but was higher than that recorded at 50 cm height ( $p < 0.05$ ). In addition, the dry matter yield from 8 week regrowth was higher than that of 4 or 12 weeks' ( $p < 0.001$ ). The regrowth yield estimate at 12 weeks occurred at a time of plant reproductive organ growth (flowers and fruit) concomitant with much leaf falling. The highest dry matter yield was reached at 12 weeks and 100 cm height during the dry season (400 kg.ha<sup>-1</sup> on average), but was much lower than that obtained in the rainy season (3.5 t.ha<sup>-1</sup>). Cutting *Cajanus cajan* at 50 cm height led to a high plant mortality rate (25%), while the chance for survival was good when plants were cut at 75 or 100 cm height (only 4 and 9% mortality rates, respectively).

**Key words:** *Cajanus cajan* CIAT 18 700 - Height - Harvesting frequency - Biomass - Regrowth - Mortality - Survival - Season - Côte d'Ivoire.

## Resumen

**Bodji N.C.** Influencia de la altura y del ritmo de poda sobre la supervivencia y la producción forrajeara de *Cajanus cajan* CIAT 18 700

Se examinaron tres niveles de poda (50, 75 y 100 cm del suelo) de *Cajanus cajan* y la explotación de los retoños a 4, 8 y 12 semanas de edad, durante la estación lluviosa, así como a 6 y 12 semanas de la estación seca. Este experimento permitió comprobar la influencia de la altura de poda y del ritmo de explotación, por un lado sobre la biomasa foliar de esta especie leñosa y por el otro, sobre la supervivencia del cultivo. Durante la estación de las lluvias, los rendimientos en materia seca obtenidos con la explotación de los retoños a 75 y 100 cm del suelo, fueron equivalentes ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, fueron superiores a los registrados con la poda a 50 cm ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, la cantidad de materia seca de los retoños de 8 semanas fue más elevada que a 4 y 12 semanas ( $p < 0,001$ ). La estimación del rendimiento de los retoños a 12 semanas coincidió con el desarrollo de los órganos de reproducción (flores y frutos) de la planta, el cual se acompañó de una caída de hojas importante. Durante la estación seca, el rendimiento máximo en materia seca se obtuvo a 12 semanas para la poda a 100 cm del suelo (en promedio 400 kg.ha<sup>-1</sup>). Este valor fue netamente inferior al de la estación lluviosa (3,5 t.ha<sup>-1</sup>). Además, la explotación de *Cajanus cajan* a una altura de 50 cm del suelo conllevó a una mortalidad elevada (25%). Se constató una buena supervivencia del cultivo de *Cajanus cajan* cuando la poda se hizo a 75 o 100 cm (únicamente 4 a 9% de plantas muertas).

**Palabras clave:** *Cajanus cajan* - Altura - Frecuencia de las cosechas - Biomasa - Rebrote - Mortalidad - Supervivencia - Estación del año - Cote d'Ivoire.

# Typologie des systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune, Maroc

J.F. Michel<sup>1</sup> M. Bengoumi<sup>2</sup> P. Bonnet<sup>1</sup>  
K. Hidane<sup>3</sup> K. Zro<sup>2</sup> B. Faye<sup>1</sup>

## Mots-clés

Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Jeune animal - Risque - Mortalité - Classification - Epidémiologie - Maroc.

## Résumé

Dans la province de Laâyoune au Maroc, la mortalité des jeunes dromadaires avant sevrage était importante sans qu'aucune étiologie évidente n'ait été identifiée. Afin de disposer d'une base d'échantillonnage pour choisir les troupeaux qui feront l'objet d'un suivi, une typologie des éleveurs et de leurs pratiques a été réalisée par enquête transversale rétrospective auprès des éleveurs de la province de Laâyoune. Au terme de l'enquête, 170 éleveurs ont été interrogés, soit 10 p. 100 des éleveurs recensés, représentant 12 000 dromadaires, soit 44 p. 100 des dromadaires recensés dans la province de Laâyoune. L'analyse multivariée effectuée sur les données regroupées par thèmes a permis de déterminer 4 types d'organisation des éleveurs en fonction de la taille du troupeau, 4 types de stratégie de déplacement selon les conditions bioclimatiques et 3 types de pratique d'élevage. Ces trois typologies n'étaient pas corrélées. D'après la quantité d'informations obtenues, le nombre d'interlocuteurs et la variété des élevages rencontrés, la majorité des situations épidémiologiques semble avoir été abordée. La typologie des systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune la plus pertinente était fondée sur l'organisation des hommes autour du troupeau. Mise en relation avec la mortalité des jeunes dromadaires avant sevrage, cette typologie a permis d'émettre des hypothèses de facteurs de risque, comme l'existence de toxiques alimentaires, les pratiques de traite et de sevrage, le niveau de présence du propriétaire, la délégation de la gestion du troupeau et le degré d'encadrement humain des jeunes dromadaires. De plus, cette clé de typologie, facilement identifiable sur le terrain, pourra servir de base d'échantillonnage pour des protocoles de suivis individuels ultérieurs qui permettront de préciser les différentes pratiques d'élevage encore mal déterminées et de confirmer les hypothèses de facteurs de risque de la mortalité des jeunes.

## ■ INTRODUCTION

Depuis la Marche verte de 1975, le développement et la mise en valeur des provinces sahariennes, ex Sahara occidental espagnol, ont été la priorité de la politique marocaine. Au cours des 20 dernières années, ces provinces ont connu un développement démographique et économique sans précédent. Ainsi, de 14 000 habitants en 1975, la ville de Laâyoune en compte aujourd'hui

plus de 140 000. Le dromadaire (*Camelus dromedarius*), par ses capacités à valoriser des zones de parcours à faibles potentialités, permet l'existence d'une activité d'élevage, activité principale et traditionnelle des populations Sahraouies de la province de Laâyoune et des autres provinces sahariennes. Dans cet élevage extensif, les troupeaux unis ou plurispécifiques, dromadaires et petits ruminants, sont conduits sur parcours selon un mode nomade (5). Quelques ateliers bovins et camelins laitiers périurbains fonctionnant en *zero grazing* (3) ont vu le jour du fait de la politique de soutien du Ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur agricole, mais ils restent marginaux.

Base sociale des tribus Sahraouies, cet élevage a subi les conséquences de plus de 20 ans de conflit dans cette région et le nombre de dromadaires a fortement diminué (15). Suite à la stabilisation militaire et à la sécurisation de la zone, conscient de son rôle so-

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

2. IAV Hassan II, BP 6202, Rabat Universités, Maroc

3. DPA, Laâyoune, Maroc

cial, économique et écologique, capital pour le développement de cette région (7), le gouvernement marocain a entrepris, à la fin des années 80, une politique de soutien à l'élevage camelin. Outre des mesures d'aide concrètes et directes, un vaste programme de recherche en coopération a été engagé.

Dans les conditions actuelles, la mortalité des jeunes dromadaires avant le sevrage est une contrainte majeure au développement de cet élevage (3). En effet, la mortalité des jeunes dromadaires avant sevrage, notamment suite à des diarrhées, demeure considérable (de 10 à 50 p. 100, selon les troupeaux) sans qu'aucune étiologie évidente ne soit identifiée. Partant de l'hypothèse que cette mortalité s'exprime dans un contexte de milieu et de système d'élevage donnés, une investigation large, de type écopathologique (10), est apparue comme la méthodologie la mieux appropriée pour tenter de résoudre cet état de fait lourd de conséquences. Pour appliquer cette méthode, qui repose sur un suivi fin des animaux, il importe de disposer d'une base d'échantillonnage des troupeaux s'appuyant sur les systèmes de pratique d'élevage. Il est donc nécessaire de réaliser au préalable une typologie des éleveurs et de leurs pratiques, en relation avec la mortalité des jeunes par une pré-enquête à l'échelle du troupeau. En outre, cette enquête devrait également permettre d'évaluer la réceptivité et la motivation des éleveurs vis-à-vis des actions engagées.

L'enquête a été réalisée sur le terrain auprès d'éleveurs de dromadaires de la province de Laâyoune, durant les mois de juillet et août 1996, dans le cadre de la coopération entre l'unité de coordination pour l'élevage camelin du CIRAD-EMVT de Montpellier, et l'Institut agro vétérinaire Hassan II de Rabat.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

Les provinces sahariennes du Maroc, dont Laâyoune est la capitale, sont situées sous le 28<sup>e</sup> parallèle N et représentent presque la moitié de la superficie du territoire marocain (figure 1). Les précipitations, très variables, sont en général inférieures à 100 mm par an et ont lieu de novembre à mars. Les amplitudes thermiques sont faibles, la température varie de 10 à 30 °C (4). Ce climat, de type désert côtier, devient plus désertique vers l'Est avec la diminution de l'influence océanique, l'augmentation des amplitudes thermiques et la diminution des précipitations. Il ne permet qu'un faible potentiel végétatif.

Les parcours représentent 1 100 000 ha dans la province de Laâyoune et 34 000 000 ha pour l'ensemble des provinces sahariennes (13). Ce territoire est relativement plat et l'altitude ne dépasse pas 200 m. Les meilleurs parcours sont représentés par des dépressions à sols profonds qui recueillent les eaux de ruissellement, parfois utilisées pour la culture pluviale du blé, et les lits d'oued à sols relativement profonds. La végétation pâturée est essentiellement composée de *Rhus tripartita*, *Atriplex halimus*, *Acacia tortilis* et *Launea arborescens*. Les plateaux, formation majoritaire, portent peu de végétation qui laisse les sols à nu. Enfin la zone côtière, à végétation halophile de *Salsola* sp. et *Zygophyllum* sp., constitue une zone de parcours non négligeable en fin de saison sèche par la richesse de ses végétaux en eau (2, 14). Les points d'eau, multipliés depuis 20 ans, restent mal répartis.

Dans la province de Laâyoune, 27 000 dromadaires ont été recensés (13), ce qui représentait 28 p. 100 du cheptel camelin du Maroc. Les troupeaux étaient de taille variable, de quelques dromadaires à quelques centaines, voire quelques milliers. Chaque troupeau appartenait à un ou plusieurs propriétaires qui pouvaient



Figure 1 : province de Laâyoune et les provinces sahariennes au Maroc.

employer, selon la taille de leur troupeau, un ou plusieurs bergers (ouvrier exécutant les tâches quotidiennes) et un ou plusieurs contremaîtres, intermédiaires entre le propriétaire et le berger chargés de la gestion du troupeau.

### Questionnaire et modalités d'enquête

Les données analysées proviennent d'une enquête transversale rétrospective. L'unité d'étude, le troupeau, a été définie comme un groupe de dromadaires présentant divers statuts physiologiques, conduits ensemble ou séparément, même de manière permanente, mais séparés par de faibles distances et soumis au même régime décisionnel humain. Chaque questionnaire, unité d'enquête, correspondait aux informations concernant un troupeau, unité d'étude.

Tous les représentants de troupeaux rencontrés ont été interrogés, auprès de leurs animaux ou, de manière anecdotique, en ville, selon leur capacité à répondre aux questions posées et la pertinence de leurs réponses. Ne disposant d'aucune base d'échantillonnage, cette procédure croisant les informations de diverses origines, a permis de décrire au mieux la variabilité des situations épidémiologiques.

Le questionnaire d'enquête a abordé tous les sujets touchant au troupeau. Il était divisé en deux parties : l'une concernait les hommes, propriétaire, berger, contremaître, et leur organisation autour du troupeau ; l'autre concernait le troupeau, les pratiques d'élevage et les événements survenus au cours des trois dernières années. Les questions étaient réparties sous forme de fiches, chaque fiche ayant trait à un type d'information. Les questions étaient pour la plupart des questions ouvertes, du fait du manque de références bibliographiques mais également pour éviter d'orienter les réponses des éleveurs. Après une courte pré-enquête et quelques modifications, le questionnaire définitif a été établi et utilisé lors des cinq semaines de l'enquête.

### Stratégie d'analyse

Les informations obtenues au cours de l'enquête ont été saisies sur le logiciel EPI INFO (7). Après recodage (redéfinition de classes, discrétisation des variables quantitatives), suppression des variables redondantes ou inexploitable et création de nouvelles variables, l'analyse des données a été effectuée. La typologie des systèmes d'élevage camélins s'est appuyée sur les analyses multivariées de l'école française des statistiques (analyse factorielle et classification) (11). Dans cette étude l'analyse multivariée a été réalisée sur le logiciel SPAD (17).

Afin de limiter les pertes d'information et l'émergence de variables très discriminantes mais peu pertinentes, notamment les variables de structure (9), les données ont été organisées en groupes homogènes, chacun se rapportant à un aspect particulier des systèmes de production. Quatre groupes ont été constitués (tableaux I à IV) :

- organisation humaine autour du troupeau ;
- structure du troupeau ;
- stratégies de déplacement adoptées par l'éleveur ;
- pratiques d'élevage proprement dites.

Une analyse des correspondances multiples (ACM) et une classification ascendante hiérarchique (CAH) sur les facteurs obtenus par l'ACM ont été effectuées sur chacun de ces quatre groupes, permettant d'obtenir une typologie de chaque aspect des systèmes de production camélins. Ces quatre typologies ont ensuite été croisées pour tenter de déterminer, par un test du  $\chi^2$ , le degré de corrélation entre leurs classes respectives. La stratégie d'analyse est résumée dans la figure 2.

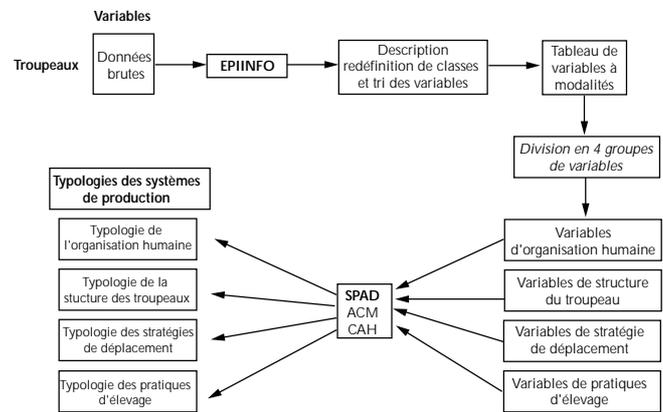


Figure 2 : schéma de la stratégie d'analyse.

### ■ RESULTATS

Au terme de cette phase d'enquête, 170 éleveurs, soit 10 p. 100 des éleveurs recensés dans la province de Laâyoune, ont été interrogés. L'effectif de leur cheptel représentait 12 000 dromadaires, soit 44 p. 100 des dromadaires recensés dans cette province.

### Typologie des systèmes de production sur la base de l'organisation des éleveurs

Toutes les tribus citées dans la littérature (5) ont été représentées dans l'enquête. La tribu des Zerguïyines, avec 39 p. 100 des propriétaires interrogés, était majoritaire et sur-représentée par rapport à son importance réelle dans la province de Laâyoune, certaine-

Tableau I  
Variable d'organisation humaine

Code	Variable	Modalités	Nb. de troupeaux
NOMBPROP	Nb. de propriétaire(s) du troupeau	1 : Propriétaire seul 2 : Plusieurs propriétaires associés	155 22
PROPBERG	Le propriétaire est aussi le berger de son troupeau	1 : Oui 2 : Non	51 126
AUTMETPROP	Le propriétaire a un autre métier	1 : Oui 2 : Non	46 131
FRQVISPRSS	Fréquence des visites du propriétaire au troupeau en saison sèche	1 : En permanence ou tous les jours 2 : Au moins une fois par semaine 3 : Moins d'une fois par semaine, mais plus d'une fois par mois 4 : Moins d'une fois par mois, mais plus d'une fois par an	86 58 24 9
FRQVISPRSH	Fréquence des visites du propriétaire au troupeau en saison humide	Identiques à FRQVISPRSS	ID
NBCONTREM	Nb. de contremaîtres employés	1 : Aucun 2 : 1 ou plus	165 12
NBBERG	Nb. de bergers employés	1 : Aucun 2 : 1 seul 3 : Plus d'un	36 121 20

**Tableau II**  
Variables de stratégie de déplacement

Code	Variable	Modalités	Nb. de troupeaux
LOCTSS96	Localisation du troupeau en saison sèche 1996	1 : Côte Nord 2 : Côte Sud proche 3 : Côte Sud éloignée 4 : Est proche 5 : Est éloigné 6 : Sud proche 7 : Sud éloigné	
LOCTSH95	Localisation du troupeau en saison humide 1995	Identiques à LOCTSS96	
LOCTSS95	Localisation du troupeau en saison sèche 1995	Identiques à LOCTSS96	
LOCTSH94	Localisation du troupeau en saison humide 1994	Identiques à LOCTSS96	
DEP96	Déplacement du troupeau en 1996	1 : Oui 2 : Non	127 50
DEP95	Déplacement du troupeau en 1995	1 : Oui 2 : Non	98 79

**Tableau III**  
Variables de structure du troupeau

Code	Variable	Modalités	Nb. de troupeaux
ESPPRESENT	Espèces présentes dans le troupeau	1 : Dromadaires seuls 2 : Dromadaires et petits ruminants	88 89
EFFECTIF	Nb. d'animaux dans le troupeau de dromadaires	1 : Moins de 50 2 : Entre 50 et 100 3 : Entre 100 et 300 4 : Plus de 300	84 50 36 7
NBFEMREPRO	Nb. de femelles en âge de reproduire	1 : Moins de 20 femelles 2 : Entre 20 et 50 femelles 3 : Entre 50 et 100 femelles 4 : Plus de 100 femelles	60 64 35 18
ALLOTEMENT	Pratiques de mise en lot	1 : Oui 2 : Non	56 121
NBFEMTRTES	Nb. de femelles traitées	1 : Toutes 2 : Une partie seulement	129 48

ment du fait de la présence d'un guide Zerguïyine. Quelle que fût leur tribu d'origine, les éleveurs avaient des rapports variés avec leur troupeau de dromadaires et s'organisaient de différentes manières pour le gérer. Les éleveurs restaient à des degrés divers auprès de leurs dromadaires sur les parcours. Quatre-vingt-quinze pour cent avaient un lieu d'habitation fixe en ville et la fréquence de leurs visites au troupeau était extrêmement variable. Pour la conduite journalière des dromadaires, 29 p. 100 des propriétaires étaient eux-mêmes les bergers, mais pouvaient employer en plus un ou plusieurs bergers, 69 p. 100 des propriétaires employaient un berger et 11 p. 100 des propriétaires employaient plus d'un berger. En revanche, ceux qui faisaient appel aux services d'un contremaître - terme usité localement - salarié étaient peu nombreux et représentaient 7 p. 100 des propriétaires interrogés, mais ce rôle pouvait être rempli par un fils ou un propriétaire associé et n'était alors pas compté parmi les contremaîtres. Le contremaître

agissait comme intermédiaire entre le propriétaire et les bergers. Il représentait le propriétaire auprès du troupeau et avait un réel pouvoir décisionnel sur la conduite d'élevage, contrairement aux bergers. Les bergers, pour la plupart, avaient un statut temporaire, 65 p. 100 d'entre eux ne restaient pas plus de deux ans auprès du même troupeau. Leur âge variait entre 15 et 50 ans, 71 p. 100 étaient originaires des régions d'Ouarzazate et d'Essaouira situées plus au nord, et 29 p. 100 des provinces du sud. Dans 73 p. 100 des cas ils n'avaient aucun pouvoir décisionnel et seuls 27 p. 100 d'entre eux avaient un rôle consultatif auprès du propriétaire et pouvaient orienter ses décisions.

Les auteurs n'ont retenu que les trois premiers axes de l'analyse factorielle en composantes multiples (63 p. 100 de l'inertie du nuage). Les variables de fréquence des visites du propriétaire au troupeau en saison sèche et en saison humide (FRQVISPRSS et

**Tableau IV**  
Variables de pratiques d'élevage

Code	Variable	Modalités	Nb. de troupeaux
SURVMBAS	Surveillance des femelles qui vont mettre bas	1 : Toutes les femelles sont entravées	51
		2 : Une partie des femelles est entravée	34
		3 : Surveillance visuelle	77
		4 : Aucune surveillance	15
COLOSTAVOL	Prise de colostrum par un jeune vigoureux né normalement	1 : A volonté	154
AIDECOL	Pratiques de distribution du colostrum aux nouveaux nés faibles	2 : Limitée par l'éleveur	23
TRAITEMIN	Temps entre la mise bas et le début de la traite des femelles	1 : A volonté	12
		2 : Limitée par l'éleveur	165
		3 : 1 à 2 mois	24
		4 : 3 à 4 mois	86
SEVMIN	Age minimum au sevrage	5 : 5 à 6 mois	60
		6 : Plus de 7 mois	7
		1 : Moins d'un an	25
		2 : 1 an	137
MODESEVRAGE	Pratiques de sevrage	3 : Plus d'un an	15
		1 : L'homme n'intervient que si la femelle ne le fait pas spontanément	70
		2 : L'homme sèvre systématiquement lui-même les chamelons	87
PLTESTOX	Connaissance des plantes toxiques par l'interlocuteur	3 : La femelle sèvre toujours elle-même son chamelon	20
		1 : Oui	74
		2 : Non	103
SUPPLEM	Pratiques de supplémentation des dromadaires	1 : Au moins lors des années de sécheresse	169
TRAITEMENT	Pratiques thérapeutiques des éleveurs	2 : Jamais	7
		1 : Modernes et traditionnelles	135
		2 : Modernes seulement	38
DEPAREXT	Déparasitage externe	3 : Traditionnelles seulement	4
		1 : Oui	171
		2 : Non	6
VACCIN	Vaccination contre la variole cameline	1 : Oui	18
		2 : Non	159

FRQVISPRSH) avaient les contributions aux axes les plus fortes. La classification ascendante hiérarchique effectuée sur les facteurs permet d'identifier quatre classes qui se dessinent en fonction des modalités des visites (tableau I). Le nombre de dromadaires par troupeau (EFFECTIF, tableau III), introduit comme variable illustrative, est fortement corrélé aux classes obtenues (tableau V).

Ces quatre classes (tableau V) peuvent être interprétées comme quatre types d'élevage :

- la première classe comprenait 87 petits éleveurs, souvent bergers, souvent associés, présents en permanence avec leur troupeau qui comptait généralement moins de 50 dromadaires, avec un minimum de personnel employé. L'élevage constituait pour ces éleveurs la seule ressource ;

- la classe 2 correspondait à 51 éleveurs de moyenne importance. Leur troupeau pouvait dépasser les 100 dromadaires. Ces éleveurs employaient le plus souvent un berger pour effectuer les tâches quotidiennes et avaient une autre activité professionnelle sans diminuer pour autant leur présence auprès de leur troupeau. L'élevage était pour eux une activité nécessaire, complétée par une activité annexe ;

- la classe 3 était celle des gros éleveurs (n = 30), peu présents auprès de leur troupeau. Ils avaient d'autres activités que l'élevage et

employaient du personnel pour s'occuper du troupeau. Souvent de gros commerçants ou des cadres, l'élevage camelin représentait pour eux une source de diversification de leur activité, mais surtout un moyen d'épargne ;

- la classe 4 correspondait aux très gros éleveurs (n = 9) qui possédaient de 300 à plus de 1 000 dromadaires répartis en plusieurs troupeaux, confiés à la gestion de contremaîtres. Pour ces éleveurs très rarement en contact avec leurs troupeaux, l'élevage représentait une source de prestige dans la société Sahraouie. C'était un moyen d'épargne mais également un secteur d'activité comme un autre, d'autant plus rentable que ces éleveurs naisseurs, dits « pépiniéristes », liés par contrat aux services de l'élevage, bénéficiaient de subventions lors de la vente de leurs produits.

### **Typologie des systèmes de production sur la base de la structure des troupeaux**

La taille des troupeaux variait de 2 à 900 dromadaires, la moyenne était de 79 animaux par troupeau avec un écart-type de 106, mais la médiane était égale à 50 individus, traduisant l'influence sur la moyenne de quelques très gros troupeaux. En effet, 24 p. 100 des éleveurs interrogés possédaient 59 p. 100 des dromadaires (figure 3). Cinquante pour cent des troupeaux comptaient entre 20 et 95 (premier et troisième quartile) dromadaires. Les troupeaux

Tableau V

Description des classes de la typologie de l'organisation humaine par le pourcentage des modalités des variables dans chaque classe. Les variables en italiques correspondent aux variables illustratives

Variable	Mod.	Classes de la typologie			
		1	2	3	4
<b>Nb. de troupeaux</b>		<b>87</b>	<b>51</b>	<b>30</b>	<b>9</b>
		%			
FROVISPRSS	1	92	6	10	-
	2	8	94	10	-
	3	-	-	80	-
	4	-	-	-	100
NBCONTREM	1	99	98	90	22
	2	1	2	10	78
NBERG	1	41	-	-	-
	2	56	96	70	33
	3	3	4	30	67
PROPBORG	1	57	2	-	-
	2	43	98	100	100
AUTMETPROP	1	10	40	33	78
	2	90	60	67	22
NOMBPROP	1	84	94	83	100
	2	16	6	17	-
<i>EFFECTIF</i>	1	60	43	30	11
	2	25	33	37	-
	3	14	24	27	44
	4	1	-	6	45
<i>ESPPRESENT</i>	1	40	50	67	67
	2	60	50	33	33

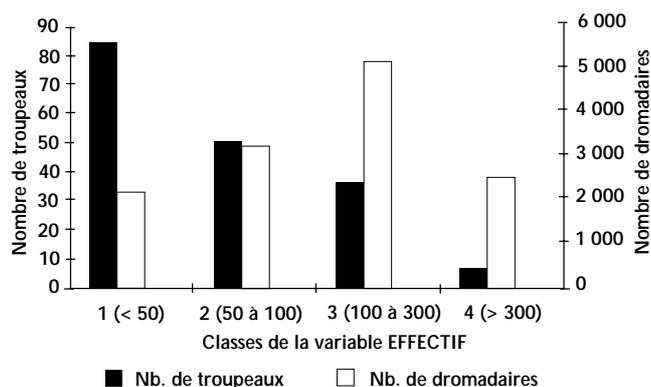


Figure 3 : répartition du nombre de dromadaires et du nombre de troupeaux dans chaque classe de la variable EFFECTIF.

étaient donc assez gros en terme d'effectif, ce qui représentait un capital important pour les éleveurs concernés (rappelons que le prix d'un dromadaire variait de 4 000 à plus de 7 000 FF).

Certaines variables étaient corrélées au nombre de dromadaires dans le troupeau, comme la présence de petits ruminants, la mise en lot, le pourcentage de femelles en lactation traitées et les pratiques de supplémentation. La possession d'une pharmacie, ou ré-

serve de produits vétérinaires, semblait également conditionnée par la taille du troupeau. Elle était plus fréquente dans les grands troupeaux. Les pratiques de supplémentation étaient assez homogènes. Des aliments étaient distribués aux animaux en saison sèche, mais seulement 5 p. 100 des éleveurs supplémentaieent chaque année quelles qu'aient été les conditions alimentaires, alors que 95 p. 100 des éleveurs ne supplémentaieent que si l'année était particulièrement sèche. Les aliments employés étaient essentiellement la paille, l'orge et la pulpe sèche de betterave. Certains éleveurs utilisaieent aussi du foin de luzerne, du son, du pain, des aliments composés et tous les aliments qu'ils pouvaieent se procurer au souk à moindre coût. Les animaux supplémentés en priorité étaient les femelles suitées, les géniteurs et les animaux faibles ou malades, les femelles gestantes n'étaient jamais supplémentées. Selon la taille du troupeau les éleveurs supplémentaieent tous les animaux ou seulement les catégories précitées.

Parmi les variables actives analysées (tableau III), le nombre d'animaux (EFFECTIF), le nombre de femelles en âge de reproduire dans le troupeau (NBFEMREPRO), ainsi que la mise en lots des animaux (ALLOTEMENT), avaient les plus fortes contributions aux trois premiers axes déterminés par l'ACM (50 p. 100 de l'inertie du nuage). La classification permet d'identifier quatre classes caractérisées en premier lieu par le nombre de dromadaires dans le troupeau (tableau VI) :

- la classe des petits troupeaux de moins de 50 dromadaires (n = 84), conduits ensemble en permanence et avec d'autres espèces ;

- la classe des troupeaux moyens (n = 50), de 50 à 100 dromadaires, rarement séparés en lots ;

- la classe des gros troupeaux (n = 36), de 100 à 300 dromadaires, séparés en lots au moins en saison de reproduction et rarement conduits avec d'autres espèces ;

- la classe des très gros troupeaux de plus de 300 dromadaires (n = 7), divisés en permanence en lots. L'unité du troupeau restait conservée par la circulation des animaux d'un lot à l'autre, par les faibles distances qui les séparaieent, et par la même stratégie d'élevage.

Tableau VI

Description des classes de la typologie de la structure des troupeaux par le pourcentage des modalités des variables dans chaque classe

Variable	Mod.	Classes de la typologie			
		1	2	3	4
<b>Nb. de troupeaux</b>		<b>84</b>	<b>50</b>	<b>36</b>	<b>7</b>
		%			
<i>EFFECTIF</i>	1	100	-	-	-
	2	-	100	-	-
	3	-	-	100	-
	4	-	-	-	100
<i>ESPPRESENT</i>	1	33	52	75	100
	2	67	48	25	-
<i>NBFEMREPRO</i>	1	65	10	-	14
	2	35	62	11	-
	3	-	28	56	-
	4	-	-	33	86
<i>ALLOTEMENT</i>	1	-	25	95	100
	2	96	75	5	-
<i>NBFEMTRTES</i>	1	85	80	56	25
	2	15	20	44	75

### **Typologie des systèmes de production basée sur la stratégie de déplacement**

Les éleveurs de dromadaires dans les provinces du sud étaient traditionnellement nomades, mais leurs déplacements différaient, selon les éleveurs et selon les années, et plusieurs stratégies semblaient se dessiner. Afin de préciser ces déplacements, des zones (aire de déplacement de 40 km de rayon), elles-mêmes situées dans des régions (ensemble géographique homogène), ont été définies. Les zones ont été déterminées pour chaque localisation de troupeau. Chaque zone représentait une aire de parcours fixe et les déplacements des animaux en son sein ne nécessitaient pas de déplacer le campement des bergers. Si le troupeau se déplaçait au delà de 40 km, le campement était déplacé sur la nouvelle zone de parcours. Le déplacement, réel et important, était alors pris en compte. Les zones ont été rassemblées en régions homogènes qui servaient à localiser de façon grossière les troupeaux en saison sèche et en saison humide, et ainsi à déterminer leurs trajectoires au cours de l'année. Finalement, un troupeau se déplaçait s'il changeait de zone, mais il pouvait se déplacer à l'intérieur d'une même région. La période de déplacement des troupeaux correspondait à la saison humide. Le départ avait lieu au cours des mois d'octobre et de novembre, le retour en mars, avril ou mai, selon les années. En 1995, année de sécheresse, 45 p. 100 des troupeaux ne se sont pas déplacés. Ils sont restés dans une même zone, non loin d'un point d'eau, alors que 55 p. 100 des troupeaux se sont déplacés. En 1996, les conditions alimentaires ont été meilleures et 72 p. 100 des troupeaux se sont déplacés, alors que 28 p. 100 sont restés dans la même zone. Les troupeaux qui ne se sont pas déplacés en 1996 ne s'étaient pas non plus déplacés en 1995. Les trajectoires de déplacement ont varié selon les troupeaux et pour un même troupeau, selon les années, mais il semble que beaucoup de troupeaux revenaient toujours sur les mêmes parcours en saison sèche, du moins sur les trois années qui ont été explorées, puisque 70 p. 100 des troupeaux passaient la saison sèche au même endroit chaque année. En revanche les troupeaux changeaient de zone au cours d'une saison humide. Si le mode d'élevage était sédentaire en saison sèche il était donc parfaitement nomade pour les troupeaux qui se déplaçaient en saison humide, et conditionné par la localisation des parcours ayant reçu des précipitations.

Pour parvenir à une détermination des stratégies générales de déplacement, une typologie des déplacements a été réalisée pour chaque année, 1996 et 1995, leur synthèse représentant la typologie des stratégies générales de déplacement des éleveurs selon les conditions bioclimatiques, donc alimentaires.

L'ACM et la CAH effectuées sur les variables de déplacement en 1995 (LOCTSS95, LOCTSH94 et DEP95) (tableau II) ont déterminé trois classes, déséquilibrées, de troupeaux qui ont adopté des stratégies de déplacement différentes lors de cette année de sécheresse :

- la première classe représentait 95 troupeaux, dont la localisation en saison sèche était variable d'une année à l'autre, qui ont effectué un déplacement de plus de 500 km vers l'intérieur, au sud ou à l'est de Laâyoune ;
- la deuxième classe ne comptait que 13 troupeaux qui ne se sont pas déplacés mais qui étaient déjà, en saison sèche, situés sur des parcours à plus de 300 km de Laâyoune au sud ou à l'est. Ils n'ont pas eu à se déplacer pour trouver des parcours plus riches ;
- la troisième classe représentait 59 troupeaux qui ne se sont pas déplacés cette année-là et dont la localisation en saison sèche était toujours la même chaque année.

Ces trois classes représentaient en fait deux stratégies de déplacement lors d'une année de sécheresse : l'une qui consistait à aller, ou rester pour ceux qui y étaient déjà, sur les parcours qui avaient reçu les rares précipitations ; l'autre qui consistait à rester à proximité du point d'eau et à supporter le manque de disponibilité alimentaire sur les parcours en jouant sur l'état des dromadaires et la supplémentation alimentaire (figure 4). Il semble que deux visions de la conduite des dromadaires sur parcours se dessinent à travers ces stratégies, certains éleveurs favorisent l'alimentation alors que d'autres favorisent l'abreuvement.

De la même manière, l'analyse multivariée des variables de déplacement en 1996 (LOCTSS96, LOCTSH95 et DEP96) (tableau II), année favorable pour les parcours, a déterminé trois classes :

- la première classe comptait 67 troupeaux, dont la localisation en saison sèche était toujours la même chaque année. Ils ont effectué un déplacement de moins de 500 km vers l'intérieur, au sud de Laâyoune ;
- la deuxième classe comptait 58 troupeaux qui ne se sont pas déplacés cette année-là et dont la localisation en saison sèche était toujours la même chaque année ;
- la troisième classe regroupait 42 troupeaux dont la localisation en saison sèche variait chaque année. Ils ont effectué un déplacement de plus de 500 km vers l'intérieur des terres ou vers la côte océanique, au sud de Laâyoune.

Ces trois classes représentaient donc trois stratégies de déplacement lors d'une année favorable, au cours de laquelle les précipitations étaient relativement abondantes et bien réparties sur les parcours. Ces trois stratégies consistaient à se déplacer sur de grandes distances, se déplacer sur des distances plus courtes, ou enfin ne pas se déplacer et rester à proximité du point d'eau sur les parcours de saison sèche tout en profitant de l'effet des précipitations sur les parcours (figure 5).

Le croisement des typologies des déplacements en 1995 et 1996 révèle une corrélation entre les classes de chaque typologie. L'analyse du tableau croisé permet de déterminer quatre grandes classes de stratégies générales de déplacement en fonction des conditions climatiques et de la disponibilité alimentaire :

- la première stratégie a été adoptée par 71 troupeaux qui se déplaçaient systématiquement, quelles qu'aient été les conditions de milieu, souvent sur des distances supérieures à 500 km, pour trouver les parcours offrant l'alimentation la plus riche en qualité et en quantité ;
- la deuxième stratégie de déplacement concernait 24 troupeaux qui effectuaient un grand déplacement de plus de 500 km lorsque les conditions bioclimatiques étaient défavorables, également pour trouver les parcours offrant les meilleures disponibilités alimentaires ;
- la troisième stratégie a été adoptée par 38 troupeaux qui ne se déplaçaient que si les conditions de milieu étaient favorables. Le déplacement pouvait alors être supérieur ou inférieur à 500 km. Ces éleveurs favorisaient l'abreuvement de leurs dromadaires et ne se déplaçaient que s'ils étaient sûrs de pouvoir trouver des parcours de bonne qualité avec une alimentation riche en eau pour pouvoir s'éloigner du point d'eau, donc uniquement lors des années humides ;
- enfin, 34 troupeaux ne se déplaçaient jamais, quelles qu'aient été les conditions bioclimatiques, mais restaient localisés autour du même point d'eau. Leur mode d'élevage n'était absolument pas nomade et privilégiait l'abreuvement des dromadaires au détriment de leur alimentation, surtout en année de sécheresse.

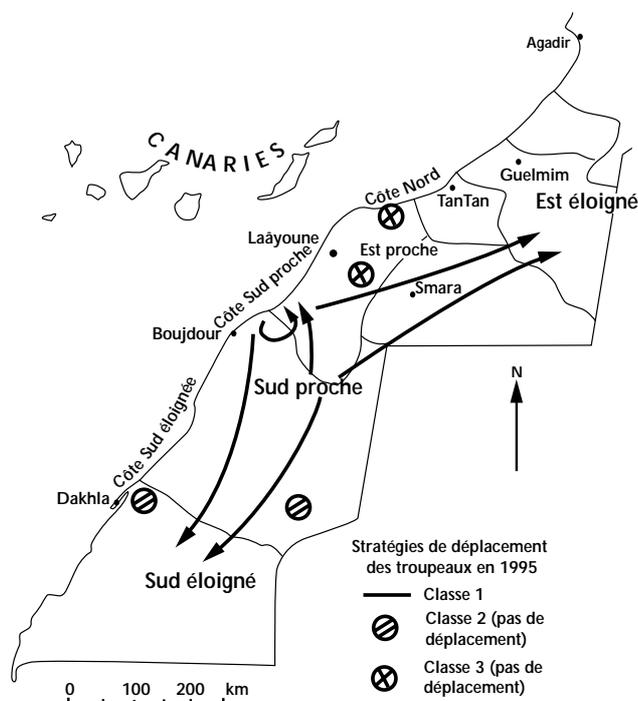


Figure 4 : typologie des déplacements de troupeaux en 1995.

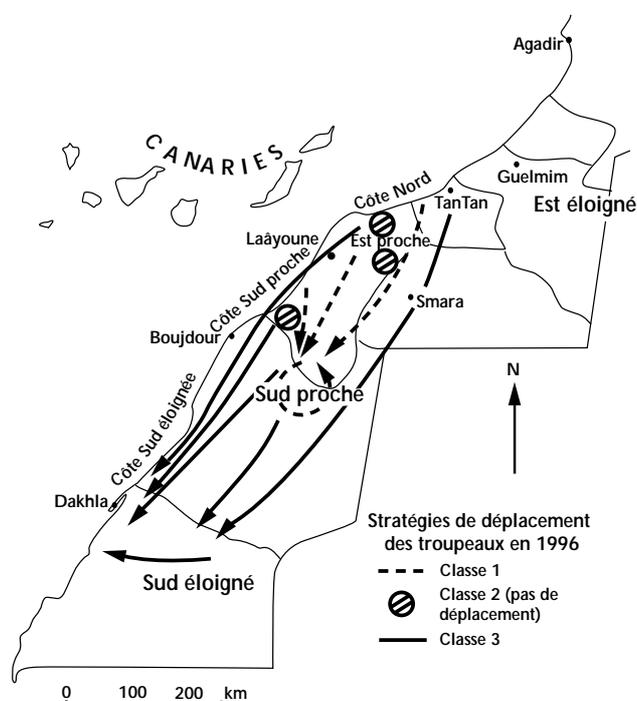


Figure 5 : typologie des déplacements de troupeaux en 1996.

Cette typologie des stratégies de déplacement en fonction des conditions bioclimatiques a donc révélé des différences de priorité selon les éleveurs pour la conduite de l'alimentation de leurs dromadaires. De plus, ces stratégies n'étaient reliées à aucun autre caractère du troupeau, comme la taille par exemple.

### Typologie des systèmes de production basée sur les pratiques d'élevage

Les pratiques d'élevage considérées (tableau IV) étaient essentiellement les pratiques de mise bas (SURVMBAS, COLOSTAVOL, AIDECOL et TRAITEMIN), de sevrage (SEVMIN et MODESEVRAGE), de supplémentation (SUPPLEM) et les pratiques thérapeutiques (PLTESTOX, TRAITEMENT, DEPARREXT et VACCIN). En ce qui concerne les pratiques de mise bas, 87 p. 100 des éleveurs laissaient le nouveau-né prendre le colostrum à volonté si celui-ci était suffisamment fort, mais 93 p. 100 des éleveurs limitaient la prise colostrale par le nouveau-né si celui-ci était faible. Les pratiques de supplémentation, déjà décrites, présentaient peu de variabilité puisque seulement 4 p. 100 des éleveurs ne supplémentaient jamais leurs dromadaires. Les pratiques thérapeutiques et prophylactiques étaient peu variables d'un éleveur à l'autre. En effet 2 p. 100 des éleveurs n'utilisaient que des traitements traditionnels, alors que les autres utilisaient des traitements modernes exclusivement ou en complément des traitements traditionnels, 97 p. 100 des éleveurs effectuaient un déparasitage externe des animaux infestés, 97 p. 100 des éleveurs ne pratiquaient pas de mise à l'écart des animaux introduits dans le troupeau et 90 p. 100 des éleveurs ne vaccinaient pas leurs animaux contre la variole cameline. Enfin, le marquage des animaux était réalisé généralement à 1 an (78 p. 100 des éleveurs) lorsque le jeune était sevré ou en passe de l'être.

Cette homogénéité des pratiques était certainement à l'origine des difficultés rencontrées pour les typer et du déséquilibre des classes obtenues. En effet les axes déterminés par l'analyse en compo-

santes multiples ont un faible pourcentage d'inertie associée, et aucun ne se détache nettement. Aucune variable ne semble être suffisamment discriminante. Cependant une classification ascendante hiérarchique, effectuée sur les six premiers facteurs (47 p. 100 de l'inertie du nuage), détermine trois classes, essentiellement caractérisées par l'âge minimum des jeunes au sevrage (SEVMIN) et au début de la traite (TRAITEMIN). Cette typologie des pratiques d'élevage (tableau VII) est constituée d'une classe principale et de deux classes marginales :

- une classe très importante d'éleveurs ( $n = 119$ ) qui sevrèrent en général le jeune au moins à 1 an et débutèrent la traite des femelles lorsque le jeune avait 4 ou 5 mois. Classique (6), cette stratégie permettait au jeune de profiter suffisamment du lait et limitait l'impact de la lactation sur les femelles ;
- une classe d'éleveurs ( $n = 47$ ) qui effectuaient un sevrage précoce et traitaient rapidement les femelles après la mise bas. Ils exploitaient les capacités reproductrices de leurs chamelles en diminuant l'intervalle entre mises bas. Cette stratégie était défavorable aux jeunes, qui profitaient peu du lait, et aux femelles fréquemment en gestation ;
- une petite classe d'éleveurs ( $n = 10$ ) qui n'avaient pas de réelle stratégie d'exploitation du troupeau : un élevage « naturel », pratiquement autogéré par les animaux en ce qui concernait leur reproduction. Cette stratégie était certainement bénéfique pour les jeunes dromadaires qui profitaient longtemps et à volonté du lait maternel, mais peut-être moins pour les femelles dont les intervalles entre mises bas étaient longs.

Le croisement des quatre typologies indique que seules les typologies d'organisation des éleveurs et de structure des troupeaux étaient corrélées. Les différentes stratégies de déplacement et de pratique d'élevage n'étaient pas corrélées entre elles ni avec les deux typologies précédentes. De même, aucune classe de ces différentes typologies n'était corrélée à une tribu particulière, malgré la prépondérance des Zerguïyines dans la population interrogée.

Tableau VII

Description des classes de la typologie des pratiques d'élevage par le pourcentage des modalités des variables dans chaque classe

Variable	Mod.	Classes de la typologie		
		1	2	3
<b>Nb. de troupeaux</b>		<b>10</b>	<b>119</b>	<b>47</b>
		%		
SURVMBAS	1	20	24	45
	2	20	25	4
	3	10	45	45
	4	50	6	6
COLOSTAVOL	1	80	89	83
	2	20	11	17
AIDECOL	1	10	8	2
	2	90	92	98
TRAITEMIN	1	-	-	51
	2	20	60	23
	3	40	38	23
	4	40	2	2
SEVMIN	1	10	8	30
	2	90	81	66
	3	-	11	4
MODESEVRAGE	1	20	32	64
	2	20	56	36
	3	60	12	-
PLTESTOX	1	40	33	66
	2	60	67	34
SUPPLEM	1	100	100	85
	2	-	-	15
TRAITEMENT	1	70	72	87
	2	30	24	13
	3	-	4	-
DEPAREXT	1	40	100	100
	2	60	-	-
VACCIN	1	-	13	4
	2	100	87	96

## ■ DISCUSSION

L'élevage camélin dans les provinces du Sud au Maroc est fortement influencé par le conflit passé et la forte intervention actuelle de l'Etat. Il est en cours de mutation et cette enquête ne prétend en aucun cas décrire cet élevage à une échelle régionale où la situation est différente (4). Les données bibliographiques concernant les systèmes de production camélin dans les provinces du Sud sont rares et les études n'ont été réalisées que sur quelques troupeaux (1, 5, 12). Lors de cette enquête, les informations obtenues concernaient la moitié du cheptel camélin recensé dans la province de Laâyoune et ont permis de préciser les structures d'organisation humaine, des troupeaux, les stratégies de déplacement et de pratiques d'élevage. Une réserve est cependant à formuler en ce qui concerne la tribu des éleveurs interrogés, en grande majorité de la tribu des Zerguïyines. Il est certain que ce biais était inévitable par la présence d'un guide Zerguïyine lors des sorties sur le terrain. Cependant, d'après les experts locaux, leurs pratiques ne diffèrent pas de celles des autres groupes tribaux.

La stratégie d'analyse adoptée a permis d'exploiter au mieux les informations relevées et d'analyser plus finement les divers aspects de l'élevage camélin. Seules les typologies d'organisation humaine et de structure des troupeaux étaient corrélées. Ce résultat était attendu puisque la variable d'effectif (EFFECTIF) introduite dans l'analyse multivariée de l'organisation des éleveurs en variable illustrative était fortement corrélée aux classes déterminées. Cette typologie des éleveurs selon leur organisation, corrélée à la taille du troupeau, est la plus nette, statistiquement et par rapport à la réalité de l'élevage camélin sur le terrain. Les différentes stratégies de déplacement et de pratiques se répartissent dans toutes ces classes d'éleveurs. Les stratégies de pratiques ont été insuffisamment précisées, du fait notamment de la brièveté des entretiens et du niveau d'enquête.

L'analyse de l'organisation humaine autour de l'élevage camélin fait apparaître la diversité des objectifs des éleveurs et la mutation en cours de l'élevage camélin. Les éleveurs ont su s'adapter et profiter du progrès des moyens techniques, et la généralisation de l'automobile en est la preuve. Leurs conditions de vie ont également évolué depuis 20 ans puisqu'ils possèdent presque tous un lieu d'habitation fixe en ville, témoin de la politique marocaine de sédentarisation de la population. Cette généralisation a certainement modifié les pratiques des éleveurs, leur organisation et leurs rapports avec l'élevage en raccourcissant les distances et les délais de réaction. En effet les éleveurs peuvent rapidement connaître les événements qui ont lieu dans leurs troupeaux et réagir vite, mais ils peuvent aussi se permettre d'exercer d'autres activités en confiant la gestion journalière du troupeau à un berger, ou, à un niveau supérieur, la gestion de l'élevage à un contremaître. Cependant l'emploi d'un contremaître, véritable chef d'un secteur d'activité parmi l'ensemble des affaires du propriétaire, reste rare et ne concerne que les éleveurs riches possédant un grand nombre de dromadaires répartis en plusieurs troupeaux. En revanche, l'emploi d'un berger pour effectuer les tâches journalières de la conduite du troupeau semble plus fréquent. Il se généralise lorsque l'effectif dépasse 50 dromadaires, et permet de décharger le propriétaire d'une partie du travail. Mais le propriétaire reste seul maître de la gestion de son troupeau et le berger, malgré son rôle capital, n'est souvent qu'un ouvrier temporaire exécutant. A ce titre les bergers des provinces d'Ouarzazate et d'Essaouira sont appréciés pour leur savoir-faire. Si le propriétaire semble donc le seul interlocuteur permettant d'accéder aux informations rétrospectives concernant le troupeau, le berger est l'interlocuteur privilégié pour obtenir des informations journalières plus fines concernant les individus du troupeau. Finalement il semble que ce soit plus l'organisation, la capacité financière et la ou les activités du propriétaire qui conditionnent l'encadrement humain de l'élevage et la taille des troupeaux, que l'inverse. La taille des troupeaux influence un certain nombre de pratiques. Mais si l'augmentation du nombre d'individus dans le troupeau entraîne une augmentation des difficultés, des moyens humains et financiers à mettre en œuvre, elle offre également des avantages. Les animaux rassemblés en lots bénéficient d'une conduite plus adaptée à chacun de leur statut physiologique. Le nombre de femelles traitées est inférieur. Les capacités financières des gros propriétaires leur permettent d'acheter des aliments ou des médicaments sans avoir recours à un déstockage d'animaux, contrairement aux éleveurs plus modestes. Malgré tout, il existe des limites techniques, et il sera plus facile pour un éleveur modeste d'apporter les aliments nécessaires à ses animaux que pour un éleveur important, même si le parc automobile de certains éleveurs compte plusieurs dizaines de véhicules.

En ce qui concerne les stratégies de déplacement, même si le nomadisme n'est pas une pratique totalement généralisée dans la pro-

vince de Laâyoune, puisque 19 p. 100 des éleveurs restent à proximité d'un point d'eau et ne se déplacent jamais, il concerne malgré tout une majorité d'éleveurs. Cependant cette pratique nomade est en voie de transformation. En effet, les éleveurs ont tendance à revenir passer la saison sèche au même endroit chaque année, en général à proximité de la ville dans laquelle ils habitent. Soixante-dix pour cent d'entre eux ont adopté cette pratique. Le nomadisme est toutefois réel en saison humide. Ces stratégies de déplacement sont variables, certains éleveurs se déplacent chaque année souvent sur de grandes distances, d'autres conditionnent leurs déplacements aux conditions climatiques et deux stratégies sont adoptées en cas de baisse de la disponibilité alimentaire sur les parcours :

- l'une qui consiste à rester au point d'eau, limiter l'impact du déficit alimentaire des parcours par la supplémentation et ne se déplacer que lors des années favorables ;

- l'autre qui consiste à se déplacer sur des parcours, repérés par prospection automobile, qui ont reçu des précipitations et à ne pas se déplacer lors des années favorables, les disponibilités alimentaires des parcours proches des points d'eau étant suffisantes.

Ces stratégies de déplacement ne correspondent pas à un type d'élevage précis, mais sont adoptées indifféremment par tous les éleveurs quelle que soit leur importance. Cependant les petits troupeaux se regroupent fréquemment s'ils doivent effectuer de grands déplacements. L'analyse de ces stratégies de déplacement permet de déterminer deux visions de la conduite alimentaire des dromadaires, l'une qui favorise l'utilisation des parcours et l'autre qui privilégie l'utilisation des points d'eau, sans que ces stratégies ne soient reliées à aucun autre caractère de structure du troupeau ou de pratiques d'élevage.

## ■ CONCLUSION

D'après la quantité d'informations obtenues, le nombre d'interlocuteurs et la variété des élevages rencontrés, la majorité des situations épidémiologiques semble avoir été abordée. La typologie des systèmes de production camelin dans les provinces du Sud la plus pertinente est fondée sur l'organisation des hommes autour du troupeau. Elle fait apparaître quatre classes d'éleveurs, des petits éleveurs bergers, des éleveurs de moyenne importance très attentifs à leur élevage, des gros éleveurs qui ont une autre activité et qui emploient du personnel pour s'occuper de leur élevage et enfin de très gros éleveurs, peu nombreux, mais qui ont un poids important par la taille de leur cheptel, le personnel qu'ils emploient et par leur rôle d'éleveurs multiplicateurs. Mise en relation avec la mortalité des jeunes dromadaires avant sevrage, étudiée également lors de cette enquête (18), cette typologie a permis d'émettre des hypothèses de facteurs de risque, comme l'existence de toxiques alimentaires, les pratiques de traite et de sevrage, le niveau de présence du propriétaire, le confiage de la gestion du troupeau et le degré d'encadrement humain des jeunes dromadaires. De plus, cette clef de typologie, facilement identifiable sur le terrain, pourra servir de base d'échantillonnage pour des protocoles de suivis individuels ultérieurs qui permettront de préciser les différentes pratiques d'élevage encore mal déterminées et de confirmer les hypothèses de facteurs de risque de la mortalité des jeunes. La levée de cette contrainte majeure de l'élevage camelin dans les provinces sahariennes est une condition préalable au développement de cette activité d'autant plus importante que le marché intérieur et extérieur, représenté notamment par les Iles Canaries, en produits camelins est loin d'être satisfait.

## Remerciements

Nous tenons à remercier les Services vétérinaires et de Productions animales des provinces de Laâyoune et Dakhla, ainsi que le Ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur agricole du Maroc, qui nous ont donné toute facilité pour mettre en œuvre cette enquête sur le terrain.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BAHIIYA M., 1995. Gestion et productivité des élevages de dromadaires dans la région d'Oued Eddaheb. Mémoire 3<sup>e</sup> cycle Agron., Ecole natl. Agric., Meknès, Maroc, 178 p.
2. BIROUK A., LEWALLE J., TAZI M., 1991. Le patrimoine végétal des provinces sahariennes du Maroc. Rabat, Maroc, Actes Ed., 76 p. (coll. Documents scientifiques et techniques)
3. BONNET P., 1995. Mission de suivi et d'identification d'opérations de recherche dans l'espèce cameline en milieu saharien. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 93 p.
4. BONTE P., 1995. Mauritanie : nomades en transition. *Hist. Dév.*, **30** : 10-13.
5. CHRIQUI A., 1988. Conduite de l'élevage dans le Sud marocain (bilan et possibilités d'amélioration). Thèse doct. vét., Inst. Agron. vét. Hassan II, Rabat, Maroc, 155 p.
6. DIAGANA D., 1977. Contribution à l'étude de l'élevage du dromadaire en Mauritanie. Thèse doct. vét., Ecole Inter Etats Sci. Méd. vét., Dakar, Sénégal, 148 p.
7. EPI INFO, vers. 6, 1994. Center for disease control and prevention. Geneva, Switzerland, OMS.
8. FASSI FEHRI M.F.A., 1988. L'élevage camelin : situation actuelle et perspectives. In : 1er Congr. natl. vét., Laâyoune, Maroc, 18-20 mars 1988, Assoc. natl. des Vétérinaires du Maroc.
9. FAYE B., BROCHARD, 1986. Enquête écopathologique continue : 7. Approche épidémiologique des mammites post-partum chez la vache laitière : étude descriptive et typologie des élevages. *Ann. Rech. vét.*, **17** : 297-311.
10. FAYE B., LEFEVRE P.C., LANCELOT R., QUIRIN R., 1994. Ecopathologie animale ; méthodologie, applications en milieu tropical. Maisons-Alfort, France, CIRAD, 119 p. (coll. Du labo au terrain)
11. FENELON J.P., 1981. Qu'est-ce que l'analyse des données? Paris, France, Lefonen Ed., 311 p.
12. JABRA A., 1989. L'élevage camelin dans la province de Guelmim : situation actuelle et perspectives. Thèse doct. vét., Inst. Agron. vét. Hassan II, Rabat, Maroc, 126 p.
13. Rapport, Direction provinciale de l'agriculture de Laâyoune, 1995. Laâyoune, Maroc, Direction provinciale de l'agriculture de Laâyoune.
14. Rapport, Institut national de la recherche agronomique, 1996. Laâyoune, Maroc, Institut national de la recherche agronomique.
15. Rapport, Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 1986. Rabat, Maroc, Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire.
16. Rapport, Station météorologique de Laâyoune, 1993. Laâyoune, Maroc, Station météorologique de Laâyoune.
17. SPAD, vers. 3.01, 1996. Logiciel d'analyse des données. St Mandé, France, CISIA.
18. MICHEL J.F., 1996. Enquête sur les systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune (Maroc) : réalisation d'une typologie. DESS Prod. Anim. en régions chaudes. Montpellier, France, CIRAD-EMVT, 118 p.

Reçu le 5.7.97, accepté le 10.3.98

## Summary

Michel J.F., Bengoumi M., Bonnet P., Hidane K., Zro K., Faye B. Typology of dromedary production systems in Laayoune province, Morocco

In the Laayoune province of Morocco young dromedary mortality is high before weaning, while no etiology has been clearly identified. A farmers' and farmers' practice typology was established from a retrospective cross survey in Laayoune province in order to set up a sampling base to be used in selecting herds for future monitoring. By the end of the survey, 170 farmers had been consulted (10% of all registered farmers), representing 12,000 dromedaries (44% of dromedaries registered in Laayoune province). Four types of farmers' organization based on herd size, 4 types of moving strategies according to bioclimatic conditions and 3 types of farming practices were determined after a multivariate analysis was performed on data assembled by themes. These three typologies were not correlated. Most epidemiological situations seemed to have been covered when considering the amount of information obtained, the number of people surveyed and the variety of farm types. The most sensible typology of dromedary production systems in Laayoune province was based on men's organization around the herd. This typology, which takes young dromedary mortality before weaning into account, helped elaborate hypotheses on risk factors, such as toxic plants, milking and weaning practices, owner's attendance level, delegation of herd management and human supervision level of young dromedaries. In addition, this typology key, easily identifiable in the field, can be used as a sampling basis in future individual monitoring protocols. The protocols will help define more precisely the various farming practices and confirm hypotheses on risk factors in young mortality.

**Key words:** Dromedary - *Camelus dromedarius* - Young animal - Risk - Mortality - Classification - Epidemiology - Morocco.

## Resumen

Michel J.F., Bengoumi M., Bonnet P., Hidane K., Zro K., Faye B. Tipología de los sistemas de producción de camélidos en la provincia de Laayoune, Marruecos

En la provincia de Laayoune, en Marruecos, la mortalidad de los dromedarios jóvenes antes del destete era importante, sin que se hubiese identificado ninguna etiología evidente. Se realizó una tipología de los criadores y de sus prácticas, mediante encuesta transversal retrospectiva de los criadores de la provincia de Laayoune, esto con el fin de disponer de una base de muestras para elegir los hatos a seguir. Al cabo de la encuesta, se interrogaron 170 criadores, o sea 10% de los criadores en el censo, representando 12 000 dromedarios, es decir 44% de los dromedarios en el censo de la provincia de Laayoune. Un análisis multi variado de los datos agrupados por temas, permitió determinar 4 tipos de organizaciones de los criadores, en función del tamaño del hato, 4 tipos de estrategias de desplazamiento, según las condiciones bioclimáticas y 3 tipos de prácticas de manejo. Estas tres tipologías no estuvieron correlacionadas. Según la cantidad de información obtenida, el número de interlocutores y la variedad de los establecimientos encontrados, parece haberse cubierto la mayoría de las situaciones epidemiológicas. La tipología más pertinente de los sistemas de producción de camélidos en la provincia de Laayoune, se basa en la organización de los hombres alrededor de un hato. La comparación de esta tipología con la mortalidad de los dromedarios jóvenes pre destete, permite emitir hipótesis sobre los factores de riesgo, como la existencia de tóxicos alimenticios, las prácticas de ordeño y de destete, el grado de presencia del propietario, la delegación del manejo del hato y el grado de cuidado humano de los jóvenes dromedarios. Además, esta tipología, fácilmente identificable en el campo, servirá como base de muestreo para los protocolos en seguimientos individuales ulteriores, los cuáles permitirán identificar las diferentes prácticas de manejo, aún mal conocidas y confirmar las hipótesis sobre los factores de riesgo de mortalidad de los jóvenes.

**Palabras clave:** Dromedario - *Camelus dromedarius* - Animal joven - Riesgo - Mortalidad - Clasificación - Epidemiología - Marruecos.

# Guide de l'élevage du dromadaire

Bernard Faye

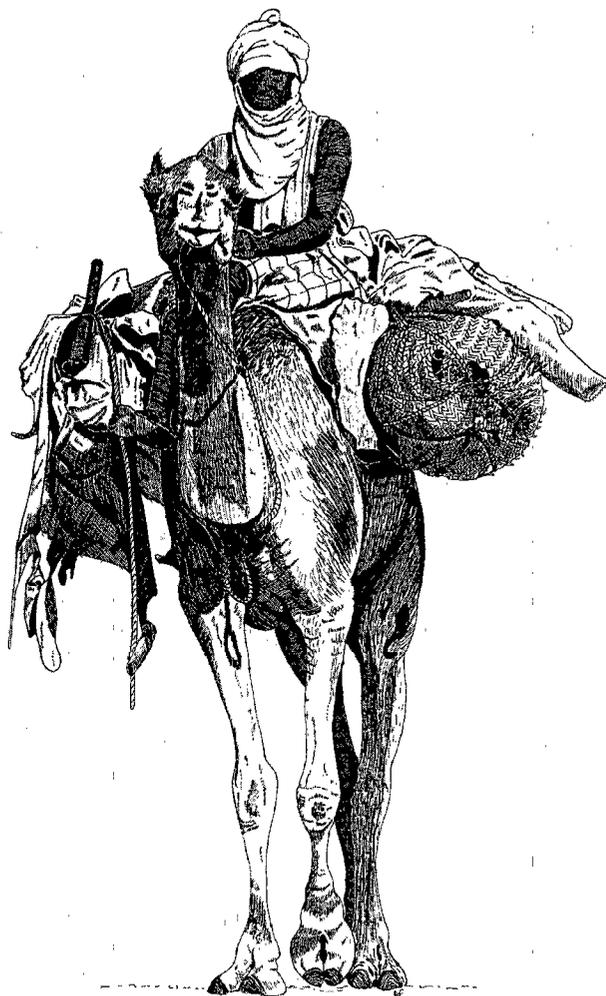
Ce livre tente de couvrir en 128 pages assez denses, l'ensemble des connaissances actuelles sur l'espèce dromadaire dont l'apport à l'économie rurale dans les pays désertiques et semi-désertiques est souvent méconnue. Le premier chapitre rappelle l'origine du dromadaire, issu d'un ancêtre commun avec le lama et le chameau et qui vécut il y a 40 millions d'années en Amérique du Nord. Le dromadaire fut domestiqué il y a 5 000 ans environ dans le sud de la péninsule arabique. La place du dromadaire dans le monde reste marginale (environ 18 millions de têtes), mais est prépondérante dans certains pays (Somalie, Mauritanie, Soudan), même s'il semble en régression dans certaines régions (Afrique du Nord).

Les races de dromadaire demeurent mal connues en dépit de la description d'une cinquantaine d'entre elles par les éleveurs chameliers. La faiblesse de la pression humaine pour la sélection a abouti à une faible variabilité génétique. Il existe des hybrides dromadaires-chameaux.

Le dromadaire présente des particularités anatomiques et physiologiques qui sont le fruit d'une adaptation remarquable aux conditions de vie désertique, notamment à la chaleur (variation de la température interne, ralentissement du métabolisme basal lors de fortes chaleurs, morphologie générale), à la sécheresse (régulation hydrique rénale, diminution des pertes hydriques par voie respiratoire ou cutanée, capacité de stockage dans le tractus digestif et le sang), à la sous-nutrition énergétique (rôle de la bosse comme régulateur des réserves corporelles, métabolisme du glucose différent des autres herbivores domestiques), azotée (recyclage de l'urée) et minérale (meilleure absorption du calcium et du phosphore, faibles besoins en éléments-traces, forte capacité du stockage en sélénium).

Dans la sixième partie de l'ouvrage sont abordés les différents aspects de l'élevage du dromadaire. Après une description sommaire des grands systèmes d'élevage chamelier (pastoraux extensifs, agro-pastoraux semi-intensifs, intensifs), sont évoquées des considérations sur la taille du troupeau (une trentaine en moyenne dans les systèmes pastoraux) et leur composition, fort variable selon les objectifs de l'éleveur (production laitière, animaux de selle ou de bât) et l'âge de la réforme, souvent tardif.

Les pratiques d'élevage sont ensuite déclinées en considérant tout d'abord la reproduction : anatomie, cycle de reproduction, accouplement, gestation et quelques techniques permettant une maîtrise raisonnée de la reproduction (insémination artificielle, transfert d'embryons) dans une espèce où la gestation est longue (13 mois) et la puberté tardive (4-5 ans). L'élevage du jeune est souvent délicat car la viabilité demeure faible (fort taux de mortalité néonatale et périnatale compris entre 30 et 50 p. 100 dans certaines régions), bien que le sevrage soit peu stressant. Cette faible viabilité, associée à une croissance du jeune relativement faible, accentue le caractère à risque de l'élevage de dromadaire. Concernant la lactation, la chamelle produit un colostrum très riche en produits antibactériens. Elle peut être traitée plusieurs fois par jour. Des fermes laitières se développent dans la périphérie de quelques villes. L'alimenta-



tion du dromadaire est le plus souvent à base de parcours naturels qu'il sait valoriser au mieux (sélection des espèces les plus riches en azote, comportement ambulateur). Ramenées à 100 kg de poids vif, les quantités ingérées sont inférieures à celles des bovins, mais il existe une forte variabilité individuelle.

Les principales productions sont le lait (2 500 litres en moyenne) dont la transformation en fromage est maintenant techniquement possible, la viande dont certains pays sont très demandeurs, le travail (bât, traction, selle, sport) et accessoirement la laine, les déjections et le cuir. La dernière partie est consacrée aux maladies du dromadaire après avoir décrit quelques éléments de sémiologie. Outre quelques maladies infectieuses classiques, le dromadaire est surtout sensible aux maladies parasitaires (gale, trypanosomose, hémochose) et aux poxviroses (variole, ecthyma). Un traitement est proposé pour chaque maladie décrite.

#### Diffusion :

Productions animales  
CIRAD-EMVT  
Campus international  
de Baillarguet  
BP 5035  
34032 Montpellier Cedex 1  
France  
Tél. : +33 (0)4 67 59 3703  
Fax : +33 (0)4 67 59 3825  
faye@cirad.fr

Le guide de l'élevage  
du dromadaire  
1<sup>re</sup> édition - 1997  
Dr Bernard Faye  
128 p. : 17,9 x 25,5 cm : 120 FF  
Edition :  
Sanofi - Santé, nutrition animale

# Mortalité et performances de reproduction chez le zébu Azaouak à la station de Toukounous, Niger (1986-1992)

F. Achard<sup>1</sup> M. Chanono<sup>2</sup>

## Mots-clés

Bovin - Zébu Azaouak - Mortalité - Performance de reproduction - Méthode d'élevage - Niger.

## Résumé

La mortalité et les performances de reproduction de zébus Azaouak ont été étudiées à partir des archives de la station de Toukounous au Niger. La mortalité a été relevée sur l'ensemble des animaux au cours des années 1986 à 1992. Les performances de reproduction ont été établies à partir de la carrière des 296 vaches présentes au 15 mai 1993, et nées entre 1976 et 1992. Le taux de mortalité globale moyen était de 4,9 p. 100. Le taux de mortalité des jeunes de moins de 12 mois était de 8,5 p. 100. Les vêlages étaient répartis régulièrement tout au long de l'année. L'âge moyen au premier vêlage (A1V) des génisses nées au cours de la période 1981-1990 a diminué de  $1\ 354 \pm 37$  à  $1\ 020 \pm 30$  jours, avec une moyenne de  $1\ 108 \pm 125,1$  jours. L'intervalle moyen entre les vêlages (IV) des vaches nées de 1981 à 1988 a décliné de  $432 \pm 33$  à  $362 \pm 67$  jours, avec une moyenne de  $424,4 \pm 87,9$  jours. Le mois, l'année de naissance et le poids à 18 mois avaient un effet significatif ( $P < 0,0001$ ) sur l'A1V, alors que seul le rang de vêlage avait un effet significatif sur l'IV ( $P < 0,0001$ ). Le taux de fécondité s'est élevé, en moyenne, à 78 p. 100 pour la période 1987 à 1992. L'amélioration des paramètres de reproduction a eu lieu à partir de 1986, c'est-à-dire au moment où la modification du système d'élevage, initiée au moment de la sécheresse de 1984, en particulier la diminution de la charge sur le pâturage, a commencé à porter ses fruits.

## ■ INTRODUCTION

Le zébu Azaouak, dont les femelles sont réputées au Sahel pour leur aptitude laitière (16, 21), est originaire du Nord-Ouest du Niger. Il est disséminé aujourd'hui dans une grande partie du pays où ses effectifs sont estimés entre 150 et 250 000 animaux de race pure et 3 à 400 000 métis (29). Ce zébu a récemment été retenu pour peupler les centres de multiplication du cheptel d'Ibessétène et de Fako, créés après la sécheresse de 1973, pour aider à la reconstitution du cheptel nigérien. Cette race s'est répandue dans les pays voisins, en particulier au Mali, dans la région de Ménaka, au Burkina Faso et au Nord du Nigeria. De même, ce zébu a été choisi par les projets d'approvisionnement en lait frais des villes de Niamey (coopérative de producteurs de lait de Kirkissoy et projet laitier de Dembou) et de Ouagadougou, au Burkina Faso (projet Loumbila).

Le but de cet article était de présenter les résultats zootechniques obtenus de 1986 à 1992, à la station d'élevage de Toukounous, avec un troupeau de zébus Azaouak élevés sur un pâturage sahélien bien géré et ne recevant qu'une faible complémentation alimentaire. Cette période a été choisie car elle faisait suite à une modification importante du système d'élevage. A partir de 1984, en effet, l'effectif des animaux pour la saison sèche a été adapté aux ressources fourragères évaluées début novembre, ce qui n'était pas le cas depuis quelques années où la capacité de charge était largement dépassée. C'est ainsi que le troupeau est passé de 1 069 têtes au 1.1.1983 à 616 têtes au 1.1.1985.

Les caractéristiques du troupeau, dont la mortalité et particulièrement celles des jeunes avant 12 mois, ont été étudiées pour la période 1986 à 1992. Les performances de reproduction des femelles (période 1976 à 1992) ont été analysées et comparées aux performances observées à Toukounous de 1938 à 1985, ainsi qu'à celles relevées dans les troupeaux des éleveurs ou des stations d'élevage des pays voisins.

1. ORSTOM, BP 11416, Niamey, Niger

2. Station de Toukounous par Filingué, Niger

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Localisation

La station de Toukounous est située à 200 km au nord de Niamey (14°31 de latitude N, 3°18 de longitude E), dans la vallée fossile du Dallol Bosso.

Le climat est aride, de type sahélien. La pluviosité moyenne des années 1983 à 1992 était faible. Elle s'est élevée à 294 mm, avec des extrêmes allant de 141 mm en 1987 à 456 mm en 1991. Le coefficient de variation de la série a atteint 31 p. 100. La saison des pluies s'étend de mai à octobre. Cependant, près de 80 p. 100 du total annuel des pluies sont concentrés entre le 1<sup>er</sup> juillet et le 10 septembre.

### Les parcours

Le terroir pastoral de la station occupe une surface d'environ 4 400 ha. Les sols sableux, dits sols dunaires, portent une végétation herbacée à dominance de graminées annuelles (*Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus*) recouverte par une strate arbustive assez dense : 210 individus par hectare en moyenne et constituée principalement par *Maerua crassifolia* et *Balanites aegyptiaca* (1, 2). Ces arbustes, toujours verts, complètent par leur apport en matières azotées, vitamines et oligo-éléments (17, 28), une ration de paille de très faible valeur alimentaire pendant la saison sèche. Les phytomasses herbacées sont très variables selon les années et les sols (2).

De 1986 à 1992, la charge sur le pâturage avoisinait 6 ha par unité bétail tropical (UBT = un bovin de 250 kg de poids vif).

### Le troupeau

Le troupeau était composé de zébus de race Azaouak. Pendant la période de référence, l'effectif au 1<sup>er</sup> janvier a fluctué selon les années de 694 (1989) à 825 têtes (1993). Le pourcentage de femelles reproductrices, défini comme le nombre de femelles ayant atteint l'âge moyen à la première saillie fécondante (âge moyen au premier vêlage (A1V) - 9 mois) par rapport à l'ensemble des femelles, a été relativement constant. Il s'est situé en moyenne à 60 p. 100 (extrêmes : 57,3 à 62 p. 100). Beaucoup de femelles étaient jeunes : 83 p. 100 avaient moins de 8 ans. Les femelles âgées, 12 ans et plus, ne représentaient que 6 p. 100 de l'effectif annuel moyen des femelles. La pyramide des âges est rapportée à la figure 1.

En règle générale, les génisses étaient mises à la reproduction après avoir atteint un poids d'environ 230 kg, c'est-à-dire entre 610 et 670 jours ces dernières années (3).

Les zébus de la station étaient relativement lourds, le poids moyen des animaux du troupeau approchant 240 kg.

### Conduite des animaux

Le système d'élevage en vigueur à Toukounous était un système extensif, fonctionnant avec le minimum d'intrants. Les animaux, répartis selon l'âge, le sexe et l'état physiologique (femelles en lactation, femelles gestantes) en 8 à 12 troupeaux, étaient à longueur d'année sur le pâturage naturel. Celui-ci constituait pour la plupart des zébus l'unique source de nourriture. De 1986 à 1992, seules les femelles en lactation ont reçu, à certaines périodes de la saison sèche, une complémentation de graines de coton qui a fluctué selon les années et les disponibilités de 360 kg . vache<sup>-1</sup> (1988) à 100 kg . vache<sup>-1</sup> (1991 et 1992). Les graines de coton ont été distribuées pendant la traite, et les veaux non sevrés ont pu consommer une petite quantité de la ration de leur mère.

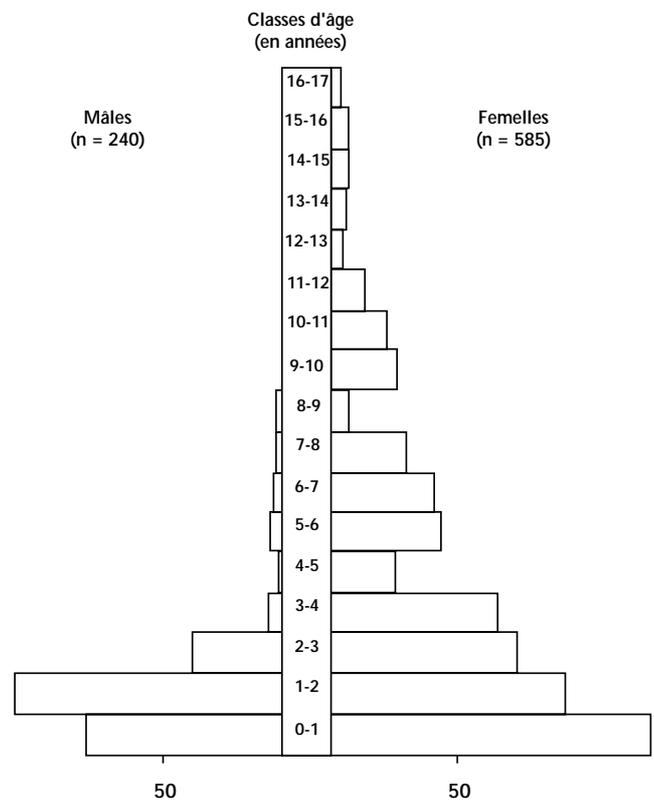


Figure 1 : composition du troupeau de Toukounous au 1.1.93.

La reproduction était conduite par monte naturelle. Les taureaux étaient introduits dans les lots de femelles durant quatre périodes (février-mars, juin-juillet, mi-août-septembre et novembre-décembre) afin d'obtenir une meilleure répartition des vêlages au cours de l'année.

### Enregistrement et analyse des données

L'étude a porté sur la mortalité, en particulier celle des jeunes de moins de 12 mois, sur la répartition moyenne annuelle des saillies et des vêlages, l'âge moyen au premier vêlage, le poids des femelles à 18 mois, le taux de fécondité et l'intervalle moyen entre deux vêlages consécutifs. Elle a été réalisée à partir des données issues des inventaires annuels, des fiches individuelles (fiches carrières) et des registres qui consignent les saillies et les mortalités.

La mortalité a été relevée sur l'ensemble des animaux de 1986 à 1992. Le taux moyen de mortalité était le rapport (en pourcentage) entre le nombre d'animaux morts dans l'année et l'effectif moyen de la même année. Les quotients de mortalité des jeunes de moins de 12 mois ont été calculés à partir des cohortes de veaux nés chaque année et suivis jusqu'à l'âge de 12 mois.

Du fait de l'élevage en plein air, les avortements ont rarement été enregistrés.

La répartition moyenne annuelle des saillies et des vêlages a été établie sur la période 1988-1992. Les années 1986 et 1987 ont dû être éliminées de la série de référence car, en 1986, il n'y a eu exceptionnellement que deux périodes de saillie au lieu de quatre.

L'âge moyen au premier vêlage (A1V) a été déterminé à partir de la carrière de toutes les femelles présentes dans le troupeau au 15 mai 1993 et ayant eu un nombre de vêlages au moins égal à un (n = 296 femelles). Au sein du groupe de 296 vaches ayant servi à déterminer l'A1V, le poids à 18 mois de 206 animaux a été utilisé pour établir la relation entre ce paramètre et l'A1V. Pour chaque paramètre la moyenne et l'erreur standard sont données.

Le taux de fécondité, calculé pour les années 1987 à 1992, est le rapport (en pourcentage) entre le nombre de veaux nés une année donnée et le nombre de femelles reproductrices présentes au début de cette même année.

L'intervalle entre vêlages (IV) a été estimé à partir du groupe de femelles présentes au 15 mai 1993 et ayant eu au moins deux vêlages (215 vaches et 885 IV).

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (26). Les variables dépendantes analysées ont été l'A1V, le poids à 18 mois et l'IV. Les variables indépendantes incluses dans les analyses ont été le mois et l'année de naissance de la femelle, le mois et l'année de vêlage, le poids à 18 mois, le numéro (ou rang) d'intervalle. Le tableau I précise le nombre de femelles par année de naissance utilisé pour le calcul des variables dépendantes.

Tableau I

Effectif de femelles, moyenne et erreur standard (méthode des moindres carrés) de l'âge au premier vêlage, du poids des génisses à 18 mois en fonction du mois ou de l'année de naissance et de l'intervalle entre vêlages en fonction de l'année de naissance de la mère, du mois, de l'année et du rang de vêlage

Variable	A1V (jours)			P18 (kg)			IV (jours)				
	Nb.	moy.	e.s.	Nb.	moy.	e.s.	Nb.	moy.	e.s.	moy.	e.s.
Moyenne générale	296	1 109	125	206	209	25	215	424	87		
<b>Mois</b>	<b>Mois de naissance</b>			<b>Mois de naissance</b>			<b>Mois de vêlage</b>				
1		1 220	25		176	7				442	39
2		1 214	65		165	25				339	72
3		1 195	29		191	7				433	36
4		1 199	21		203	5				427	36
5		1 136	33		232	11				401	37
6		1 119	27		218	7				427	36
7		1 096	29		217	7				406	37
8		1 125	28		215	7				396	34
9		1 120	25		217	6				434	34
10		1 179	36		208	8				428	36
11		1 136	27		201	7				417	33
12		1 163	24		196	5				428	33
<b>Année</b>	<b>Année de naissance</b>			<b>Année de naissance</b>			<b>Année de naissance</b>			<b>Année de vêlage</b>	
1976	3	1 482	74				3	428	20		
1977	7	1 141	49				7	429	15		
1978	6	1 152	53				6	418	19		
1979	5	1 156	57				5	477	25	416	110
1980	3	1 280	74				3	413	32	385	70
1981	12	1 354	37	1	159	25	12	432	33	437	62
1982	22	1 280	28	10	183	8	22	417	36	411	58
1983	26	1 165	26	24	160	6	26	410	39	389	51
1984	6	985	52	6	214	11	6	429	44	457	45
1985	27	1 158	26	25	194	6	27	396	51	446	39
1986	39	1 099	21	37	213	5	39	392	54	412	33
1987	41	1 009	21	35	234	5	42	386	58	396	29
1988	17	1 050	32	15	215	7	17	362	67	420	23
1989	62	1 047	18	51	219	4				411	18
1990	20	1 020	30	2	244	18				417	15
1991										415	12
1992										393	22
<b>Rang de vêlage</b>											
1							475	11			
2							418	12			
3							391	16			
4							399	21			
5							387	28			
6							368	33			
7							390	40			
8							400	47			
9							426	55			
10							375	61			

Nb. : nombre de femelles ; moy. : moyenne ; e.s. : erreur standard. ; A1V : âge au premier vêlage ; P18 : poids à 18 mois ; IV : intervalle entre les vêlages

## ■ RESULTATS

**Caractéristiques de la mortalité**

Le taux de mortalité de l'ensemble du troupeau a été en moyenne de 4,9 p. 100 (extrêmes de 7,2 p. 100 en 1987 à 3 p. 100 en 1992). Les jeunes, morts avant 3 mois, ont contribué pour 50 p. 100 à la mortalité totale.

Le taux de mortalité des jeunes de moins de 12 mois a fluctué de 11,3 p. 100 pour les veaux nés en 1988 à 4,8 p. 100 pour ceux nés en 1990, avec une valeur moyenne de 8,5 p. 100 (tableau II). Le taux de mortinatalité a été faible (2 p. 100 en moyenne). La majorité des cas de mortalité ont eu lieu avant 3 mois (88 p. 100 en moyenne), une grande partie s'étant produits dans les dix jours suivant la naissance (36 p. 100).

Les cas de mortalité ont été un peu plus élevés chez les jeunes femelles (56 p. 100 des morts avant un an) que chez les jeunes mâles. Le sevrage, effectué en général aux alentours de 9 mois, ne paraît pas avoir eu d'effet sur la mortalité des jeunes. En revanche, le taux de mortalité a augmenté de 4 à 5 p. 100 au cours de l'année ou des années qui ont suivi les années 1987 et 1990, où la pluviosité a été déficitaire et la production herbacée faible et de mauvaise qualité (25). Cela peut faire penser que la sous-nutrition pouvait être à l'origine de cet accroissement de la mortalité. L'analyse des causes de mortalité des jeunes au cours des années 1987-1989 et 1990-1991 (tableau III) montre cependant que 79 p. 100 des morts n'apparaissent pas directement liées à un pro-

blème de sous-nutrition. Seuls les 21 p. 100 d'animaux morts de causes inconnues, la plupart à l'âge d'un jour, peuvent laisser subsister un doute.

**Caractéristiques et performances de reproduction****Répartition annuelle des vêlages**

Les saillies à Toukounous sont traditionnellement effectuées sur quatre périodes (tableau IV) afin d'avoir une meilleure répartition des vêlages tout au long de l'année. De 1988 à 1992, une faible proportion de femelles a été fécondée lors de la première saison de monte à laquelle elles ont participé : l'effectif cumulé des femelles mises à la saillie a été environ trois fois supérieur à celui des femelles ayant vêlé.

Le nombre de femelles mises à la saillie et les vêlages ont été répartis à peu près équitablement au cours de l'année. Seule, la période du 15 janvier à fin février n'a enregistré pratiquement aucun vêlage.

**Age au premier vêlage et poids à 18 mois**

L'âge moyen au premier vêlage a été de  $1\ 108,6 \pm 125,1$  jours, soit  $36,5 \pm 4,1$  mois.

La figure 2 met en évidence la répartition des A1V regroupés par classes de deux mois. Plus de la moitié (54 p. 100) des primipares ont vêlé pour la première fois avant 36 mois, et 80 p. 100 avant 40 mois. Pour les femelles qui ont vêlé pour la première fois à partir de 1987, 61 p. 100 des A1V ont été inférieurs à 36 mois et 85 p. 100 à 40 mois.

Tableau II

Nombre de veaux nés, nombre de veaux morts et taux de mortalité dans la classe d'âge 0-12 mois

Année de naissance	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Veaux nés	250	269	213	241	207	225	243
Morts 0-10 jours	9	4	13	10	4	8	3
Morts 10 j-3 mois	12	9	10	13	3	13	12
Morts 3-6 mois	1	2			2		1
Morts 6-12 mois	1	5	1	1	1	1	1
Total 0-12 mois	23	20	24	24	10	22	17
Quotient de mortalité (%)	9,2	7,4	11,3	10,0	4,8	9,8	7,0

Tableau III

Causes de la mortalité et nombre de veaux morts par classes d'âge, pour les veaux nés entre 1987-1989 et en 1990-1991, après les années de sécheresse de 1987 et 1990

Age	Causes de la mort					Total
	Pathologie digestive*	Maladies diverses**	Accident	Divers ***	Inconnues	
0-10 jours	17	2	3	7	17	46
10 j-3 mois	33	4	1		3	41
3-6 mois	1	1	2		1	5
6-12 mois	2	5		1		8
Total	53	12	6	8	21	100

\* Entérites, diarrhées, coccidioses, indigestions laiteuses

\*\* Rickettsiose, septicémie, pneumonie

\*\*\* Inanition, malformations, tétanos

Tableau IV

Périodes de saillies, pourcentage de femelles mises à la saillie en pour cent du total annuel ; périodes de vêlage correspondantes ; pourcentage ayant vêlé par rapport au total annuel (1988-1992)

Périodes de saillies	% mis à la saillie	Période de vêlage	% de vêlages
1/2 au 31/3	25,3	1/11 au 15/1	25,2
1/6 au 15/7	25,7	1/3 au 15/5	28,6
15/8 au 30/9	22,6	16/5 au 31/7	20,1
1/11 au 31/12	26,4	1/8 au 31/10	26,1

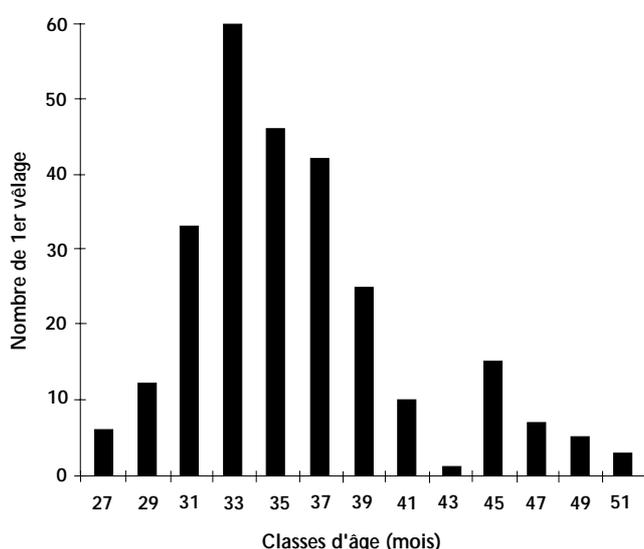


Figure 2 : distribution des âges au premier vêlage à Toukounous dans le troupeau de femelles présentes au 15.5.93.

Il existe une relation significative entre l'A1V et l'année et le mois de naissance ( $P < 0,0001$ ,  $r^2 = 0,43$ ), ainsi qu'entre l'A1V et le poids à 18 mois de la femelle ( $P < 0,0001$ ,  $r^2 = 0,27$ ).

En ne tenant pas compte de la classe 1984 (tableau I) où il n'y a que six individus, on observe qu'à partir des animaux nés en 1986 l'A1V a diminué brutalement et est passé au dessous de la limite de 1 100 jours. Il a fluctué ensuite, entre 1987 et 1990, de  $1\ 009 \pm 21$  à  $1\ 050 \pm 32$  jours, et a été donc  $\leq 34,5$  mois. Compte tenu de la durée moyenne de 288 jours (extrêmes 271 à 301 jours) de la gestation déterminée par Bartha (4), l'âge moyen à la première

conception se situait donc entre 721 et 762 jours, c'est-à-dire 92 à 111 jours après l'introduction de la jeune femelle dans le troupeau de reproduction.

La distribution des A1V par mois de naissance fait apparaître que les femelles nées en fin de saison sèche et en saison des pluies (juin à septembre) avaient un A1V inférieur à celles nées le reste de l'année. Les primipares qui ont vêlé le plus tardivement étaient celles nées de janvier à avril.

L'A1V a décliné significativement lorsque le poids (P) à 18 mois a augmenté. L'équation qui décrit cette relation a pour expression :  $A1V(\text{jours}) = 1597,2 - 2,34 P(\text{kg})$ . Le poids à 18 mois était lui-même très lié à l'année et au mois de naissance ( $P < 0,0001$ ,  $r^2 = 0,53$ ). Oscillant, selon les années, entre  $160 \pm 5,6$  et  $194 \pm 5,7$  kg pour les femelles nées de 1981 à 1985, il s'est situé entre  $213 \pm 4,6$  et  $234 \pm 4,9$  kg pour les femelles nées à partir de 1986.

#### Taux de fécondité

Le taux de fécondité moyen pour la période 1987 à 1992 était de 78 p. 100 (extrêmes 73,3 et 86,4 p. 100). Ses fluctuations (tableau V) ne semblent pas liées aux années de déficit hydrique. En effet, après les années 1987 et 1990, où la pluviosité a été déficitaire, en 1988 et en 1991 ont été enregistrés respectivement un maintien du taux de fécondité et une remontée importante (+ 16,3 p. 100).

#### Intervalle moyen entre les vêlages

L'IV était de  $424,4 \pm 87,9$  jours, soit environ  $14 \pm 2,9$  mois. Les femelles ont été donc fécondées, en moyenne, 136 jours après le vêlage. La répartition des IV en fonction de la durée des intervalles (figure 3) était nettement dissymétrique et d'allure unimodale. Elle montre que 56,8 p. 100 des IV ont été inférieurs ou égaux à 13 mois et 82,5 p. 100 inférieurs ou égaux à 16 mois. Les intervalles  $\geq 20$  mois n'ont représenté que 5,3 p. 100 de l'ensemble et ont été pour la plupart dû à un avortement situé entre les deux vêlages pris en compte. Les relations pouvant exister entre l'intervalle entre les vêlages et les quatre facteurs ci-dessous ont été étudiés ; il s'agit :

- de l'A1V sur le premier intervalle,
- de l'année de naissance de la mère,
- de l'année et du mois de vêlage sur l'intervalle suivant,
- du numéro (ou rang) de l'intervalle.

Il n'y a pas d'effet significatif ( $P > 0,05$ ) de l'A1V sur le premier intervalle entre les vêlages (et sur les intervalles 2 et 3 non plus). Il en est de même pour le mois et l'année de vêlage sur la durée des IV.

Le facteur « année de naissance de la mère », non significatif ( $P > 0,05$ ), est cependant proche ( $P = 0,058$ ) du seuil de signification. On remarque que les femelles nées à partir de 1985 (tableau I) avaient une durée d'IV - comprise entre  $396,4 \pm 50,7$  et  $361,7 \pm 67,2$  jours - bien inférieure à la durée des IV des femelles nées avant cette année-là. On note encore que l'IV a décliné régulièrement pour les femelles nées de 1985 à 1988.

Tableau V

Effectifs des reproductrices au premier janvier, nombres de veaux nés dans l'année, taux de fécondité

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Reproductrices	367	290	279	296	261	308
Veaux nés	269	213	241	207	225	243
Taux de fécondité	73,3	73,4	86,4	69,9	86,2	78,9

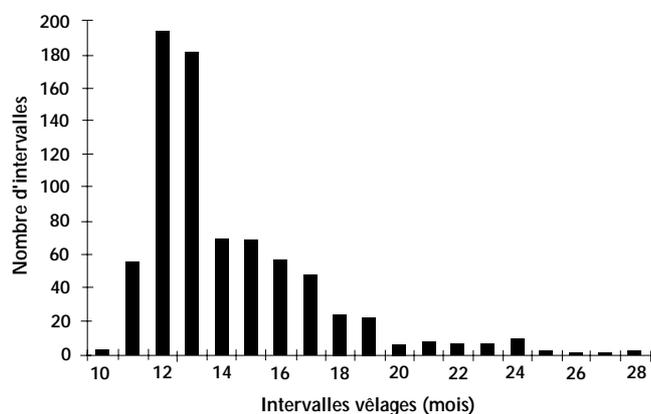


Figure 3 : distribution des intervalles entre deux vêlages consécutifs à Toukounous dans le troupeau de femelles présentes au 15.5.93.

Les IV étaient en revanche affectés significativement par le rang de lactation ( $P < 0,0001$ ). Il existe une relation curvilinéaire entre ces deux variables. Le plus long intervalle était l'IV1 avec  $475 \pm 11$  jours, ensuite les intervalles décroissaient jusqu'à l'IV6 avec  $368 \pm 33$  jours, puis augmentaient régulièrement jusqu'à l'IV9.

L'analyse globale pour le modèle prenant en compte les variables « année de naissance de la mère », « année et mois de vêlage », « rang de l'intervalle » montre qu'elles ont un effet hautement significatif ( $P < 0,0001$ ), mais qu'elles n'expliquent que 18 p. 100 de la variance.

## DISCUSSION

### Mortalité

A Toukounous le taux de mortalité global (1986-1992) de 4,9 p. 100 était plus faible que celui de 15,5 p. 100 annoncé par Pagot pour la même station (1943-1951) (21). Le taux de mortalité des jeunes de moins d'un an (8,5 p. 100) était également inférieur à celui donné par Pagot (12,8 p. 10) (21), et à celui trouvé à la station de Niono, au Mali (19,5 p. 100 en moyenne sur la période 1966 à 1976) (5). Les variations interannuelles de ce taux étaient relativement faibles par rapport à celles enregistrées dans les troupeaux des éleveurs où la mortalité, en particulier celle des jeunes, peut atteindre certaines années des niveaux élevés. Wagenaar et coll. (30), pour la période 1979 à 1982, enregistrent au Mali un taux de mortalité moyen pour cette classe d'âge de 36,3 p. 100 avec des extrêmes de 19,4 p. 100 en 1979 et 46,7 p. 100 en 1980 ; Pullan (22) trouve de 1980 à 1990 au Nigeria une moyenne de 15 p. 100 avec des extrêmes allant de 3,5 à 23 p. 100. En revanche, Colin de Verdière (7) observe au cours des 12 mois qui ont suivi la saison des pluies assez bonne de 1992 un taux de mortalité des jeunes de 11,1 p. 100 pour les troupeaux sédentaires et de 4,2 p. 100 seulement pour les troupeaux nomades des environs de Toukounous.

### Répartition des vêlages au cours de l'année

La répartition des vêlages était à peu près homogène tout au long de l'année. Ce fait est peu courant dans les troupeaux de zones soudanaises et sahéliennes - y compris dans ceux des stations d'élevage comme celle de Dahra (12) - où l'on enregistre, en général, un pic de vêlage en fin de saison sèche (8, 23, 30, 31). Colin

de Verdière (8) remarque cependant que dans les troupeaux des agriculteurs sédentaires des environs de Toukounous les mises bas semblent se dérouler toute l'année. Il attribue ce fait à la complémentarité alimentaire des vaches par les agriculteurs.

### Age au premier vêlage, intervalle entre les vêlages, taux de fécondité

L'âge au premier vêlage a été relativement constant de 1938 à 1985, où il se situait entre  $40,5 \pm 13$  et  $41,2 \pm 3,8$  mois (4, 15, 21, 25). En revanche, au cours du temps, l'intervalle entre les vêlages semble avoir diminué en passant de 18 mois environ (1938-1951), à  $16,7 \pm 5,6$  mois (1955-1986), puis à  $15,3 \pm 3,2$  mois (1979-1985). Par la suite ces deux paramètres se sont améliorés nettement. L'A1V, pour les femelles nées au cours de la période 1986-1992, est passé de  $36,2 \pm 0,69$  à  $33,6 \pm 0,99$  mois, tandis que l'IV, pour les vaches nées de 1985 à 1992, a décliné de  $13 \pm 1,7$  à  $11,9 \pm 2,2$  mois. L'amélioration récente des paramètres de fécondité est concomitante de la modification du système d'élevage (adaptation de la charge animale à la ressource fourragère de saison sèche) qui a débuté en 1984.

L'A1V et l'IV étaient également inférieurs - de 8,5 à 12 mois pour l'A1V et d'environ 2 mois pour l'IV - à ceux obtenus dans des stations implantées dans une zone climatique un peu plus favorable ( $P = 400$  à  $450$  mm), telles que celles de Niono au Mali et Dahra au Sénégal (5, 10, 11, 12).

Ces deux paramètres sont très inférieurs à ceux généralement rencontrés dans les troupeaux des éleveurs de la zone nord-soudanaise et sahélienne. Des auteurs comme Milleville et coll. (18), dans le Sahel burkinabé, Wagenaar et coll. (30) dans le delta intérieur du Niger au Mali, Wilson (31) dans la partie centrale du Mali, Faye (14) au Sénégal, Colin de Verdière (7) dans l'arrondissement de Filingué, dont dépend Toukounous, annoncent des A1V compris entre  $49,5 \pm 3,3$  et 55 mois, et des IV entre  $18,6 \pm 1,2$  et 24 mois.

Le taux de fécondité a fluctué de 73,3 à 86,4 p. 100 selon les années. La comparaison avec les résultats des auteurs qui ont estimé cette valeur n'est pas très aisée car les méthodes de calcul varient, en particulier la détermination du nombre de reproductrices qui figure au dénominateur. On peut cependant donner des ordres de grandeur. En 1943, Pagot (20) observe un taux de fécondité à Toukounous d'environ 67 p. 100, alors que pour la période 1955 à 1986 Gouro (15) trouve 71 p. 100. Dans les troupeaux des éleveurs, il varie beaucoup selon les années et se situe entre 45 et 75 p. 100 (7, 9, 30, 31).

### Facteurs influençant les paramètres de fécondité

A Toukounous, l'année et le mois de naissance de la femelle ont eu un effet significatif sur l'A1V. L'effet année n'était cependant pas lié aux années de sécheresse, donc de déficit fourrager, comme cela est généralement le cas (23, 31). En effet les pluies très inférieures à la moyenne des années 1987 (141 mm) et 1990 (231 mm) ne paraissent pas avoir eu d'impact sur les performances de fécondité. L'effet année était dû au changement du mode de conduite des pâturages et du troupeau comme cela a été vu plus haut. La même observation a été faite à la station de Niono (5) où les paramètres de reproduction s'étaient améliorés entre 1966 et 1973.

L'A1V est lié aussi à l'âge à laquelle la génisse atteint la puberté, lui-même étroitement corrélé à la vitesse de croissance de l'animal qui dépend avant tout de la nutrition de la jeune femelle (19, 22,

23, 27, 30, 31). A Toukounous, ces dernières années, les jeunes femelles n'ont reçu aucune complémentation alimentaire après le sevrage. De la naissance au sevrage elles ont consommé une petite quantité de graines de coton, aux époques où celles-ci étaient distribuées à leur mères.

Le poids moyen à 18 mois des primipares nées de 1981 à 1985 était compris entre  $160 \pm 6$  et  $194 \pm 6$  kg, ce qui correspond aux observations antérieures faites par Chartier et coll. (6). Ces valeurs sont proches de celles trouvées par Bartha (4) (158 kg) et par Simoulin (24) pour des génisses nées entre 1961 et 1963 ( $171 \pm 9$  kg), et de celles enregistrées à Niono (5), où les veaux reçoivent  $1 \text{ à } 2 \text{ kg} \cdot \text{jour}^{-1}$  de concentré avant et après sevrage : 176 kg. Le poids à 18 mois a augmenté à partir de 1986 pour se situer entre  $213 \pm 5$  et  $234 \pm 5$  kg. Une augmentation de 10 kg du poids à 18 mois a induit une réduction de 23 jours de l'A1V. Cette valeur est à rapprocher de celle trouvée par Wagenaar au Mali (30). Il observe que les génisses qui pesaient 10 kg de plus que le poids moyen à 36 mois vêlaient deux mois plus tôt. A Toukounous, la relation entre le poids à 18 mois et l'A1V pourrait certainement être plus étroite si le taureau était constamment dans le troupeau des jeunes femelles, permettant à celles-ci d'être fécondées dès les premières chaleurs fécondantes, ce qui n'était pas le cas avec le système de périodes de saillie en vigueur à la station.

Les génisses nées de juin à septembre avaient un poids à 18 mois plus élevé (environ 20 kg en moyenne) - et, bien entendu, un A1V plus précoce - que celles nées au cours des autres mois. On ne retrouve ce fait ni à Niono (5), ni dans les autres régions du Mali (30, 31). Il paraît difficile d'en déterminer la cause car, à l'exception des jeunes femelles nées entre octobre et décembre, toutes les autres ont connu, au cours de leur croissance, deux saisons des pluies, donc deux périodes où l'alimentation était d'excellente qualité. L'étude des courbes de croissance de 0 à 18 mois par saison de naissance pourrait peut-être éclaircir ce point.

Seul le rang de vêlage, qui exprime aussi l'âge de la mère, avait un effet très significatif sur l'IV. Mukasa-Mugerwa (19), Denis et Thiongane (12) et Wilson (31) enregistrent les mêmes variations de l'IV que celles observées à Toukounous : décroissance de l'A1V jusqu'au sixième vêlage, allongement ensuite, le premier IV étant en général le plus long. Ce dernier, dans la présente étude, dépasse le second de 57 jours. Ceci semble indiquer que la croissance des primipares n'est pas terminée au moment du vêlage, et que les effets conjugués de la lactation et de la croissance seraient la cause des retards enregistrés dans l'apparition de l'œstrus après la mise bas. De nombreux auteurs (10, 19, 30, 31) soulignent d'ailleurs l'effet négatif de la lactation sur le redémarrage du cycle sexuel après parturition quand la nourriture des vaches ne peut couvrir ou couvrir juste leurs besoins de production.

La précocité de l'A1V - 54 p. 100 des vaches du troupeau ont vêlé pour la première fois avant 36 mois et 17 p. 100 avant 32 mois - n'a pas eu d'influence sur le premier IV, ni sur les IV2 et IV3. Cela est lié au fait que les génisses n'étaient mises à la reproduction que lorsque leur poids était suffisant (80 p. 100 de leur poids adulte). La relation entre l'A1V et les intervalles entre les vêlages a été testée par Denis (10). Cet auteur ne trouve pas non plus d'effet significatif, mais pour une raison différente. En effet, l'A1V, à Dahra, était élevé (45 mois), et les femelles avaient pratiquement terminé leur croissance à ce moment-là.

Les mois et années de vêlage n'avaient pas d'effet significatif sur l'IV suivant. Les différents auteurs précités (23, 30, 31) ont fait la même observation. A Toukounous, bien que l'effet mois n'ait pas été significatif, on remarque que les IV les plus courts (comme les

premières mises bas les plus précoces et les poids à 18 mois les plus élevés) ont suivi des vêlages de mai à août (fin de la saison sèche et saison des pluies). Les femelles, à cette période, ont disposé d'une nourriture abondante et de bonne qualité qui leur a permis de couvrir leurs besoins pour la production laitière et de récupérer rapidement après le stress, relativement modéré à la station, de la saison sèche. La différence entre les IV les plus courts (vêlage en août : IV suivant = 396 jours) et les plus longs (vêlage en janvier : IV suivant = 442 jours) était cependant relativement peu élevée (46 jours). Cela confirme le bon état physique des vaches, même en saison sèche. Ce bon état est dû au fait qu'à cette période l'alimentation reste à peu près équilibrée grâce à la présence d'arbres et arbustes fourragers et que, même en année à pluviosité très faible, la production fourragère n'est jamais un facteur limitant, le manque d'herbe étant compensé par une surconsommation de ligneux (3). A cela il faut ajouter la complémentation de la ration, d'avril à juin ou juillet, par les graines de coton. Cet aliment, bien qu'il ait été distribué en quantités très variables et de plus en plus faibles les dernières années, a certainement joué un rôle important dans les performances de fécondité, particulièrement sur l'IV. Mukasa-Mugerwa (19) et Denis (10) mettent l'accent sur l'impact d'une complémentation, même de courte durée, sur la diminution de la période d'ancestrus post-partum. Denis (10), citant Girou et Brochard (1970), note que l'apport pendant six jours seulement de 3 kg d'un concentré, titrant 0,9 UF et 220 g MAD/kg MS, a permis une augmentation sensible (+ 11,4 p. 100) du nombre de vaches fécondées dans les trois mois suivants.

## ■ CONCLUSION

A Toukounous les paramètres concernant la mortalité des jeunes zébus, la croissance des génisses et la fécondité des femelles ont atteint un niveau relativement élevé eu égard aux conditions climatiques rigoureuses qui sévissent dans cette région.

Ces paramètres sont meilleurs que ceux observés dans d'autres stations d'élevage et que ceux mesurés dans les troupeaux d'éleveurs situés dans des zones plus favorables.

Ils se sont améliorés par rapport à la période antérieure à 1986. La croissance des jeunes femelles s'est accélérée. Le poids à 18 mois des génisses nées après 1986 était supérieur de 20 à 50 kg à celui de celles nées avant cette date. L'âge au premier vêlage, situé entre  $44,5 \pm 1,2$  et  $36,1 \pm 0,7$  mois pour les génisses nées entre 1981 et 1986, s'est stabilisé aux environs de 34 mois pour celles nées de 1987 à 1990. L'intervalle moyen entre les vêlages, supérieur à 410 jours chez les femelles nées entre 1976 et 1984, a baissé régulièrement de  $396 \pm 1,7$  à  $362 \pm 2,2$  jours pour celles nées entre 1985 et 1988. Cette amélioration s'est manifestée dès la modification du système de gestion du pâturage et du troupeau. Il est vraisemblable que ces bons résultats zootechniques et la faible saisonnalité des paramètres de reproduction soient en partie dus à une alimentation relativement équilibrée en saison sèche pour les vaches en lactation, à une gestion des charges dans les différentes parcelles, ainsi qu'à la forte contribution des ligneux dans les régimes des bovins.

## Remerciements

Nous exprimons notre reconnaissance au Dr Salvador Fernandez-Rivera, responsable du groupe de recherche de l'ILRI basé au centre sahélien de l'ICRISAT à Niamey, qui nous a aidé dans le traitement statistique de nos données.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ACHARD F., 1992. Les ressources fourragères de la station sahélienne expérimentale de Toukounous (1991). Analyse floristique (herbacées et ligneux), structure démographique du peuplement ligneux, relations herbes-arbres. Dakar, Sénégal, UNESCO-MAB, 42 p.
2. ACHARD F., BOULKACIM S., GOURO A., 1993. La station d'élevage sahélienne de Toukounous, au Niger : productivité d'un système de production extensif amélioré. In : Gaston A., Kernick M., Le Houérou H.N., ed., Actes IV<sup>e</sup> Congr. int. Terres de Parcours, vol. 2, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. Montpellier, France, CIRAD, p. 775-778.
3. ACHARD F., CHANONO M., 1995. Un système d'élevage performant bien adapté à l'aridité : Toukounous, dans le Sahel nigérien. *Sécheresse Sci. Changement planét.*, **6** : 215-222.
4. BARTHA R., 1967. Elevage du zébu Azaouak à la station de Toukounous (Niger) 1963-1967. Niger, Station d'élevage de Toukounous (Rapport), 55 p.
5. CENTRE INTERNATIONAL POUR L'ELEVAGE EN AFRIQUE, 1978. Evaluation des productivités des races bovines Maure et Peulh à la station de Sahel, Niono, Mali. Addis Abéba, Ethiopie, CIPEA, 128 p. (Monographie n° 1)
6. CHARTIER P., LAOUALY A., PLANCHENAU D., 1982. Estimation de différents paramètres génétiques de la croissance pondérale chez le zébu Azawak. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 413-419.
7. COLIN DE VERDIERE P., 1993. Etude comparée des systèmes pastoraux sédentaires, nomades et transhumants, dans la région de Filingué, au Niger. Stuttgart, Allemagne, Universitat Hohenheim, Institut pour les productions animales dans les pays tropicaux et subtropicaux, 10 p.
8. COLIN DE VERDIERE P., 1994. Investigations sur l'élevage pastoral au Niger. Rapport final du projet STD2. Stuttgart, Allemagne, Universitat Hohenheim, Institut pour les productions animales dans les pays tropicaux et subtropicaux, 65 p.
9. COULOMB J., 1972. Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti (République du Mali) : étude du troupeau. Maisons-Alfort, France, GERDAT-IEMVT, 184 p.
10. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.
11. DENIS J.P., 1971. Note sur l'âge du premier vêlage chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). In : III<sup>e</sup> Conf. int. Zootech., Versailles, France, 20-23 juillet 1971. Maisons-Alfort, France, GERDAT-IEMVT, 7 p.
12. DENIS J.P., THIONGANE A.I., 1973. Caractéristiques de la reproduction chez le zébu, étudiées au centre de recherches zootechniques de Dahra. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **26** : 49a-60a.
13. DENIS J.P., THIONGANE A.I., 1978. Influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles zébus Gobra au CRZ de Dahra. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** : 85-90.
14. FAYE A., 1993. Situation et perspectives de l'élevage bovin dans les systèmes agro-pastoraux denses de la zone sahélo-soudanienne. Le cas du sud du bassin arachidier du Sénégal. Thèse doct., ENSA, Montpellier, France.
15. GOURO A., 1990. Rapport d'activité de recherches sur les caractères de la reproduction de 2 races bovines africaines (Azawak du Niger et N'Dama de Guinée) en vue de l'amélioration de leur fécondité. Paris, France, UNESCO, Int. Council of Scientist Union, African Network of Biology, 82 p. + ann.
16. JOSHI N.R., McLAUGHLIN E.A., PHILLIPS R.W., 1957. Les bovins d'Afrique, types et races. Rome, Italie, FAO, 317 p. (Etudes agricoles)
17. LEFEVRE P., 1990. Les analyses de fourrages ligneux à l'IEMVT d'après les dosages effectués au Service d'alimentation. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 8 p.
18. MILLEVILLE P., COMBES J., MARCHAL J., 1982. Systèmes d'élevage sahéliens dans l'Oudalan. Etude de cas. Ouagadougou, Burkina-Faso, ORSTOM, 127 p. + ann.
19. MUKASA-MUGERWA E., 1989. A review of reproductive performance of female *Bos Indicus* (Zebu) Cattle. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, 134 p. (Monograph No. 6)
20. PAGOT J., 1943. Les zébus de l'Azawak. *Bull. Serv. zootech. epizoot. Afr. occident.*, **6** : 155-163.
21. PAGOT J., 1951-52. Production laitière en zone tropicale. Faits d'expérience en AOF. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **5** : 173-190.
22. PULLAN N.B., 1980. Productivity of White Fulani cattle on the Jos Plateau, Nigeria III. Disease and management factors. *Trop. Anim. Health Prod.*, **12**: 77-84.
23. REGE J.E.O., VON KAUFMANN R.R., MWENYA W.N.M., OTCHERE E.O., MANI R.I., 1993. On-farm performances of Bunaji (White Fulani) cattle. 2. Growth, reproductive performance, milk offtake and mortality. *Anim. Prod.*, **57**: 211-220.
24. SIMOULIN J.L., 1965. Le zébu de l'Azaouak. Amélioration de l'élevage en zone sahélienne. Thèse doct. vét., ENV, Lyon, France, 165 p. (n° 32)
25. STATION DE TOUKOUNOUS. Rapports annuels 1979 à 1993. Niamey, Niger, Ministère de l'agriculture et de l'élevage.
26. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, 1987. SAS user's guide. Cary, NC, USA, SAS Institute.
27. TOPPS J.H., 1977. The relationship between reproduction and undernutrition in beef cattle. *World Rev. Anim. Prod.*, **13**: 43-49.
28. TOURE FALL S., 1993. Arbres et arbustes fourragers dans l'alimentation des ruminants en zones sahélienne et soudanienne. Valeur nutritive d'espèces appréciées (Sénégal). In : Gaston A., Kernick M., Le Houérou H.N., ed., Actes IV<sup>e</sup> Congr. int. Terres de Parcours, vol. 2, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. Montpellier, France, CIRAD, p. 670-673.
29. VANLANCKER J., 1996. Dossier d'instruction du projet d'appui à l'élevage des bovins de race Azaouak au Niger. Fond d'étude et d'expertises Belgo-Nigérien. Niamey, Niger, Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 116 p.
30. WAGENAAR K.T., DIALLO A., SAYERS A.R., 1986. Productivity of transhumant Fulani cattle in the inner Niger Delta of Mali. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, 57 p. (Research report No. 13)
31. WILSON R.T., 1988. La production animale au Mali central : études à long terme sur les bovins et les petits ruminants dans le système agropastoral. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, 115 p. (Research report No. 14)

Reçu le 5.9.95, accepté le 9.6.98

## **Summary**

**Achard F., Chanono M.** Mortality and reproductive performances in Azawak zebu at the Station of Toukounous, Niger (1986-1992)

Mortality and reproductive performances were studied in Azawak zebu at the Station of Toukounous in Niger. Mortality was recorded for the whole herd from 1986 to 1992. Reproductive performances were determined based on 296 cows born between 1976 and 1992 and present at the Station on May 15, 1993. The average rate of total mortality was 4.9%. The mortality rate of calves under 12 months of age was 8.5%. Calving was evenly distributed over the year. The average age of heifers born between 1981 and 1990 at first calving (A1C) decreased from  $1354 \pm 37$  to  $1020 \pm 30$  days, with a mean of  $1108 \pm 125.1$  days. The average calving interval (CI) for cows born between 1981 and 1988 decreased from  $432 \pm 33$  to  $362 \pm 67$  days with a mean of  $424.4 \pm 87.9$  days. The month, year of birth and weight effects at 18 months of age were significant ( $P < 0.0001$ ) on A1C, whereas only parity had a significant effect ( $P < 0.0001$ ) on CI. The mean fecundity rate reached 78% between 1987-1992. Reproduction parameters improved starting in 1986, i.e., at a time when the first results from changes in animal husbandry (e.g., herd size reduction on grazing), initiated during the drought of 1984, became apparent.

**Key words:** Azawak zebu cattle - Mortality - Reproductive performances - Animal husbandry method - Niger.

## **Resumen**

**Achard F., Chanono M.** Mortalidad y rendimientos de reproducción en el cebú Azaouak en la estación de Toukounous, Níger (1986-1992)

Se estudiaron la mortalidad y los rendimientos de reproducción de los cebúes Azaouak, a partir de los archivos de la estación Toukounous, en Níger. La mortalidad se siguió para el conjunto de los animales durante los años de 1986 a 1992. Los rendimientos de reproducción se establecieron a partir de la carrera de 296 vacas presentes al 15 de mayo de 1993, y nacidas entre 1976 y 1992. La tasa de mortalidad global media fue de 4,9%. La tasa de mortalidad de los jóvenes de menos de 12 meses fue de 8,5%. Los partos presentaron una distribución regular a lo largo del año. La edad media al primer parto (E1P), de las novillas nacidas durante el período 1981-1990, disminuyó de  $1\ 354 \pm 37$  días a  $1\ 020 \pm 30$  días, con un promedio de  $1\ 108 \pm 125,1$  días. El intervalo medio entre partos (IP) de las vacas nacidas entre 1981 y 1988 disminuyó de  $432 \pm 33$  a  $362 \pm 67$  días, con un promedio de  $424,4 \pm 87,9$  días. El mes, el año de nacimiento y el peso a los 18 meses tuvieron un efecto significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre la E1P, mientras que únicamente el rango de parto presentó un efecto significativo sobre la IP ( $P < 0,0001$ ). La tasa de fecundidad alcanzó, en promedio, 78% para el período de 1987 a 1992. La mejoría de los parámetros de reproducción se presentó a partir de 1986, es decir, cuando una modificación del sistema de crianza, en el momento de la sequía de 1984, particularmente la disminución de la carga de pastoreo, presentó sus frutos.

**Palabras clave:** Ganado bovino - Cebú Azaouak - Mortalidad - Reproductividad - Método de crianza - Níger.

## Colloques, Congrès / Symposia, Conferences

Congress to be held by ARC Onderstepoort Veterinary Institute and OIE, August 9-15, 1998, at the Kruger National Park, South Africa, on:

### **Anthrax, brucellosis, contagious bovine pleuropneumonia (CBPP), clostridial and mycobacterial diseases**

The congress will focus on these diseases with particular attention to epidemiology, control, zoonoses and detection. Prominent scientists of international stature have been invited as keynote speakers to contribute their expertise. At the end of the congress, conclusions and recommendations will be made that will indicate the focus for future research.

Deadline for abstracts 4/1/98 with the papers for publication in the proceedings before 5/1/98.

For further information contact:

Dr. Stan Herr  
Onderstepoort Veterinary Institute (OVI)  
Private Bag X05  
Onderstepoort 0110  
South Africa

Tel +27-12-529-9382  
Fax +27-12-529-9127  
stan@moon.oivi.ac.za

For other particulars visit the website:

<http://www.oivi.ac.za/docs/congress/abcmcd/index.html>

or homepage:

<http://www.oivi.ac.za>

The **VI International Rangeland Congress**, "People and Rangelands - Building the Future", will take place in Townsville, Australia, **July 18-23, 1999**. (For more information on Townsville see web site <http://www.tel.au>)

Topics to be covered include:

People in rangelands, Managing grazing pressure, People adding value to rangelands, Managing rangeland plant communities, People and rangeland biodiversity, Future shocks to people and rangelands, Accounting for rangeland resources, Integrating management of land and water resources, Ecological communities, Building the future in education and communication, Modelling for better rangelands, Soil processes for better rangeland management, Rehabilitation of mined surfaces, International perspectives on the rangelands, Environmental weeds, People and the conservation estates in rangelands, Plant functional groupings.

Any individual is invited to submit a paper relevant to any of the themes outlined in the Congress Program.

Abstracts, volunteered and invited: the final receipt date is 8/31/98.

Papers, volunteered and invited: the final receipt date is 11/30/98

Information on details or Instructions to authors before submitting abstracts/papers may be obtained at:

VI International Rangeland Congress  
Secretariat Office  
PO Box 764  
Aitkenvale, QLD 4814  
Australia

Tel +61-7-47-71-5755  
Fax +61-7-47-71-5455  
secretariat-irc@unsw.edu.au  
www: <http://irc.web.unsw.edu.au>

# Typologie des élevages de cerfs en Nouvelle-Calédonie et impact d'un suivi des performances d'abattage

S. Le Bel<sup>1</sup> M. Salas<sup>1</sup> D. Dulieu<sup>1</sup>

## Mots-clés

*Cervidae* - *Cervus timorensis russa* - Cerf rusa - Classification - Abattage d'animaux - Carcasse - Pesée - Nouvelle-Calédonie.

## Résumé

Une typologie des élevages de cerfs a été réalisée grâce à la méthode graphique de Bertin. Quatre grands types d'élevage qui se différençaient essentiellement selon la superficie des pâturages, le chargement moyen et l'intensification des pratiques d'élevage ont pu être distingués. La campagne d'abattage de 1994 totalisait 1 053 têtes dont 927 ont été concernées par le suivi. Les cerfs abattus étaient des mâles entiers (93 p. 100). Trente-cinq pour cent de l'effectif étaient âgés entre 1 et 2 ans et 48 p. 100 avaient plus de 2 ans. Le pourcentage de carcasses déclassées était de 1,6 p. 100 chez les éleveurs ayant opté pour la pesée comme outil de tri ; chez les autres éleveurs, il était sept fois plus important (12 p. 100 ; différence significative  $p < 0,001$ ). Le poids vif (PV) moyen des cerfs abattus ( $n = 510$ ) était de  $49,0 \pm 0,6$  kg, le poids carcasse (PC) moyen ( $n = 927$ ) à chaud après égouttage était de  $28,4 \pm 0,3$  kg et le rendement à chaud (RD) moyen était de  $56,8 \pm 0,3$  p. 100. Des analyses de la variance conduites sur les variables PV, PC et RD montrent que les facteurs types d'élevage, âge et saison d'abattage avaient un effet significatif. L'effet type d'élevage ne permet pas de discriminer un type d'exploitation plus performant. Les élevages extensifs (type 4) avaient des performances plus faibles par manque de finition de leurs animaux. De 1 à 2 ans, le PC a augmenté de 6 kg (25 kg/31 kg) mais le RD a diminué de 2 p. 100, de 58 à 56 p. 100. La meilleure saison d'abattage était la saison fraîche avec des carcasses de 30 kg et un rendement de 57 p. 100. Une équation de régression significative ( $p < 0,001$ ) permet de prédire le PC en fonction de PV [ $PC(kg) = 0,5 PV(kg) + 3,4$ ]. Vis-à-vis des autres pays éleveurs de cerfs rusa, les performances d'abattage obtenues en Nouvelle-Calédonie étaient moins bonnes. Cette différence de niveau de performance est à rattacher au mode d'élevage plus extensif du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. L'amélioration du niveau de production semble liée à une meilleure stratégie alimentaire pendant la saison sèche et à la finition des jeunes mâles abattus avant deux ans.

## ■ INTRODUCTION

L'élevage du cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) en Nouvelle-Calédonie est une activité récente qui s'appuie sur une association d'éleveurs, l'EDEC\*, regroupant un cheptel d'environ 10 000 animaux. On compte environ une quinzaine d'élevages en production sur le Territoire. L'OCEF\*\*, organisme territorial, se charge de l'abattage des animaux et de la commercialisation de la venaison.

Les pratiques d'élevage en vigueur sont sommaires et de type extensif : manipulations occasionnelles des animaux, peu ou pas d'interventions pendant le rut, sevrage et embouche exceptionnels, exploitation des parcours en rotation lente ou en pâturage continu (8). Le niveau de chargement moyen (3 cerfs/ha) est faible mais correspond à des pâturages de qualité moyenne à médiocre (18).

Le marché local de venaison assure l'écoulement de 1 000 carcasses par an au rythme de 40 animaux tous les 15 jours. L'éleveur est rémunéré en fonction du poids carcasse à chaud selon deux classes : une classe premier choix correspondant à un poids carcasse de 23 à 45 kg (555 FCFP/kg\*\*\*) et une classe de deuxième choix correspondant à un poids carcasse inférieur à 23 ou supérieur à 45 kg (250 FCFP/kg).

1. CIRAD-EMVT, BP 186, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

\* EDEC : Etablissement de l'élevage de cervidés de Nouvelle-Calédonie

\*\* OCEF : Office de commercialisation et d'entreposage frigorifique

\*\*\* 1 FCFP = 0,05 FF

L'enquête structurelle menée en 1993 (8) identifia un certain nombre de contraintes au développement de la filière, notamment une fourniture irrégulière d'animaux de la part des éleveurs et l'hétérogénéité des carcasses produites.

Pour améliorer cette situation, un suivi des abattages fut proposé aux éleveurs de cerfs pour la campagne de 1994, avec notamment la pesée systématique des animaux destinés à être abattus.

Le but de la présente étude est de proposer une première classification des élevages de cerfs du Territoire et d'analyser l'impact d'un suivi des abattages dans les différents types d'élevage identifiés.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Lieu d'étude

La Nouvelle-Calédonie représente 19 000 km<sup>2</sup> de terres émergées, à proximité du tropique du Capricorne dans la zone intertropicale. Le tiers de cette superficie est recouvert de savane et de formations herbeuses qui représentent l'espace pastoral.

Les élevages de cerfs sont localisés pour la plupart sur la façade Ouest de la Grande Terre (8).

Sur le plan climatique, l'année calendaire est découpée en trois saisons d'environ quatre mois : une saison des pluies (SP) chaude et humide de janvier à avril, une saison fraîche (SF) de mai à août et une saison sèche (SS) de septembre à décembre.

### Typologie des élevages

Les enquêtes ont porté sur 15 élevages. Parmi eux, un seul était situé sur la côte Est. Chaque élevage de cerfs a été caractérisé par une série de facteurs qualitatifs et quantitatifs décrivant le milieu, les caractéristiques structurelles de l'élevage, le cheptel et les principales pratiques mises en œuvre par l'éleveur. Afin d'effectuer un regroupement des 15 exploitations, une typologie utilisant la méthode graphique de Bertin (1) a été réalisée en utilisant une liste de facteurs discriminants « à dire d'expert » (tableau I) établie suite à une enquête préalable (8).

### Suivi des abattages

La campagne d'abattage précédant l'étude (1993) s'est traduite par l'abattage de 1 038 cerfs pour une production de 26,4 tonnes de venaison (valeur marchande de 11,2 millions FCFP). Le poids carcasse moyen était de 25,4 ± 0,5 (15) et le pourcentage d'animaux déclassés pour poids insuffisant (< à 23 kg) était de 39 p. 100 (407/1 038).

En 1994, les abattages de cerfs ont été réalisés toute l'année sur un rythme bimensuel par lots de 40 têtes. Chez l'éleveur, les cerfs destinés à l'abattoir étaient pesés et triés en estimant le poids carcasse sur la base d'un rendement carcasse moyen de 58 p. 100 (9). Les animaux dont les poids carcasses étaient inférieurs à 23 ou supérieurs à 45 kg ont été écartés. Chez les éleveurs où les pesées n'ont pu être réalisées, un tri a été effectué sur des critères visuels. Une fois constitué, le lot de 40 cerfs était acheminé en bétailière le jour même à l'abattoir de Bourail.

L'abattage des cerfs s'est effectué selon le procédé classiquement en usage dans les abattoirs de norme CEE (6). Un agent de l'OCEF a classé les carcasses en tenant compte de la dentition et du poids carcasse à chaud selon trois catégories. Chaque cerf abattu a été caractérisé par une série de facteurs qualitatifs et quantitatifs :

- le type d'élevage défini dont il était issu ;
- la période d'abattage (chaude, fraîche et sèche) ;
- le sexe ;
- l'âge présumé déterminé par l'état de la dentition (2, 3), soit trois catégories : moins d'un an, de 1 à 2 ans, plus de deux ans (encadré 1) ;
- la catégorie OCEF (extra, classe 1 et classe 2) ;
- le poids vif avant abattage (PV en kg) ;
- le poids carcasse à chaud (PC en kg) ;
- le rendement à chaud (RD : 100 x PC/PV en p. 100).

### Analyses statistiques

L'effet de la pesée sur le pourcentage de carcasses déclassées a été mesuré par le test du  $\chi^2$  en comparant les taux de carcasses en seconde catégorie.

La même analyse a été utilisée pour apprécier la répartition des effectifs selon la période d'abattage, l'âge et le sexe des animaux, ainsi que les catégories OCEF.

L'homogénéité des variances a été testée avec le test de Lilliefors et Levene (procédure Examine SPSS/PC + version 5.0 (17)). Les effets des facteurs, types d'élevage, âges des animaux et période d'abattage sur les différentes variables prises en considération (PV, PC, RD) ont été estimés par des analyses de variance (procédure Anova SPSS/PC + version 5.0 (17)). Pour la variable RD exprimée en pourcentage, l'analyse de variance a été réalisée sur l'arcsinus des valeurs obtenues. L'estimation du poids carcasse à partir du poids vif a été effectuée par le biais d'une régression entre les poids carcasses et les poids vifs (procédure Regression SPSS/PC + version 5.0 (17)).

## ■ RESULTATS

### Typologie des élevages de cerfs

Le traitement graphique de l'information par l'outil de Bertin est résumé dans le tableau II. Le facteur « Capture de cerfs sauvages » (tableau I) n'a pas été retenu dans la mesure où tous les élevages, à l'exception d'un seul (le n° 15), avaient la possibilité d'effectuer des captures.

#### Encadré 1

Méthode de classification des carcasses de cerfs à l'abattoir (source OCEF)

Catégories	Extra	Première	Seconde
Dentition	I-0, I-1	I-2 à I-4	I-0 à I-4
Poids carcasse (kg)	23-45	23-45	< 23 ou > 45
Prix achat OCEF (FCFP/kg)	555	555	255
I-0 : absence d'incisive de remplacement I-1 : présence des pinces de remplacement I-2 : présence des pinces et des premières mitoyennes de remplacement I-3 : présence des pinces, des premières et deuxièmes mitoyennes de remplacement I-4 : présence des pinces, des mitoyennes et des coins de remplacement La classe extra et première sont payées au même tarif			

Tableau I

Facteurs discriminants « à dire d'expert » retenus pour l'élaboration de la typologie

Correspondances graphiques avec le tableau II				
<b>Caractéristiques du milieu</b>	Pluviométrie (mm)	< 800	800-1 500	> 1 500
	Cours d'eau	Absent	-	Permanent
	Surface agricole utilisable (ha)	> 200	100-200	< 100
	% mécanisable	25-50	50-75	> 75
<b>Gestion du milieu</b>	SAU/km de barrière (ha/km)	> 20	10-20	< 10
	% amélioré	< 10	10-30	> 30
	Arbustes fourragers	Absents	-	Présents
	Gyrobroyage	Non	-	Oui
	Rotation	Non	-	Oui
<b>Cheptel</b>	Effectif de cervidés	> 500	200-500	< 200
	Densité (cerfs/ha)	< 2	2-5	> 5
<b>Gestion du cheptel</b>	Capture de cerfs sauvages	Oui	-	Non
	Cheptel identifié	Non	Partiellement	Totalement
	Manipulations	1 fois/an	2 à 3 fois/an	> 3 fois/an
	Sevrage et embouche	Non	Partiellement	Oui
	Agrégation des troupeaux	1 troupeau	-	2 troupeaux

Tableau II

Typologie des élevages de cerfs en Nouvelle-Calédonie

Types d'élevage	Type 1			Type 2				Type 3				Type 4			Autre
Eleveurs :	15	9	4	1	7	5	6	11	8	14	2	13	3	10	12
Gyrobroyage															
Manipulations															
Cheptel identifié															
Agrégation troupeaux															
% mécanisable															
Rotation															
SAU/km de barrière															
% amélioré															
Densité cerfs/ha															
Sevrage et embouche															
Cours d'eau															
SAU															
Effectif de cervidés															
Arbustes fourragers															
Pluviométrie															

Voir tableau I pour correspondances graphiques

Il a été possible de distinguer quatre types d'élevage, du système le plus intensif au plus extensif.

L'élevage n° 12 était atypique en raison de sa localisation géographique sur la façade Est de la Grande Terre avec une pluviométrie moyenne de 2 000 à 3 000 mm d'eau par an. Etant donné le mode de gestion en vigueur dans cet élevage et la pauvreté des ressources fourragères, cet élevage a été rattaché à ceux de type 4.

#### Type 1 (n = 3)

Les élevages de faible superficie au mode de gestion intensif ont été regroupés. Les principales caractéristiques étaient les suivantes :

- la surface agricole utilisée (SAU), inférieure à 100 ha, était en grande partie mécanisable. Le facteur précipitation n'était pas limitant, la pluviométrie étant supérieure à 800 mm ou l'éleveur disposant d'un système d'irrigation ;

- le cheptel, de moins de 500 têtes, provenait de captures sauf dans le cas de l'élevage n° 15. Le chargement moyen était supérieur à 5 cerfs/ha ;

- plus de 30 p. 100 de la SAU était améliorée. L'importance du cloisonnement a permis d'exploiter le pâturage en rotation. Les refus étaient gyrobroyés régulièrement ;

- avec 100 p. 100 d'individus identifiés, les animaux répartis en deux troupeaux (commercial et reproduction) étaient régulièrement manipulés, notamment à l'occasion d'opérations de sevrage et d'embouche.

#### Type 2 (n = 4)

Les élevages se rapprochant du type 1 ont été regroupés mais avec un niveau d'intensification moins important. La SAU était de 100 à 200 ha et la taille du cheptel était comparable à celle du type 1. Ces élevages se distinguaient entre autres par un niveau de chargement (2 à 5 cerfs/ha) et d'amélioration fourragère plus faible (10 à 30 p. 100 SAU).

#### Type 3 (n = 4)

Les élevages extensifs ayant partiellement amélioré leur SAU ont été regroupés. Ils se sont caractérisés par :

- une SAU souvent supérieure à 200 ha dont le pourcentage mécanisable était limité à 30 p. 100. L'irrigation de certaines parcelles a permis de compenser partiellement les effets d'une pluviométrie irrégulière et inférieure à 800 mm ;

- un cheptel d'au moins 500 têtes provenait de captures. Le chargement moyen était de 2 à 5 cerfs/ha ;

- moins de 10 p. 100 de la SAU était améliorée. L'exploitation du parcours s'est effectuée en pâturage continu. Le gyrobroyage des adventices était une pratique courante ;

- les cerfs, en partie identifiés, ont été regroupés en un seul troupeau. Les manipulations s'effectuaient à l'occasion d'opérations commerciales. Il n'y avait pas d'embouche et les sevrages étaient occasionnels.

#### Type 4 (n = 3)

Les élevages de grande superficie au mode de gestion extensif ont été regroupés. Les principales caractéristiques étaient les suivantes :

- la SAU de plus de 500 ha était partiellement mécanisable (30 p. 100 de la SAU). A l'absence de système d'irrigation s'est ajoutée une pluviométrie inférieure à 800 mm ;

- le cheptel, acquis par capture, s'élevait au minimum à 500 têtes. Le niveau de chargement était faible avec souvent moins de 2 cerfs/ha ;

- avec moins de 10 p. 100 de la SAU améliorée, l'exploitation des parcours s'est effectuée en continu. L'entretien des parcelles était quasi nul ;

- les cerfs, regroupés en un seul troupeau, étaient manipulés uniquement à l'occasion d'opérations commerciales.

### Caractéristiques des abattages selon les différents types d'élevage

Au cours de la campagne d'abattage de 1994, 1 053 cerfs ont été abattus. Les suivis d'abattage ont porté sur un échantillon de 927 cerfs, soit 88 p. 100 des animaux abattus. Les principaux résultats de ces abattages sont exposés dans le tableau III.

L'abattage des cerfs s'est effectué en 35 séquences par lots d'environ 26 cerfs (min./max. : 8 à 42). En se référant à la typologie des élevages, 11 p. 100 des cerfs abattus provenaient d'exploitations de type 1, 22 p. 100 de celles de type 2, 40 p. 100 de celles de type 3 et 27 p. 100 de celles de type 4.

Tableau III

Répartition des effectifs abattus selon la typologie de l'élevage, la période d'abattage, le sexe, l'âge de l'animal, les catégories OCEF et la pratique de la pesée

		Ensemble des élevages	Elevages de type 1	Elevages de type 2	Elevages de type 3	Elevages de type 4
Effectif abattus (% effectif total)		927 (100 %)	106 (11 %)	200 (22 %)	374 (40 %)	247 (27 %)
Période d'abattage (a)	Saison des pluies	255 (28 %)	0	40	80	135
	Saison fraîche	380 (41 %)	84	100	196	0
	Saison sèche	292 (32 %)	22	60	98	112
Sexe (b)	Mâle	858 (93 %)	97	200	315	246
	Femelle	69 (7 %)	9	0	59	1
Age d'abattage (c)	Moins d'un an	153 (17 %)	45	43	44	21
	De 1 à 2 ans	325 (35 %)	30	62	149	84
	Plus de 2 ans	449 (48 %)	31	95	181	142
Catégories OCEF (d)	Extra, première	871 (94 %)	104	190	350	227
	Seconde	56 (6 %)	2	10	24	20
Pratique de la pesée (e)	Oui	510 (55 %)	106	59	228	117
	Non	417 (45 %)	0	141	146	130

a, b, c, e : répartition significativement différente selon les types d'élevages ( $\chi^2$ , p < 0,001)  
d : pas de différence significative ( $\chi^2$ , p > 0,05)

Vingt-huit pour cent des abattages ont été effectués en saison chaude, 41 p. 100 en saison fraîche et 32 p. 100 en saison sèche. La répartition des abattages par saison diffère significativement selon le type d'élevage ( $p < 0,001$ ). Si les types 1, 2 et 3 ont abattu 50 à 72 p. 100 de leur cheptel en saison fraîche, les élevages extensifs de type 4 n'ont réalisé aucun abattage pendant cette période.

Les cerfs abattus étaient à 93 p. 100 des mâles entiers ( $n = 858$ ) et à 7 p. 100 des biches ( $n = 69$ ). La proportion de mâles ou de femelles abattus selon le type d'élevage est significativement différente ( $p < 0,001$ ) ; les élevages de type 3 ont ainsi abattu proportionnellement le plus de femelles, soit 16 p. 100 de leur effectif (59/374).

En se basant sur la dentition des individus, l'effectif abattu était constitué pour moitié (48 p. 100) d'animaux âgés d'au moins deux ans et pour un tiers de cerfs de 1 à 2 ans (35 p. 100). La part des individus de moins d'un an ne représentait que 17 p. 100 de l'effectif. Selon le type d'élevage, cette répartition diffère significativement ( $p < 0,001$ ). Dans les élevages de type intensif (type 1), la proportion d'animaux abattus de moins d'un an représentait 42 p. 100 de l'effectif (45/106). Ce pourcentage a diminué progressivement chez les autres types d'élevage pour atteindre 9 p. 100 de l'effectif dans les élevages extensifs (type 4).

En se référant à la grille de classification OCEF, les carcasses classées en classe extra ou première représentaient 94 p. 100 de l'effectif, le reste étant des carcasses déclassées en seconde catégorie (6 p. 100). La proportion de carcasses classées en catégorie première ou extra n'est pas significativement différente selon les types d'élevage.

## Suivi des abattages

### Résultats globaux

Cinquante-cinq pour cent des cerfs suivis dans cet étude ont été pesés et triés (tableau III), selon le protocole proposé avant d'être abattus. Le reste de l'effectif (45 p. 100) a été abattu sans pesée préalable. Selon le type d'élevage, le suivi a concerné une proportion plus ou moins importante d'animaux, la répartition n'étant pas homogène selon le type d'élevage ( $p < 0,001$ ). Ainsi 100 p. 100 du cheptel a été pesé dans les élevages de type 1, 30 p. 100 pour le type 2, 61 p. 100 pour le type 3 et 47 p. 100 pour le type 4.

Pour les élevages qui ont opté pour la pesée et le tri des cerfs avant abattage, le taux de carcasses classées en seconde catégorie était de 1,6 p. 100. Chez les éleveurs qui n'ont pas adhéré pas au suivi il était sept fois plus élevé (12 p. 100), la différence observée étant significative ( $p < 0,001$ ).

Le poids vif moyen des cerfs abattus était de  $49,0 \pm 0,6$  kg pour une fourchette min./max. de 38,1 à 76,0 kg. Le poids carcasse moyen à chaud après égouttage était de  $28,4 \pm 0,3$  kg pour une fourchette min./max. de 18,5 à 53,5 kg. Le calcul du rendement à chaud donne un rendement moyen de  $56,8 \pm 0,3$  p. 100 pour un écart min./max. de 43,0 à 65,5 p. 100. La campagne d'abattage de 1994 a représenté un tonnage de 29,9 tonnes pour une valeur marchande de 15,9 millions FCFP.

### Analyse des facteurs de variations

L'analyse de la variance, lors de tests de normalité, a présenté une bonne robustesse en ce qui concerne la non-normalité lorsque les effectifs étaient suffisamment grands (5, 17).

Compte tenu de la faiblesse de l'effectif de biches abattues ( $n = 69$ ) et surtout des biches pesées avant abattage ( $n = 7$ ), l'effet du facteur sexe n'a pas été analysé. On note seulement un poids carcasse moyen significativement plus faible par rapport aux mâles (respectivement  $28,8 \pm 0,8$  et  $28,1 \pm 0,5$  kg,  $p < 0,001$ ).

Afin d'analyser l'effet des facteurs type d'élevage, âge et période d'abattage sur les PV, PC et RD, des analyses de variance ont été effectuées avec les modalités suivantes : type d'élevage (types 1, 2, 3 et 4), âge (moins d'un an, un à deux ans, plus de deux ans), période d'abattage (saison des pluies, saison fraîche et saison sèche).

Pour la variable poids vif (tableau IV), les trois facteurs retenus ont un effet significatif avec un écart-type résiduel de 5,5 kg et un pourcentage de variance expliquée de 22 p. 100. Le calcul des moyennes ajustées montre que :

- la valeur du PV oscille de 45 à 53 kg selon le type d'élevage considéré, il est notamment du même ordre chez les élevages les plus intensifs (type 1, PV = 50,8 kg) et les plus extensifs (type 4, PV = 51,6 kg) ;

- l'abattage de la classe 2 ans permet de travailler des animaux plus lourds (PV ajusté 53 kg) avec néanmoins un gain pondéral limité à 8 kg par rapport à la classe d'âge de 1 an (PV ajusté 44 kg) ;

- la saison fraîche est la période où les cerfs les plus lourds sont abattus avec une valeur de PV de 50 kg.

Pour la variable poids carcasse (tableau V), les PV et PC étant liés, des résultats similaires avec un effet significatif des trois facteurs étudiés ont été observés (écart-type résiduel 4,4 kg, pourcentage de variance expliquée 12 p. 100).

Pour la variable rendement à chaud (tableau VI), l'analyse de la variance après transformation de la variable montre que les trois facteurs ont un effet significatif avec un écart-type résiduel de 0,029 et un pourcentage de variance expliquée de 31 p. 100. Les meilleurs rendements d'abattage s'observent avec de jeunes cerfs d'un an (RD moyen 58 p. 100), provenant d'élevages de type 3 (RD moyen 59 p. 100) et abattus en saison fraîche (RD moyen 58 p. 100).

### Prédiction du poids carcasse à chaud

Une régression a été réalisée sur les couples poids carcasses et poids vifs exprimés en kg ( $n = 510$ ). La régression est significative et l'équation de prédiction du PV est la suivante :

PC (kg) :  $0,5 \text{ PV}(\text{kg}) + 3,4$  ; ( $p < 0,001$  ;  $r^2 = 0,81$  ; écart-type résiduel = 1,7 kg).

## DISCUSSION

Par rapport à 1993, le bilan de la campagne d'abattage de 1994 (15, 16) s'est notablement amélioré. En abattant un effectif équivalent d'un millier de cerfs (1 038 cerfs en 1993 et 1 053 cerfs en 1994), on enregistre une augmentation du tonnage carcasse produit de 13,1 p. 100 (+ 3,5 tonnes), du poids carcasse moyen de 12,6 p. 100 (+ 3,2 kg) et de la valeur marchande des abattages de 42 p. 100 (+ 4,7 millions FCFP), ainsi qu'une diminution du pourcentage de carcasses en classe 2 de 86 p. 100 (- 33,7 p. 100). Travaillant avec les mêmes éleveurs, dans un contexte climatique persistant de sécheresse (13, 14), la mise en pratique des pesées avant abattage s'est apparemment accompagnée d'une amélioration globale de la qualité des abattages.

**Tableau IV**

Résultats de l'analyse de variance sur le poids vif avec le type d'élevage, l'âge et la période d'abattage comme facteurs

	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
Typologie (1)	4 663,6	3	1 554,5	51,3	p < 0,001
Période d'abattage (2)	188,7	2	94,3	3,1	p = 0,045
Age d'abattage (3)	5 800,1	2	2 900,0	95,7	p < 0,001
Variance résiduelle	15 210,2	502	30,3		

Calcul des moyennes ajustées (kg) selon le type d'élevage, l'âge et la période d'abattage (effectif)				
Type d'élevage	Type 1 50,8 (106)	Type 2 53,3 (59)	Type 3 45,6 (228)	Type 4 51,6 (117)
Période d'abattage	Saison des pluies 47,9 (108)	Saison fraîche 49,7 (272)	Saison sèche 48,2 (130)	
Age d'abattage	Moins d'un an 44,1 (113)	Un à deux ans 48,0 (216)	Plus de deux ans 53,2 (181)	

**Tableau V**

Résultats de l'analyse de variance sur le poids carcasse avec le type d'élevage, l'âge et la période d'abattage comme facteurs

	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
Typologie (1)	673,5	3	224,7	12,0	p < 0,001
Période d'abattage (2)	1 070,4	2	535,2	28,7	p < 0,001
Age d'abattage (3)	4 271,4	2	2 135,7	114,4	p < 0,001
Variance résiduelle	17 149,3	919	18,7		

Calcul des moyennes ajustées (kg) selon le type d'élevage, l'âge et la période d'abattage (effectif)				
Type d'élevage	Type 1 28,5 (106)	Type 2 28,9 (200)	Type 3 27,3 (374)	Type 4 29,4 (247)
Période d'abattage	Saison des pluies 26,8 (255)	Saison fraîche 29,9 (380)	Saison sèche 27,8 (292)	
Age d'abattage	Moins d'un an 24,9 (153)	Un à deux ans 27,0 (325)	Plus de deux ans 30,5 (449)	

**Tableau VI**

Résultats de l'analyse de variance sur l'arcsinus de la racine carrée du rendement d'abattage (%) avec le type d'élevage, l'âge et la période d'abattage comme facteurs

	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
Typologie (1)	0,120	3	0,040	47,0	p < 0,001
Période d'abattage (2)	0,013	2	0,006	7,5	p = 0,001
Age d'abattage (3)	0,021	2	0,010	12,2	p < 0,001
Variance résiduelle	0,426	502	0,001		

Calcul des rendements moyens (%) selon le type d'élevage, l'âge et la période d'abattage (SD, effectif)				
Type d'élevage	Type 1 56,8 (3,9106)	Type 2 56,5 (1,859)	Type 3 58,4 (2,8228)	Type 4 53,8 (3,0117)
Période d'abattage	Saison des pluies 55,7 (3,2108)	Saison fraîche 57,8 (3,1272)	Saison sèche 55,5 (3,8130)	
Age d'abattage	Moins d'un an 57,9 (2,9113)	Un à deux ans 56,8 (3,5216)	Plus de deux ans 56,0 (3,6181)	

L'analyse de l'effet pesée est à replacer dans le contexte de redynamisation de la filière cervine menée par l'EDEC avec l'appui du CIRAD en 1994 (11). L'effet pesée chez les éleveurs ayant opté pour cette pratique traduit à la fois une meilleure préparation des lots d'abattage et un effet filtre de la pesée. Cette hypothèse est étayée par la diminution du taux de carcasses déclassées en 1994 (39 p. 100 en 1993 et 12 p. 100 en 1994) chez les éleveurs participant à cette dynamique mais ne pesant pas leurs lots d'abattage.

Dans le cadre de ce suivi, les cerfs abattus pesaient en moyenne 49 kg et fournissaient avec un rendement moyen de 57 p. 100 des carcasses d'environ 28 kg. Ces résultats concordent avec les observations menées par Chardonnet sur une trentaine de cerfs sauvages en Nouvelle-Calédonie (3). Hormis les résultats d'embouche menée en station expérimentale (9), les performances d'abattage obtenues en Nouvelle-Calédonie apparaissent en moyenne moins bonnes que celles observées dans les autres pays éleveurs de cerf rusa. A l'Ile Maurice, le poids carcasse moyen des animaux abattus à 2 ans est, d'après Chardonnet (4), de 32 à 34 kg. En Australie, où les éleveurs abattent leurs daguets vers 24 mois, Woodford enregistre des poids carcasse de 42 kg avec un rendement de 59 p. 100 (21, 22).

Cette différence de niveau de performance est à rattacher au mode d'élevage plus extensif du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie (8, 10). Sevré en début de saison sèche, le jeune faon bénéficie rarement d'une supplémentation adéquate. L'embouche lorsqu'elle est pratiquée, se limite à la pâture de réserves fourragères herbacées sur pieds. Dans ce contexte, la croissance du faon en post-sevrage est fortement ralentie, voire stoppée, pendant la saison sèche et ne bénéficie que d'un faible rattrapage en saison des pluies.

Des essais d'alimentation *ad libitum* menés sur des faons mâles en Nouvelle-Calédonie (7) et en Australie (20, 22) confirment cette hypothèse en démontrant qu'avec un régime adéquat le profil de croissance du faon est linéaire et permet d'obtenir vers 14-16 mois des animaux pesant 80 à 93 kg et fournissant des carcasses de plus de 50 kg.

Dans cet essai, la meilleure période d'abattage apparaît comme étant la saison fraîche avec un PV de 50 kg, un PC de 30 kg et un rendement à chaud de 57 p. 100. Malgré un infléchissement de la production (18, 19), cette saison qui bénéficie d'une biomasse de meilleure qualité nutritionnelle correspond à l'époque du rut où les animaux sont en bon état corporel (3).

En tablant sur un poids à la naissance de 3,5 kg (12), le PV du cerf rusa est multiplié par 10 la première année puis progresse de 20 p. 100 entre 1 et 2 ans. Woodford (20, 21), en travaillant sur le profil de la courbe de croissance, aboutit à la même conclusion en montrant que celle-ci s'infléchit nettement après 15 mois. L'évolution du rendement carcasse subit le même type d'évolution en diminuant dans cet essai de 58 à 56 p. 100 après 24 mois. Ces résultats soulignent l'intérêt d'abattre les jeunes mâles avant deux ans. Au-delà de cet âge, les éleveurs seront doublement pénalisés par l'entretien d'un cheptel pendant une seconde saison sèche et l'élevage d'animaux dont les performances de croissance sont faibles.

La typologie obtenue au cours de ce travail a une valeur relative limitée. En effet, l'échantillon de fermes enquêtées est faible (n = 15) et la plupart des fermes sont très récentes ou en phase de démarrage. Il existe donc une relative homogénéité des situations. Il n'y a pas eu de laps de temps assez long pour permettre aux fermes de se distinguer par des trajectoires d'évolution différentes. Cette typologie est un outil de travail provisoire qui devra être affiné avec le temps. En considérant les quatre types d'élevage, du plus intensif (type 1) au plus extensif (type 4), il n'y a apparem-

ment pas d'effet marquant de la typologie sur les résultats d'abattage, sauf en ce qui concerne le rendement à chaud plus faible chez les élevages extensifs du groupe 4. La pratique de la pesée semble avoir agi comme un filtre en éliminant les sujets les moins conformés. L'effet filtre est apparu aux auteurs plus fort dans les élevages les moins bien conduits. Cette hypothèse reste néanmoins à confirmer en l'absence d'appréciation du taux de rejet selon les élevages.

En intégrant l'âge des animaux abattus, il est toutefois possible de distinguer deux stratégies de production : celle des élevages intensifs (type 1) avec abattage précoce des jeunes mâles plus ou moins finis et celle des élevages extensifs (type 4) où l'abattage concerne le tout-venant avec une forte proportion de cerfs adultes. L'étape suivante serait d'apprécier la rentabilité économique de ces deux systèmes pour savoir lequel des deux est le mieux adapté au contexte néo-calédonien.

Vis-à-vis des autres pays éleveurs de cerfs rusa, la Nouvelle-Calédonie dispose d'une certaine marge de progression sur le plan qualitatif et quantitatif. Parmi les voies d'amélioration qui méritent d'être explorées, la première serait d'inciter les éleveurs à soigner la finition des daguets en visant un poids carcasse de 30 kg et un rendement carcasse de 60 p. 100.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERTIN J., 1977. La graphique et le traitement graphique de l'information. Paris, France, Flammarion, 273 p.
- BIANCHI M., 1993. Reproduction du cerf rusa de java (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, CIRAD-EMVT, 41 p. (Rapport Cordet-MEDETOM)
- CHARDONNET P., 1988. Etude de faisabilité technique et économique de l'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie. Maisons-Alfort, France, CIRAD-IEMVT, 282 p.
- CHARDONNET P., 1988. Observations et réflexions sur l'élevage de cerfs à l'Ile Maurice. Maisons-Alfort, France, CIRAD-IEMVT, 42 p. (Rapport IEMVT)
- DAGNELIE P., 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, Belgique, Presses Agronomiques de Gembloux, 362 p.
- FRAYSSE J.L., DARRE A., 1990. Produire des viandes, vol. 1 : Sur quelles bases économiques et biologiques ? Paris, France, Technique et documentation Lavoisier, 374 p. (Coll. agriculture d'aujourd'hui)
- GRIMAUD P., CHARDONNET P., 1989. Comportement alimentaire du cerf rusa en croissance recevant une ration à base de graminée (*Brachiaria mutica*). In : Actes XVI<sup>e</sup> congrès international des herbages, 4-11 octobre 1989, Nice, France. Versailles, France, Association française pour la production fourragère, INRA, p. 1281-1282.
- LE BEL S., 1993. L'élevage du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Bilan et perspectives. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, CIRAD-EMVT, 26 p. (Etudes et synthèses Projet élevage)
- LE BEL S., CHARDONNET P., DULIEU D., SALAS M., 1995. Impact de la castration du daguet rusa sur les performances de croissance, d'abattage et sur la qualité biologique de la viande à 24 et 30 mois. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 85-93.
- LE BEL S., DULIEU D., 1993. Rearing rusa deer in New Caledonia. A first attempt at relating feed management to the system of production. Noumea, New Caledonia, CIRAD-EMVT, p. 1-14. (Report)
- LE BEL S., MOUZIN W., 1995. Assemblée générale de l'EDEC du 30 Juin 1995. Rapport technique. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, CIRAD-EMVT, 15 p. (Etudes et synthèses Projet élevage)
- LE BEL S., SALAS M., CHARDONNET P., BIANCHI M., 1997. Rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) farming in New Caledonia: impact of different feed levels on herd breeding rate and performances of newborn fawns. *Aust. vet. J.*, **75**: 199-203.

13. METEO FRANCE, 1993. Résumé climatologique annuel en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Direction régionale de Météo France en Nouvelle-Calédonie et aux Iles Wallis et Futuna, 6 p.
14. METEO FRANCE, 1994. Résumé climatologique annuel en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Direction régionale de Météo France en Nouvelle-Calédonie et aux Iles Wallis et Futuna, 6 p.
15. OCEF, 1993. Rapport d'activité de la section viande, 4<sup>e</sup> trimestre. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, OCEF.
16. OCEF, 1994. Rapport d'activité de la section viande, 4<sup>e</sup> trimestre. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, OCEF.
17. SPSS, 1992. SPSS/PC+ Base System User's Guide, Version 5.0. Chicago, USA, Marijia J. Norusis/SPSS, 910 p.
18. TOUTAIN B., 1984. Principales caractéristiques des pâturages de Nouvelles-Calédonie. *Revue Elev. Méd. vét. N.C.* (1) : 44-50.
19. TOUTAIN B., DULIEU D., 1991. Pâturages et parcours en Nouvelle-Calédonie. Situation et perspectives. In: IVth International Rangeland Congress, Montpellier, France, April 22-26, 1991. Montpellier, France, CIRAD-EMVT, p. 502-504.
20. WOODFORD K., 1991. Dry argument supports Australian Rusa farming. *Deer Farmer*, **79**: 37-39.
21. WOODFORD K., 1991. Deer production in tropical and subtropical environments. In: Brown R. ed., Deer branch of the NZ Veterinary Association. Deer Branch Course No.8. Sydney, Australia, p. 85-93.
22. WOODFORD K., DUNNING A., 1990. Production cycles and characteristics of rusa deer in Queensland, Australia. In: Brown R. ed., Proc. int. Symp. Biology of Deer, Mississippi State University, USA, June 1990, p. 197-202.

Reçu le 23.4.96, accepté le 12.2.98

## Summary

**Le Bel S., Salas M., Dulieu D.** Deer farming systems in New Caledonia and effects of slaughtering result monitoring

A typology of the deer farms is presented using Bertin's graphic method. Four farm systems were distinguished mainly according to pasture size, average stocking rate and level of improvement. Of the 1053 deer involved in the 1994 slaughtering campaign, 927 were monitored in the survey. Most of slaughtered deer were entire stags (93%). Thirty-five percent of the monitored population were 1 to 2 years old and 48% over 2 years old. Breeders who chose to weigh deer before slaughtering obtained a 1.6% downgraded carcass rate, whereas other breeders' was seven times higher (12%; significant difference  $p < 0,001$ ). The mean live weight (LW) of slaughtered deer ( $n = 510$ ) was  $49.0 \pm 0.6$  kg, the mean hot carcass weight (CW) ( $n = 927$ ) after drying  $28.4 \pm 0.3$  kg and the mean hot carcass dressing yield (DY)  $56.8 \pm 0.3\%$ . Variance analyses on LW, CW and DY variables show that the farm system, age and season of slaughtering had a significant effect. A better performing farm could not be singled out by the farm system effect. The extensive breeding system (system 4) had lower results due to an insufficient finishing period. From 1 to 2 years old, CW increased by 6 kg (25 kg/31 kg) but DY decreased by 2%, from 58 to 56%. The cool season was the best slaughtering season with 30 kg carcasses and a 57% dressing rate. CW can be predicted *via* a significant regression equation ( $p < 0.001$ ) from LW [CW(kg) =  $0.5 \text{ LW(kg)} + 3.4$ ]. Slaughtering performances in New Caledonia were not as high as those in other rusa deer farming countries. The differences are due to rather extensive rusa deer farming practices in New Caledonia. Improvement of the production level seems dependent on a better feed strategy during the dry season and an adequate finishing period of young stags slaughtered before the age of two years.

**Key words:** *Cervidae* - *Cervus timorensis rusa* - Rusa deer - Classification - Slaughtering - Carcass - Weighing - New Caledonia.

## Resumen

**Le Bel S., Salas M., Dulieu D.** Le Bel S., Salas M., Dulieu D. Tipología de criaderos de ciervos en Nueva Caledonia y evaluación del efecto de un seguimiento en matadero

Una tipología de los criaderos de ciervos se realizó gracias al método gráfico de Bertin. Se pueden distinguir cuatro grandes tipos de criaderos, que se diferencian esencialmente según la superficie de los pastizales, la carga media y la intensificación de las prácticas de manejo. La campaña de matadero de 1994 totalizó 1053 cabezas, de las cuáles 927 fueron incluidas en el seguimiento. Los ciervos sacrificados fueron machos enteros (93%). Treinta y cinco por ciento del efectivo tenía entre 1 y 2 años y 48% más de dos años. El porcentaje de carcasas descartadas fue de 1,6% entre los criadores que optaron por la medida de peso como medio de escogencia; entre el resto de los criadores, fue siete veces mayor (12%, diferencia significativa  $p < 0,001$ ). El peso vivo (PV) medio de los ciervos sacrificados ( $n = 510$ ) fue de  $49,0 \text{ kg} \pm 0,6 \text{ kg}$ , el peso medio de la carcasa (PC) ( $n = 927$ ) caliente después secado fue de  $28,4 \pm 0,3 \text{ kg}$  y el rendimiento caliente (RC) medio fue de  $56,8 \pm 0,3\%$ . Los análisis de varianza llevados a cabo sobre las variables PV, PC y RC muestran que el efecto de los factores tipo de criadero, edad y época de sacrificio fue significativo. El efecto tipo de criadero no permitió detectar un tipo de explotación con mayor rendimiento. Únicamente los criaderos extensivos (tipo 4) fueron penalizados por la falta de "término" de los animales. De 1 a 2 años, el PC aumentó 6 kg (25 kg/31 kg), pero el RC bajó 2%, de 58 a 56%. La mejor época para el sacrificio fue la estación fresca, con carcasas de 30 kg y un rendimiento de 57%. Una ecuación de regresión significativa ( $p < 0,001$ ) permitió predecir el PC en función del PV [PC(kg) =  $0,5 \text{ PV (kg)} + 3,4$ ]. Los rendimientos obtenidos en Nueva Caledonia no fueron tan buenos con respecto a otros países criadores de ciervos rusa. Esta diferencia de nivel de rendimiento, asociada al modo de crianza más extensivo del ciervo rusa en Nueva Caledonia, puede modificarse mediante una mejor estrategia alimentaria durante la estación seca y el engorde final de los jóvenes machos sacrificados antes de dos años.

**Palabras clave:** *Cervidae* - *Cervus timorensis rusa* - Venado rusa - Clasificación - Sacrificio - Canal animal - Pesada - Nueva Caledonia.

# Evaluation de la productivité et de la mortalité de la poule locale sur le plateau du Sankaran, Faranah, Guinée, en 1993-1994

M. Mourad<sup>1</sup> A.S. Bah<sup>1</sup> G. Gbanamou<sup>1</sup>

## Mots-clés

Poulet - Poussin - Productivité - Elevage extensif - Mortalité - Maladie de Newcastle - Pullorose - Méthode statistique - Variation saisonnière - Aviculture - Guinée.

## Résumé

Cet article traite de la productivité et de la mortalité de la poule de race locale en milieu villageois (plateau du Sankaran). La productivité de cette poule était très modeste, caractérisée par le nombre d'œufs par couvée ( $10,05 \pm 0,15$ ) et le nombre de couvées par an ( $3,8 \pm 0,07$ ). Le taux d'éclosion des œufs a varié de 42 à 100 p. 100. Le poids moyen des œufs était de  $30,7 \pm 0,03$  g. Le poids moyen des poussins éclos était de  $22,8 \pm 0,23$  g. Le taux de fertilité s'est élevé à 87,5 p. 100 et le taux de viabilité des poussins d'un jour était de 89,31 p. 100. La maladie de Newcastle et la typhose pullorose étaient les principales causes de mortalité chez les poules et les poussins (plus de 60 p. 100 des pertes). Le taux de mortalité brut annuel s'est élevé à 80 p. 100 chez les poules et à 73,16 p. 100 chez les poussins. Le taux de mortalité brut saisonnier s'est élevé notamment pendant les saisons humide et froide. L'effet de la saison sur la mortalité des poules et des poussins observé au moyen du test du  $\chi^2$  était très significatif ( $P < 0,005$ ). Les coefficients de corrélation et la détermination entre ces deux variables n'étaient pas significatifs ( $P > 0,05$ ) et étaient respectivement de  $-0,639$  et  $0,4081$ . L'intervalle de confiance du coefficient de corrélation était de  $-0,639 \pm 1,7384$ . L'effet des saisons sur le taux d'éclosion n'était pas significatif ( $P > 0,05$ ). Les effets des saisons, des maladies et leur interaction étaient très significatifs ( $P < 0,005$ ) sur le taux de mortalité des poussins. Le sex-ratio coq/poule était de 38 p. 100. Les éleveurs ont gardé 28 p. 100 des volailles pour le renouvellement du cheptel.

## ■ INTRODUCTION

En Guinée, l'élevage avicole industriel n'est pas bien développé. Le marché de la volaille ne répond pas aux besoins alimentaires de la population. Cela est dû à l'insuffisance d'intensification de l'élevage des volailles. La plupart des poulets et des œufs vendus sur les marchés ruraux proviennent d'élevages villageois.

L'IEMVT-CIRAD\* (5) a évalué la productivité de la poule locale africaine au Mali, au Burkina Faso et au Niger. Ces études ont

montré que la productivité de cette poule est faible (40 à 50 œufs par an, 3 couvées par an, un taux d'éclosion voisin de 60 p. 100 en hivernage et 50 p. 100 en saison sèche, un poids des poussins de 15 à 30 g à l'éclosion et un sex-ratio coq/poule inférieur à 10).

Une étude faite par Mcardle (6) en Inde a montré que la production de la race locale Desi en milieu villageois dans des conditions d'élevage extensif est d'environ 40 œufs par an. Cet auteur affirme que dans les conditions rurales, la seule amélioration logique et possible, particulièrement dans les zones éloignées, est celle permise, à court terme, par l'introduction de géniteurs améliorés. C'est une opération importante qui peut augmenter la productivité d'environ 50 p. 100 dans les mêmes conditions.

Au Mali et en Côte d'Ivoire, une étude de la production des races locales indique que le poids moyen des œufs dans les conditions naturelles est de 35 g, le nombre d'œufs par an varie de 60 à 80 et le début de la ponte de 4 à 5 mois d'âge (7).

1. Centre de Recherche Zootechnique de Faranah (CRZF/IRAG), BP 1523, Conakry, Guinée

Tél : 41 10 62 et 44 42 62 ; fax : 41 57 58 ou 41 10

\* CIRAD-EMVT depuis 1992

En Guinée, les maladies constituent la principale contrainte de l'aviculture villageoise. D'après Courtecuisse et coll. (1), la principale maladie de la poule locale au Niger est la maladie de Newcastle qui cause 63 p. 100 de la mortalité.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Entre septembre 1993 et août 1994, sur le plateau du Sankaran, quatre villages et 42 élevages ont été choisis au hasard. Tous les coqs et toutes les poules, respectivement 63 et 166, en âge de reproduction dans ces élevages ont été identifiés et suivis. L'unité zootechnique considérée comme la structure moyenne d'un troupeau se composait comme suit :

- poule reproductrice : 1
- coq adulte : 0,38
- œufs éclos : 31,5
- jeunes de 0 à 8 mois : 7,6

Des passages hebdomadaires et réguliers ont été effectués pour compter et peser les œufs par couvée, noter la date d'éclosion, calculer les taux d'éclosion, de viabilité et peser les poussins à l'âge d'un jour. L'autopsie de 193 poules et 152 poussins a été pratiquée au cours des passages afin d'identifier les principales causes de mortalité en milieu rural. En vue de confirmer l'examen clinique, des échantillons de foie, d'intestin et de rate ont été examinés pour déterminer les lésions pathognomoniques de chaque maladie.

Le système d'élevage pratiqué par tous les éleveurs était unique. Il n'y avait pas de poulailler utilisé comme abri mais par contre toutes les volailles étaient abritées dans les cases des propriétaires. Le système était de type extensif, les poules utilisaient les parcours aux alentours des cases. Quelques graines de céréales (maïs, brisures de riz, fonio...) leur étaient distribuées de temps en temps pour les habituer à la concession.

Le taux de mortalité brut annuel a été calculé pour les poussins et les poules en s'inspirant de la méthode utilisée par Faye et Pérochon (3) comme suit :

$$T_m = M/E \times 100$$

où :

M = nombre de morts dans la période d'étude ;

E = effectif moyen de la population au cours de cette même période.

Au cours de cette étude, cinq périodes de l'année ont été observées :

- saison sèche froide (SSF) : décembre, janvier et février ;
- saison sèche chaude (SSC) : mars et avril ;
- début de saison humide (DSH) : mai et juin ;
- saison humide (SH) : juillet, août et septembre ;
- début de saison froide (DSF) : octobre et novembre.

Le taux de mortalité brut saisonnier pour les poules et les poussins est égal à :  $M_s/E_s \times 100$

où :

$M_s$  = nombre de cas de mortalité au cours d'une saison ;

$E_s$  = effectif moyen des volailles présentes pendant cette saison.

Au cours de l'enquête, les pertes de volailles après un incident, comme une morsure de chien ou de chat, la capture par un rapace, ont été déclarées par les éleveurs. Ces pertes ont été groupées sous les termes de « mauvaise gestion ». La destination des produits avicoles des élevages suivis a été étudiée.

## Analyse statistique

Les données concernant les taux de mortalité bruts saisonniers des poussins et des poules ont été comparées et testées en utilisant le test du  $\chi^2$  pour l'indépendance (Goulden, 4) afin de déterminer l'effet de la saison sur le taux de mortalité.

Les coefficients de corrélation et de détermination ont été calculés pour les variables taux de pluviométrie (X) et taux d'éclosion (Y) selon Snedecor et Cochran (9).

Les effets des facteurs saison, maladie et leur interaction ont été testés par analyse de variance pour le taux d'éclosion des poussins et le taux de mortalité des poules.

Dans le cas de la signification de F dans le tableau ANOVA, le test de Duncan (2) a été utilisé pour détecter la différence entre les moyennes.

## ■ RESULTATS

Le tableau I montre les résultats des caractères de production et de reproduction de la poule locale. L'âge d'entrée en production était de  $180 \pm 17$  jours, le nombre d'œufs par couvée était de  $10,05 \pm 0,15$ , le nombre de couvées par an était de  $3,78 \pm 0,07$ , le taux d'éclosion était de 42 à 100 p. 100, avec une moyenne de  $83,00 \pm 1$  p. 100, la moyenne du poids des œufs était de  $30,74 \pm 0,03$  g, la moyenne du poids des poussins éclos était de 22,82 g, le taux de fertilité était de 87,49 p. 100 et le taux de viabilité des poussins à un jour était de 89,31 p. 100.

Les résultats d'examen d'organes ont montré des lésions pathognomoniques :

- dans le cas de la maladie de Newcastle, des lésions hémorragiques sur les muqueuses du proventricule et du cloaque ont été identifiées ;
- la variole s'est caractérisée sur le plan clinique par l'apparition de lésions pustuleuses et croûteuses au niveau de la peau (épithélioma contagieux). Elle était fréquente en saison humide, surtout chez les jeunes de 2 à 4 mois ;

**Tableau I**

Caractères de production et de reproduction de la poule locale, Faranah, Guinée, 1993-1994

Caractères	Moyenne ± erreur standard
Age d'entrée en reproduction	180 ± 17
Nombre d'œufs par couvée	10,05 ± 0,15
Nombre de couvées par an	3,78 ± 0,07
Taux d'éclosion (%)	83,00 ± 1,00
Poids des œufs (g)	30,74 ± 0,03
Poids des poussins à l'éclosion (g)	22,82 ± 0,23
Taux de fertilité	87,49
Taux de viabilité des poussins	89,31

- la typhose pullorose s'est caractérisée par : 1) un foie hypertrophié avec des bandes rougeâtres et jaunâtres, de couleur bronzée très caractéristique ; 2) une rate congestionnée et hypertrophiée de couleur violacée ou rouge brune ; 3) une entérite aiguë dans les intestins avec une vive inflammation située en particulier au niveau du duodénum ; 4) dans l'appareil génital, au niveau de l'ovaire en particulier, une inflammation avec des jaunes altérés et quelquefois rupturés chez les pondeuses.

Le tableau II décrit les causes de mortalité des poules adultes. La principale cause de mortalité de la poule en milieu villageois était la maladie de Newcastle (54,70 p. 100), suivie de la typhose (26,91 p. 100, et de la variole (10,99). La mauvaise gestion était responsable de 7,40 p. 100 de la mortalité.

Le tableau III décrit les causes de mortalité des poussins. La typhose pullorose était la principale cause de mortalité des poussins en milieu villageois (35,34 p. 100). La maladie de Newcastle et la variole y ont contribué respectivement à 25,31 et 18,17 p. 100. La mauvaise gestion était responsable de 21,18 p. 100 des pertes. Le taux de mortalité brut annuel des poussins s'est élevé à 73,16 p. 100. Le taux brut saisonnier était plus marqué en saisons humide et sèche froide (respectivement 26,31 et 22,67 p. 100).

Les tableaux IV et V décrivent les résultats du test du  $\chi^2$  de l'indépendance chez les poules et les poussins afin de montrer l'effet des saisons de l'année sur le taux de mortalité. Les valeurs de  $\chi^2$

sont toutes les deux très significatives ( $P < 0,005$ ) et respectivement égales à 86,84, avec ddl = 4, et 36,18, avec ddl = 4, chez les poules et les poussins. Ces résultats montrent l'incidence des saisons sur la mortalité des poules et des poussins (figures 1 et 2).

Le coefficient de corrélation ( $\rho = -0,6390$ ) entre la pluviométrie (mm/j) et le taux d'éclosion n'est pas significativement différent de 0 ( $P > 0,05$ ).

Le tableau VI montre les résultats de l'analyse de la variance du taux d'éclosion. Les saisons de l'année n'ont pas d'effet significatif ( $P > 0,05$ ) sur le taux d'éclosion malgré l'écart entre les taux par saison (figure 3). Cela montre que le taux d'éclosion dépend d'autres facteurs non compris dans le modèle statistique tels que le taux de fertilité des œufs, le logement, l'alimentation des poules... Cet écart peut quantitativement diminuer la productivité numérique des poussins du cheptel villageois.

Les moyennes des taux d'éclosion par saison sont dans le tableau VII. Le taux d'éclosion a baissé pendant les saisons sèche froide et humide (0,80 et 0,75).

La figure 1 montre le taux de mortalité brut saisonnier des poules. La maladie de Newcastle était la principale maladie causant la mortalité en début de saison humide et en saison sèche froide. La typhose pullorose quant à elle se manifestait surtout en saison sèche chaude, en saison humide et au début de la saison froide.

Tableau II

Causes de mortalité des poules adultes,  
Faranah, Guinée,  
septembre 1993 - août 1994

Causes	Nb. de cas de mortalité	%
Maladie de Newcastle	488	54,70
Typhose pullorose	240	26,91
Variole	98	10,99
Mauvaise gestion et autre	66	7,40

Tableau III

Causes de mortalité des poussins et des poulettes  
selon leur âge, Faranah, Guinée,  
septembre 1993 - août 1994

Causes	Nb. de cas de mortalité	Catégories d'âge au moment de la mort (mois)	%
Typhose pullorose	317	0-4	35,34
Maladie de Newcastle	227	4-6	25,31
Variole	163	2-4	18,17
Mauvaise gestion et autre	190	0-6	21,18

Tableau IV

Nombres observés et escomptés de poules mortes et restantes

Saisons de l'année	Mortes		Restantes		Total
	Observées	Escomptées	Observées	Escomptées	
Saison sèche froide	329	249	1 115	1 195,6	1 444
Saison sèche chaude	115	192	1 000	923	1 115
Début de saison humide	140	176	885	848	1 025
Saison humide	197	162	745	780	942
Début de saison froide	111	113	548	546	659
Total	892	-	4 293	-	5 185
$\chi^2$	86,84***				

\*\*\* très significatif ( $P < 0,005$ )

Tableau V

Nombres observés et escomptés de poussins morts et restants

Saisons de l'année	Morts		Restants		Total
	Observés	Escomptés	Observés	Escomptés	
Saison sèche froide	278	245	1 226	1 259	1 504
Saison sèche chaude	131	176	948	904	1 079
Début de saison humide	133	155	817	795	950
Saison humide	180	141	684	723	864
Début de saison froide	90	97	504	497	594
Total	812	-	4 179	-	4 991
chi <sup>2</sup>	36,18***				

\*\*\* très significatif (P < 0,005)

RESSOURCES ANIMALES

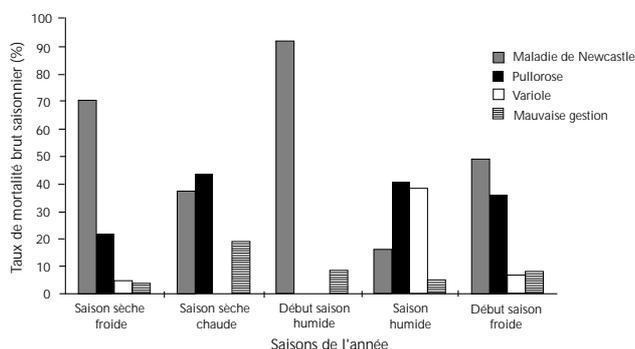


Figure 1 : taux de mortalité brut saisonnier des poules locales à Faranah, Guinée, septembre 1993 - août 1994.

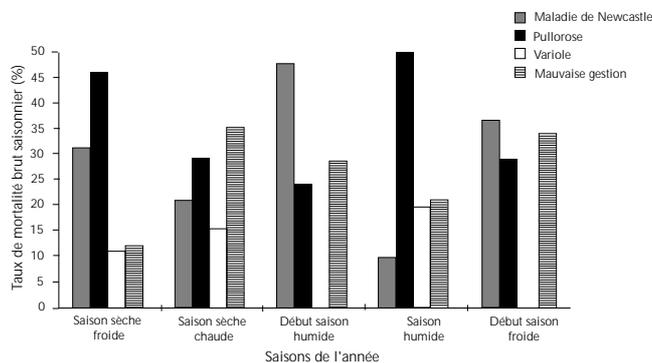


Figure 2 : taux de mortalité brut saisonnier des poussins dus aux différentes maladies à Faranah, Guinée, septembre 1993 - août 1994.

Tableau VI

Analyse de la variance du taux d'éclosion (fonction saison)

Sources de variation	ddl	SCE	MCE	F
Entre saisons	4	0,13945527	0,0342632	
Erreur	169	2,92165795	0,0172879	2,0
Total	173	3,06111322		

La valeur F est non significative (P > 0,05)

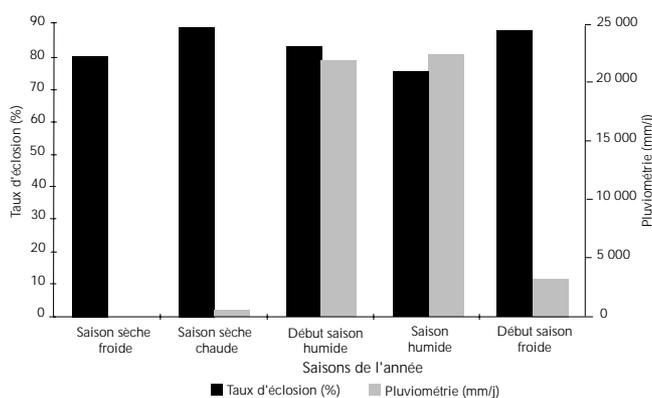


Figure 3 : taux d'éclosion et pluviométrie à travers les saisons de l'année.

Les résultats de l'analyse de la variance du taux de mortalité sont dans le tableau VIII. Les saisons de l'année et les maladies ont un effet très significatif (P < 0,005) sur la mortalité des poussins. Les moyennes des taux de mortalité pour les deux facteurs étudiés (saisons de l'année et maladies) sont dans le tableau IX.

L'interaction (saisons de l'année x maladies) était très significative et a révélé qu'une maladie entraînait une plus grande mortalité que les autres durant une saison donnée. La figure 4 montre les résultats de la destination des produits avicoles au cours de la période d'étude.

Tableau VII

Moyenne et erreur standard du taux d'éclosion

Saisons de l'année	Moyenne ± erreur standard
Saison sèche froide	0,80 ± 0,006
Saison sèche chaude	0,89 ± 0,004
Début de saison humide	0,83 ± 0,002
Saison humide	0,75 ± 0,005
Début de saison froide	0,88 ± 0,005

Tableau IX

Moyenne et erreur standard du taux de mortalité selon les saisons et les maladies

Facteurs	Moyenne ± erreur standard
Saisons de l'année	
Saison sèche froide	0,1776 ± 0,0198 <sup>g</sup>
Saison sèche chaude	0,0884 ± 0,0150 <sup>f</sup>
Début de saison humide	0,1737 ± 0,0239 <sup>g</sup>
Saison humide	0,1798 ± 0,0240 <sup>g</sup>
Début de saison froide	0,1719 ± 0,0235 <sup>g</sup>
Maladies	
Typhose pullorose	0,1335 ± 0,0146 <sup>a</sup>
Maladie de Newcastle	0,1367 ± 0,0164 <sup>a</sup>
Variole	0,1673 ± 0,0281 <sup>a</sup>
Mauvaise gestion	0,2234 ± 0,0242 <sup>b</sup>

Les moyennes ayant les exposants a et b sont significativement différentes (P < 0,05)

Les moyennes ayant les exposants f et g sont significativement différentes (P < 0,01)

## ■ DISCUSSION

Cette étude montre que l'âge d'entrée en production des poules était de  $180 \pm 7$  jours, résultat semblable à celui obtenu par Saunders (8) en milieu villageois, mais différent au niveau des référentiels généraux indiqués dans le Mémento de l'agronome (7), suite à une étude faite au Mali et en Côte d'Ivoire où l'âge d'entrée en ponte variait entre 120 et 150 jours. Cette différence peut être liée à la race exploitée et aux conditions du milieu dans ces deux pays. La poule locale produit  $10,5 \pm 0,15$  œufs par couvée avec un nombre de couvées égal à  $3,8 \pm 0,07$  par an. Les résultats de cette étude sont à peu près semblables à ceux obtenus par l'IEMVT-CIRAD (5) qui a trouvé une production de trois couvées par an et de 15 œufs par couvée chez la poule locale au Mali, au Burkina Faso et au Niger, Saunders (8) une production de trois couvées par an et de 10 à 15 œufs par cycle de ponte en Haute Volta, et Mcardle (6) une production de 40 œufs par an en Inde.

Le taux d'éclosion de la poule locale était de 42 à 100 p. 100 ( $83,0 \pm 1$  p. 100). Ce résultat est proche de celui obtenu par Saunders (8)

Tableau VIII

Analyse de la variance du taux de mortalité des poules (fonction saisons et maladies)

Sources de la variation	ddl	SCE	MCE	F
Entre saisons (S)	4	0,674	0,1685	3,76***
Entre maladies (M)	3	0,671	0,223666	4,99***
Interaction (S x M)	12	1,3792	0,114933	2,57***
Erreur	498	22,2838	0,0447466	
Total	517	25,0	-	

\*\*\* très significatif (P < 0,005)

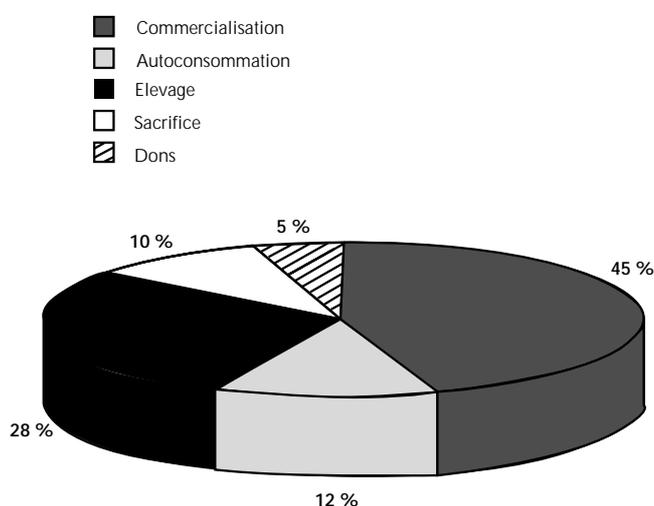


Figure 4 : destination des produits avicoles, Faranah, Guinée, 1993-1994.

et l'IEMVT-CIRAD (5) en hivernage (80 p. 100) et peut être interprété par la ressemblance du climat d'hivernage en pays sahéliers et la saison sèche en Guinée. Les mêmes auteurs ont ajouté que le taux d'éclosion décroît en dessous de 50 p. 100 en saison sèche.

Le poids moyen des œufs était de  $30,74 \pm 0,03$  g. Les résultats de cette étude sont inférieurs à ceux notés dans le Mémento de l'agronome (7) chez la poule locale en Côte d'Ivoire et au Mali (poids moyen des œufs égal à 35 g). Cette différence peut être liée à la race exploitée et aux conditions d'élevage dans ces deux pays.

Le taux de fertilité était de 87,5 p. 100, ce qui a semblé modeste aux auteurs, et le taux de viabilité des poussins à un jour était de 89,3 p. 100. Le poids moyen des poussins à l'éclosion était de  $22,8 \pm 0,23$  g. Ce résultat était semblable à la moyenne de 15-30 g obtenue par l'IEMVT-CIRAD (5) et comparable à celle de 21,6 g obtenue par Saunders en milieu villageois (8).

Le sex-ratio coq/poule était de 38 p. 100 en milieu rural, ce qui est très élevé par rapport à celui obtenu par l'IEMVT-CIRAD (5), inférieur à 10 p. 100.

Le fait que les éleveurs aient un effectif élevé de coqs dans leur cheptel reflète bien la tradition villageoise de garder un bon nombre de coqs destinés aux dons, aux sacrifices et à la vente. Cette pratique diminue la productivité de la poule par manque de sélection raisonnée. Il est recommandé de maîtriser le choix des caractères (chair et ponte), de contrôler les performances et d'appliquer la sélection de géniteurs par la pratique du chaponnage d'autres coqs destinés à l'abattage afin d'améliorer le caractère chair. Pour les poules, la sélection permet d'améliorer non seulement ces deux caractères, mais aussi ceux de la reproduction en milieu villageois.

D'un point de vue zootechnique, les auteurs reprennent l'affirmation de Mcardle (6) : dans des conditions rurales la seule amélioration logique et possible, en particulier dans les zones éloignées, est celle menée à court terme par le croisement des poules locales avec des géniteurs d'une race amélioratrice. Les auteurs recommandent aussi d'améliorer en parallèle les facteurs environnementaux (logement, ration équilibrée, soins vétérinaires et vaccinations). La cause principale de mortalité de la poule locale en milieu villageois était la maladie de Newcastle (54,70 p. 100), suivie de la typhose pullorose (26,91 p. 100) et de la variole (10,99 p. 100). La mauvaise gestion était responsable de 7,40 p. 100 des cas de mortalité. Ces résultats sont très proches de ceux obtenus par l'IEMVT-CIRAD (5) dans les trois pays du Sahel où la maladie de Newcastle était la principale cause de mortalité. Elle peut décimer 80 à 100 p. 100 des troupeaux.

D'autres maladies, comme la variole, la typhose pullorose et le choléra aviaire, sont responsables de grandes pertes dues à l'absence de vaccination. Courtecuisse et coll. (1) ont trouvé, dans un échantillon de 230 poules, 47 p. 100 contaminées par la pullorose, contre 27 p. 100 dans cette étude. Pour un autre échantillon qui a été vacciné, 47 p. 100 des poules ont été trouvées contaminées par la maladie de Newcastle contre 54,7 p. 100 dans cette étude.

Le taux de mortalité brut annuel des poules s'est élevé à 80 p. 100 dans cette étude, résultat semblable à celui obtenu par l'IEMVT-CIRAD (5). Dans une autre étude où la perte était plus importante, le taux de mortalité brut annuel a atteint 99 p. 100 la première année chez la poule locale en milieu villageois. La perte a été réduite de 84 p. 100 la deuxième année grâce aux soins vétérinaires et à la vaccination contre la maladie de Newcastle (Saunders, 8).

Les résultats du test du  $\chi^2$  chez les poules et chez les poussins montrent l'effet très significatif ( $P < 0,005$ ) des saisons sur le taux de mortalité (figures 1 et 2). La perte a eu lieu au cours des saisons humide et sèche froide.

La figure 4 montre la destination des produits avicoles au cours de la période d'étude. Les résultats obtenus dans les trois pays du sahel par l'IEMVT-CIRAD (5) montrent que dans ces pays l'autoconsommation et les volailles destinées au renouvellement du cheptel s'élèvent respectivement à 25 et 5 p. 100, tandis que dans cette étude, l'autoconsommation et les volailles destinées au renouvellement du cheptel étaient respectivement de 12 et 28 p. 100.

## ■ CONCLUSION

La productivité de la poule locale était très faible au niveau de tous les caractères de production et de reproduction. Dans le système extensif étudié, les principales contraintes identifiées étaient

d'ordre sanitaire et de gestion dans le milieu villageois. Les résultats de cette étude ont montré un effet non significatif ( $P > 0,05$ ) des saisons et de la pluviométrie sur le taux d'éclosion. Au plan national, cet effet peut causer une perte importante à l'éclosion.

Les effets des saisons, des maladies et de la gestion sur la mortalité des poussins étaient très significatifs ( $P < 0,005$ ).

Cela montre l'importance du logement, de la vaccination et des soins vétérinaires en milieu rural. Il est recommandé d'assurer les facteurs environnementaux (logement, santé, ration équilibrée et bonne conduite) avant l'application de l'amélioration génétique.

## Remerciements

Les auteurs remercient M. Cécé Thea, CTE, pour sa participation aux travaux pratiques sur le terrain. Ils tiennent à remercier également tous les éleveurs pour leur coopération.

## BIBLIOGRAPHIE

1. COURTECUISSÉ C., JAPIOT F., BLOCH N., DIALLO I., 1990. Enquêtes sérologiques sur les maladies de Newcastle et de Gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez des poules de race locale au Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 27-29.
2. DUNCAN N.B., 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11** : 1-24.
3. FAYE B., PEROCHON L., 1995. La mortalité des vaches laitières dans l'enquête écopathologique - Bretagne. *Vet. Res.*, **26** : 124-131.
4. GOULDEN C.H., 1952. *Methods of statistical analysis*, 2nd ed. NY, USA, John Wiley.
5. IEMVT-CIRAD, MINISTÈRE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT, 1989. Développement de l'aviculture traditionnelle en Afrique tropicale. Maisons-Alfort, France, IEMVT-CIRAD, Paris, France, Ministère de la coopération et du développement. (Fiches techniques d'élevage tropical n° 2)
6. MCARDLE A.A., 1972. Méthodes de production avicole dans les zones en voie de développement. *World Anim. Rev.*, (2) : 28.
7. MINISTÈRE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT, 1991. Mémento de l'agronome, 4<sup>e</sup> éd. Paris, France, Ministère de la coopération et du développement.
8. SAUNDERS M.J., 1984. Aviculture traditionnelle en Haute Volta. Synthèse des connaissances actuelles et réflexion autour d'une expérience de développement (1979-1984).
9. SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1976. *Statistical methods*. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press.

Reçu le 13.6.96, accepté le 11.2.98

## Summary

**Mourad M., Bah A.S., Gbanamou G.** Productivity and mortality of local poultry in the plateau of Sankaran Faranah, Guinea, in 1993-1994

The productivity and mortality of the local poultry breed in a village environment in the plateau of Sankaran, Guinea, is described. Poultry productivity was very modest, characterized by the number of eggs per brood ( $10.05 \pm 0.15$ ) and broods per year ( $3.8 \pm 0.7$ ). Its hatching rate ranged from 42 to 100%. The egg mean weight was  $30.7 \pm 0.03$  g. The chick mean weight was  $22.8 \pm 0.23$  g at hatching. The fertility rate was 87.5% and chick viability rate was 89.31% at one day of age. Newcastle and typhosis pullorum diseases were the main causes of hen and chick mortality (more than 60% of losses). The annual raw mortality rates were 80 and 73.16% for hens and chicks, respectively. The seasonal raw mortality rate increased notably during the rainy and cold seasons. The  $\chi^2$  test showed a highly significant effect ( $P < 0.005$ ) of seasons on hen and chick mortality. Correlation and determination coefficients between these two variables, -0.639 and 0.4081, respectively, were not significant ( $P > 0.05$ ). The confidence interval of the correlation coefficient was  $-0.639 \pm 1.7384$ . The season effect on the hatching rate was not significant ( $P > 0.05$ ), whereas the effects of seasons, diseases and their interaction were highly significant ( $P < 0.005$ ) on the chick mortality rate. The sex-ratio cock/hen was 38%. The breeders retained 28% of birds for flock replacement.

**Key words:** Chicken - Chick - Productivity - Extensive husbandry - Mortality - Newcastle disease - Pullorum disease - Statistical method - Seasonal variation - Aviculture - Guinea.

## Resumen

**Mourad M., Bah A.S., Gbanamou G.** Evaluación de la productividad y de la mortalidad de la gallina nativa en la meseta de Sankaràn Faranah, Guinea, en 1993-1994

El presente artículo trata de la productividad y de la mortalidad de la raza local de gallinas en medio aldeano (meseta de Sankaràn). La productividad de esta gallina fue muy modesta, tomando en cuenta la cantidad de huevos por camada ( $10,0,5 \pm 0,15$ ) y el número de camadas por año ( $3,8 \pm 0,07$ ). La tasa de eclosión varió de 42 a 100%. El peso medio de los huevos fue de  $30,7 \pm 0,03$  g. El peso medio de los pollitos post-eclosión fue de  $22,8 \pm 0,23$  g. La tasa de fertilidad fue de 87,5% y la tasa de viabilidad de los pollitos de un día fue de 89,31%. La enfermedad de Newcastle y la tifosis pullorosis fueron las principales causas de mortalidad en las gallinas y pollitos (más de 60% de las pérdidas). La tasa de mortalidad bruta anual fue de 80% en las gallinas y de 73,16% en los pollitos. La tasa de mortalidad bruta estacional aumentó considerablemente durante la estación húmeda y la estación seca. El efecto de la estación sobre la mortalidad de las gallinas y de los pollitos, observado por medio de test de  $\chi^2$ , fue altamente significativo ( $p < 0,005$ ). Los coeficientes de correlación y la determinación entre estas dos variables no fueron significativos ( $p > 0,05$ ), siendo respectivamente iguales a -0,639 y 0,4081. El intervalo de confianza del coeficiente de correlación fue de  $-0,639 \pm 1,7384$ . El efecto estacional sobre la eclosión no fue significativo ( $p > 0,05$ ). Los efectos de las estaciones del año, la enfermedad y su interacción fueron altamente significativos ( $p < 0,005$ ) con relación a la tasa de mortalidad de los pollitos. La relación de sexos gallina/gallo fue de 38%. Los criadores se quedaron con 28% de los animales para el reemplazo del hato.

**Palabras clave:** Pollo - Pollito - Productividad - Crianza extensiva - Mortalidad - Enfermedad de Newcastle - Pullorosis - Método estadístico - Variación estacional - Avicultura - Guinea.

## ■ Index 1997 des auteurs

---

- Achard F.  
n° 4 p.325-333
- Agab H.  
n°2 p.97-98
- Akintola A.A.  
n°3 p.217-220
- Amouroux I.  
n°2 p.105-110
- Alkali Y.  
n°4 p.281-284
- Alvarez J.A.  
n°4 p.285-292
- Anene B.M.  
n°3 p.221-225
- Anika S.M.  
n°3 p.221-225
- Ankers P.  
n°2 p.111-116
- Aprelon R.  
n°2 p.105-110
- Arbelot B.  
n°1 p.75-83, n°3 p.197-203
- Awa N.D.  
n°3 p.227-233
- Baars R.M.T.  
n°1 p.41-45
- Baazaoui S.  
n°4 p.273-276
- Bah A.S.  
n°4 p.343-349
- Bakhiet M.R.  
n°1 p.10-11
- Bakkali-Kassimi L.  
n°3 p.191-196
- Baldé I.B.  
n°1 p.84-88
- Barré N.  
n°2 p.105-110
- Bauer B.  
n°1 p.14-22
- Belot J.  
n°2 p.121-125
- Bengaly S.  
n°2 p.126-132
- Bengoumi M.  
n°1 p.47-53, n°4 p.313-323
- Biaye A.  
n°2 p.111-116
- Bibé B.  
n°3 p.235-249
- Bodji N.C.  
n°4 p.309-312
- Boiré S.  
n°2 p.126-132
- Bonnet P.  
n°4 p.313-323
- Bouchel D.  
n°3 p.227-233
- Bourzat D.  
n°3 p.250-260
- Boussetta M.  
n°2 p.93-96, n°4 p.273-276
- Buldgen A.  
n°4 p.303-308
- Caballero M.  
n°1 p.57-64
- César J.  
n°2 p.153-156
- Chakri A.  
n°3 p.191-196
- Chabchoub A.  
n°4 p.273-276
- Chanono M.  
n° 4 p.325-333
- Chaouachi N.  
n°2 p.93-96
- Chemineau P.  
n°3 p.261-263
- Chukwu C.C.  
n°3 p.221-225

- Clément V.  
n°3 p.235-249
- Coulibaly E.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Coulibaly Z.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Cuisance D.  
n°1 p.14-22, n°4 p.297-301
- Cuny G.  
n°1 p.14-22, n°4 p.297-301
- Dachet P.  
n°4 p.303-308
- Dadah A.J.  
n°3 p.214-216
- Daget Ph.  
n°2 p.141-144, n°2 p.145-148, n°2 p.149-152,  
n°2 p.153-156
- Daniel A.D.  
n°3 p.214-216
- Dayon J.F.  
n°1 p.75-83, n°3 p.197-203
- Dede P.M.  
n°3 p.214-216
- De Graaf T.  
n°1 p.57-64
- Dehoux J.-P.  
n°4 p.303-308
- De Koning M.A.I.  
n°1 p.41-45
- Desquesnes M.  
n°3 p.209-213
- Dia M.L.  
n°1 p.29-36
- Diallo A.  
n°3 p.181-190
- Diarra A.  
n°2 p.133-137
- Diarra M.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Dieng A.  
n°4 p.303-308
- Diop C.  
n°1 p.29-36
- Djiteye A.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Doko A.  
n°1 p.23-28
- Duhlińska-Popova D.D.  
n°3 p.214-216
- Dulieu D.  
n°4 p.335-342
- Duvallet G.  
n°1 p.14-22, n°4 p.297-301
- Dwinger R.H.  
n°1 p.57-64, n°4 p.285-292
- Eghianruwa K.I.  
n°3 p.217-220
- El Harrak M.  
n°3 p.191-196
- Fatih M. Y.  
n°3 p.204-206
- Faugère O.  
n°3 p.235-249
- Faure J.M.  
n°1 p.65-74
- Faye B.  
n°1 p.47-53, n°3 p.261-263, n°4 p.313-323
- Fofana S.  
n°2 p.111-116
- Foua Bi K.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Foucher H.  
n°1 p.75-83
- Gaston A.  
n°2 p.149-152
- Gauthier J.  
n°2 p.157-166
- Gbanamou G.  
n°4 p.343-349
- Ghram A.  
n°4 p.273-276
- Goodfellow M.  
n°1 p.5-9
- Gueye A.  
n°3 p.235-249

- Gueye J.C.  
n°3 p.197-203
- Guilloteau B.  
n°2 p.167-170
- Hamers R.  
n°1 p.29-36
- Hamid M.E.  
n°1 p.5-9
- Hidane K.  
n°4 p.313-323
- Hmidouch A.  
n°3 p.191-196
- Ibn Amor H.  
n°4 p.273-276
- Jacquet P.  
n°1 p.29-36
- Kabore I.  
n°1 p.14-22
- Kalla D.J.U.  
n°4 p.281-284
- Kalokoni D.M.  
n°1 p.41-45
- Keita S.  
n°2 p.167-170
- Khalafalla A.I.  
n°2 p.99-103
- Kudi A.C.  
n°4 p.281-284
- Kudi M.C.  
n°4 p.281-284
- Ladan S.M.  
n°4 p.281-284
- Lancelot R.  
n°3 p.235-249
- Landolsi F.  
n°4 p.273-276
- Láu H.D.  
n°2 p.117-120
- Lauvergne J.J.  
n°3 p.250-260
- Le Bel S.  
n°4 p.335-342
- Lecroisey F.  
n°2 p.157-166
- León A.  
n°1 p.65-74
- Libeau G.  
n°3 p.181-190
- Lotfi C.  
n°3 p.191-196
- Luckins A.G.  
n°1 p.29-36
- Machmoum M.  
n°2 p.171-174
- Magnus E.  
n°1 p.29-36
- Maho A.  
n°1 p.37-39, n°2 p.121-125, n°4 p.277-280
- Mai H.  
n°4 p.281-284
- Mamis D.  
n°3 p.197-203
- Mbeurnodji L.  
n°4 p.277-280
- Michel J.F.  
n°4 p.313-323
- Minvielle F.  
n°3 p.250-260
- Missohou A.  
n°1 p.75-83
- Mlik B.  
n°2 p.93-96
- Mohamed M.E.M.  
n°2 p.99-103
- Moloo S.K.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Moraes A.S.  
n°4 p.293-296
- Mourad M.  
n°1 p.84-88, n°4 p.343-349
- Ndobale B.  
n°1 p.37-39, n°4 p.277-280
- Niamy V.  
n°2 p.167-170

- Njoya A.  
n°3 p.227-233
- Obemeasor R.E.  
n°3 p.217-220
- Ouassat M.  
n°2 p.171-174
- Ouattara I.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Ouragh L.  
n°2 p.171-174, n°3 p.191-196
- Pandey V.S.  
n°1 p.23-28
- Picard M.  
n°1 p.65-74
- Poissonet J.  
n°2 p.141-144, n°2 p.145-148
- Poivey J.P.  
n°3 p.235-249
- Pradier A.  
n°2 p.157-166
- Ravault J.P.  
n°3 p.261-263
- Ravel S.  
n°4 p.297-301
- Reifenberg J.M.  
n°1 p.14-22
- Richard D.  
n°3 p.235-249
- Richard P.  
n°1 p.65-74
- Romero Zuñiga J.J.  
n°1 p.57-64
- Salas M.  
n°4 p.335-342
- Saliki J.T.  
n°3 p.181-190
- Samb H.  
n°3 p.197-203
- Samut T.  
n°2 p.105-110
- Seidl A.F.  
n°4 p.293-296
- Shumba C.  
n°2 p.157-166
- Sidibe I.  
n°3 p.209-213, n°4 p.297-301
- Silva R.A.M.S.  
n°4 p.293-296
- Solano P.  
n°1 p.14-22, n°3 p.209-213, n°4 p.297-301
- Suliman T.A.  
n°1 p.10-11
- Tall F.  
n°3 p.197-203
- Thiam A.  
n°1 p.29-36
- Tillard E.  
n°3 p.235-249
- Toguebaye B.S.  
n°2 p.121-125
- Touré M.  
n°2 p.126-132
- Touré S.M.  
n°4 p.297-301
- Toutain B.  
n°2 p.145-148
- Traoré D.  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137
- Van Aniel J.M.  
n°4 p.285-292
- Van der Stuyft P.  
n°1 p.23-28
- Van Meirvenne N.  
n°1 p.29-36
- Verhulst A.  
n°1 p.23-28
- Vilariño M.  
n°1 p.65-74
- Vyas S.  
n°3 p.261-263
- Zeuh V.  
n°3 p.250-260
- Zro K.  
n°4 p.313-323

## ■ Index 1997 des mots-clés

- ABATTAGE D'ANIMAUX  
n°4 p.335-342
- ABATTOIR  
n°4 p.281-284
- ADAPTATION  
n°1 p.65-74
- AGE  
n°3 p.235-249
- AGENT PATHOGENE  
n°4 p.277-280
- AGRICULTEUR  
n°1 p.41-45
- ALIMENTATION COMPLEMENTAIRE  
n°3 p.227-233
- ANALYSE ECONOMIQUE  
n°4 p.293-296
- ANALYSE MICROBIOLOGIQUE  
n°1 p.57-64, n°2 p.167-170
- ANAPLASMA MARGINALE  
n°4 p.285-292
- ANE  
n°2 p.171-174, n°3 p.191-196
- ANIMAL REPRODUCTEUR  
n°2 p.93-96
- ANTHELMINTHIQUE  
n°2 p.105-110, n°3 p.217-220
- ANTIBIOTIQUE  
n°1 p.5-9
- ANTICORPS MONOCLONAL  
n°3 p.181-190
- ANTIMICROBIEN  
n°1 p.5-9
- ANTIPROTOZOAIRE  
n°3 p.221-225
- AVICULTURE  
n°1 p.65-74, n°1 p.75-83, n°4 p.277-280, n°4 p.343-349
- AVICULTURE RURALE  
n°3 p.197-203
- BABESIA BIGEMINA  
n°4 p.285-292
- BABESIA BOVIS  
n°4 p.285-292
- BACTERIOLOGIE  
n°2 p.93-96
- BIODIVERSITE  
n°2 p.141-144
- BIOMASSE  
n°4 p.309-312
- BIOMETRIE  
n°3 p.250-260
- BOOPHILUS MICROPLUS  
n°4 p.285-292
- BOVIN  
n°1 p.5-9, n°1 p.14-22, n°1 p.41-45, n°2 p.97-98, n°2 p.111-116, n°2 p.117-120, n°3 p.204-206, n°4 p.285-292, n°4 p.325-333
- BOVIN HOLSTEIN  
n°1 p.23-28
- BOVIN LAITIER  
n°1 p.57-64
- BREBIS  
n°3 p.227-233
- BRONCHITE INFECTIEUSE  
n°3 p.197-203
- BRUCELLOSE  
n°2 p.97-98
- BRULAGE  
n°1 p.41-45
- BUFFLE D'EAU  
n°2 p.117-120
- CAJANUS CAJAN CIAT 18 700  
n°4 p.309-312
- CALIFORNIA MASTITIS TEST  
n°1 p.57-64
- CAMELUS DROMEDARIUS  
n°4 p.313-323
- CAPRIN  
n°1 p.84-88, n°2 p.97-98, n°2 p.105-110, n°2 p.111-116, n°2 p.121-125, n°3 p.214-216, n°3 p.217-220, n°3 p.235-249, n°3 p.250-260, n°4 p.281-284

CARCASSE n°4 p.335-342	COMPORTEMENT n°1 p.65-74
CARTOGRAPHIE n°3 p.250-260	CONDUITE DU TROUPEAU n°1 p.29-36, n°1 p.84-88
CERF RUSA n°4 p.335-342	CONTAMINATION BIOLOGIQUE n°2 p.167-170
CERVIDAE n°4 p.335-342	CONTROLE DE QUALITE n°1 p.57-64, n°2 p.167-170
CERVUS TIMORENSIS RUSSA n°4 p.335-342	CONTROLE DES MALADIES n°2 p.111-116, n°3 p.227-233
CHAMEAU n°1 p.10-11	COOPERATIVE DE PRODUCTEURS n°1 p.57-64
CHEVAL n°3 p.191-196, n°4 p.293-296	CORYNEBACTERIUM RENALE n°3 p.204-206
CHEVAL ARABE-BARBE n°4 p.273-276	CROISSANCE n°1 p.65-74, n°4 p.303-308
CHEVAL BARBE n°4 p.273-276	CUIVRE n°1 p.47-53
CHEVAL PUR-SANG ANGLAIS n°4 p.273-276	DENSITE n°2 p.133-137
CHEVAL PUR-SANG ARABE n°4 p.273-276	DENSITE DE POPULATION n°2 p.126-132
CHEVRE DE MARADI n°3 p.214-216	DIAGNOSTIC n°3 p.181-190, n°3 p.209-213
CHEVRE DU SAHEL n°2 p.121-125	DINDON n°2 p.93-96
CHIEN n°3 p.221-225	DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE n°2 p.126-132
CIRCUIT DE COMMERCIALISATION n°2 p.157-166	DROMADAIRE n°1 p.29-36, n°1 p.47-53, n°2 p.97-98, n°2 p.99-103, n°3 p.261-263, n°4 p.313-323
CLASSIFICATION n°1 p.75-83, n°4 p.313-323, n°4 p.335-342	ECHANTILLONNAGE n°2 p.145-148
CLIMAT TROPICAL n°1 p.65-74	ECONOMIE AGRICOLE n°2 p.157-166
CLINIQUE VETERINAIRE n°2 p.97-98	EFFICACITE n°3 p.217-220
COCCIDIA n°2 p.121-125	EIMERIA PANGUII N. SP. n°2 p.121-125
COCCIDIOSE n°1 p.37-39, n°2 p.121-125	EIMERIA TENELLA n°1 p.37-39, n°4 p.277-280
COMPLEMENT ALIMENTAIRE n°1 p.47-53	

- ELEVAGE EXTENSIF  
n°4 p.343-349
- ELEVAGE AU SOL  
n°1 p.65-74
- ELEVAGE INTENSIF  
n°1 p.65-74, n°3 p.197-203
- ENQUETE  
n°3 p.217-220
- ENQUETE PATHOLOGIQUE  
n°4 p.281-284
- EPIDEMIOLOGIE  
n°1 p.14-22, n°1 p.29-36, n°2 p.99-103, n°2 p.117-120, n°3 p.209-213, n°4 p.273-276, n°4 p.297-301, n°4 p.313-323
- EQUIDAE  
n°2 p.97-98, n°3 p.191-196
- ESCHERICHIA COLI  
n°4 p.277-280
- ESPECE NOUVELLE  
n°2 p.121-125
- EXPERIMENTATION IN VITRO  
n°1 p.5-9
- EXPLOITATION AGRICOLE  
n°4 p.277-280
- FACTEUR DU MILIEU  
n°3 p.235-249
- FER  
n°1 p.47-53
- FLORE  
n°2 p.141-144
- FREQUENCE DE RECOLTE  
n°4 p.309-312
- FUSOBACTERIUM NECROPHORUM  
n°1 p.10-11
- GLOSSINA  
n°1 p.14-22, n°3 p.209-213
- GLOSSINA MORSITANS SUBMORSITANS  
n°2 p.126-132
- GLOSSINA PALPALIS GAMBIENSIS  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137, n°4 p.297-301
- GLOSSINA TACHINOIDES  
n°2 p.126-132
- HAEMONCHUS  
n°2 p.105-110
- HAUTEUR  
n°4 p.309-312
- HELMINTHE  
n°2 p.111-116
- HELMINTHOSE  
n°2 p.117-120
- HYGIENE  
n°4 p.277-280
- HYGIENE DE LA VIANDE  
n°2 p.167-170
- HYGIENE DU LAIT  
n°1 p.57-64
- IMMUNOFLUORESCENCE  
n°1 p.29-36, n°3 p.181-190
- IMMUNOLOGIE  
n°2 p.93-96, n°3 p.197-203, n°4 p.285-292, n°4 p.273-276
- INANITION  
n°1 p.84-88
- INCENDIE  
n°1 p.41-45
- INDUSTRIE DE LA VIANDE  
n°2 p.167-170
- INDUSTRIE LAITIERE  
n°1 p.57-64
- INFECTION  
n°2 p.133-137
- INFECTION EXPERIMENTALE  
n°1 p.23-28, n°3 p.221-225
- INTERVALLE ENTRE PARTURITIONS  
n°3 p.235-249
- JEUNE ANIMAL  
n°4 p.313-323
- LOGEMENT DE VOLAILLES  
n°1 p.65-74
- MALADIE DE GUMBORO  
n°3 p.197-203
- MALADIE DE NEWCASTLE  
n°3 p.197-203, n°4 p.343-349
- MANGANESE  
n°1 p.47-53

MELATONINE n°3 p.261-263	MYCOPLASMOSE n°2 p.93-96
MENSURATION CORPORELLE n°3 p.250-260	NECROSE n°1 p.10-11
MESURE n°2 p.141-144, n°2 p.145-148, n°2 p.149-152, n°2 p.153-156	NOCARDIA FARCINICA n°1 p.5-9
METABOLISME DES MINERAUX n°1 p.47-53	NORME n°2 p.167-170
METASTIGMATA n°4 p.285-292	NUCLEOPROTEINE n°3 p.181-190
METHODE n°2 p.141-144, n°2 p.145-148, n°2 p.149-152, n°2 p.153-156	NUMERATION CELLULAIRE SOMATIQUE n°1 p.57-64
METHODE D'ELEVAGE n°4 p.325-333	OESOPHAGOSTOMUM n°2 p.105-110
METHODE STATISTIQUE n°4 p.343-349	OLIGOELEMENT n°1 p.47-53
MICROSATELLITE n°4 p.297-301	OVIN n°1 p.84-88, n°2 p.97-98, n°2 p.111-116, n°3 p.214-216, n°3 p.217-220, n°3 p.235-249, n°4 p.281-284
MODELE n°2 p.157-166	OVIN FOULBE n°3 p.227-233
MORBILLIVIRUS n°3 p.181-190	PARAMETRE GENETIQUE n°3 p.235-249
MORBIDITE n°3 p.197-203	PARAPOXVIRUS n°2 p.99-103
MORTALITE n°1 p.37-39, n°1 p.84-88, n°4 p.309-312, n°4 p.313-323, n°4 p.325-333, n°4 p.343-349	PARASITE n°1 p.84-88
MOUTON YANKASA n°3 p.214-216	PARASITOLOGIE n°3 p.209-213
MULET n°3 p.191-196	PARCOURS n°1 p.41-45
MYCOBACTERIUM FARCINOGENES n°1 p.5-9	PATURAGE n°2 p.141-144, n°2 p.149-152
MYCOBACTERIUM SENEGALENSE n°1 p.5-9	PCR n°1 p.14-22, n°3 p.209-213, n°4 p.285-292, n°4 p.297-301
MYCOPLASMA GALLISEPTICUM n°2 p.93-96, n°3 p.197-203	PEAU n°1 p.10-11
MYCOPLASMA MELEAGRIDIS n°2 p.93-96	PERFORMANCE DE REPRODUCTION n°3 p.235-249, n°4 p.325-333
MYCOPLASMA SYNOVIAE n°2 p.93-96, n°3 p.197-203	PESEE n°4 p.335-342

- PESTE BOVINE  
n°3 p.181-190
- PESTE DES PETITS RUMINANTS  
n°3 p.181-190
- PINTADE  
n°4 p.303-308
- POIDS A LA NAISSANCE  
n°1 p.84-88
- POLYCULTURE ELEVAGE  
n°1 p.75-83
- POLYMORPHISME BIOCHIMIQUE  
n°2 p.171-174
- POULE PONDEUSE  
n°1 p.37-39, n°1 p.75-83, n°2 p.93-96
- POULET  
n°4 p.343-349
- POULET DE CHAIR  
n°1 p.65-74, n°1 p.75-83, n°2 p.93-96
- POUSSIN  
n°4 p.343-349
- PREVALENCE DE LA MALADIE  
n°3 p.191-196
- PRODUCTION D'ŒUFS  
n°1 p.75-83
- PRODUCTION LAITIERE  
n°1 p.57-64
- PRODUCTIVITE  
n°4 p.343-349
- PROTEINE SANGUINE  
n°2 p.171-174
- PULLOROSE  
n°4 p.343-349
- REACTION D'AGGLUTINATION  
n°1 p.29-36
- REACTION DE FIXATION DU COMPLE-  
MENT  
n°4 p.273-276
- REGION  
n°3 p.235-249
- REGION AGROCLIMATIQUE  
n°1 p.29-36
- RELATION HOTE PATHOGENE  
n°1 p.14-22
- REPOUSSE  
n°1 p.41-45, n°4 p.309-312
- REPRODUCTION  
n°3 p.261-263
- RESISTANCE AUX PRODUITS CHIMIQUES  
n°1 p.5-9, n°2 p.105-110
- RESSOURCE GENETIQUE  
n°3 p.250-260
- RISQUE  
n°4 p.313-323
- RUMINANT  
n°3 p.209-213
- SAISON  
n°1 p.84-88, n°2 p.99-103, n°3 p.197-203, n°3  
p.214-216, n°3 p.235-249, n°4, p.281-284, n°4  
p.303-308, n°4 p.309-312
- SAISON HUMIDE  
n°1 p.41-45, n°3 p.227-233
- SAISON SECHE  
n°1 p.41-45
- SALMONELLA GALLINARUM PULLORUM  
n°3 p.197-203
- SEXE  
n°4 p.281-284
- SONDE MOLECULAIRE  
n°1 p.14-22
- STAPHYLOCOCCUS AUREUS  
n°3 p.204-206
- STRONGYLOIDES PAPILLOSUS  
n°2 p.117-120
- SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE  
n°3 p.191-196
- SURVIE  
n°4 p.309-312
- SYSTEME D'EXPLOITATION AGRICOLE  
n°1 p.75-83
- TAILLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE  
n°1 p.75-83
- TECHNIQUE IMMUNOLOGIQUE  
n°3 p.191-196
- TECHNIQUE RADIOIMMUNOLOGIQUE  
n°3 p.181-190

TEST ELISA n°1 p.29-36, n°3 p.181-190, n°3 p.209-213	VEAU n°2 p.111-116, n°2 p.117-120, n°4 p.285-292
TOXOCARA VITULORUM n°2 p.117-120	VECTEUR DE LA MALADIE n°1 p.14-22
TRICHOMONAS n°4 p.277-280	VEGETATION n°2 p.141-144, n°2 p.145-148, n°2 p.149-152, n°2 p.153 156
TRICHOSTRONGYLUS n°2 p.105-110	VEGETATION RIPICOLE n°2 p.133-137
TRYPANOSOMA n°2 p.133-137	VENTE AU DETAIL n°2 p.167-170
TRYPANOSOMA BRUCEI n°3 p.221-225	VESSIE n°3 p.204-206
TRYPANOSOMA CONGOLENSIS n°1 p.14-22, n°3 p.214-216	VIABILITE n°3 p.227-233
TRYPANOSOMA EVANSI n°1 p.29-36, n°4 p.293-296	VIANDE CAPRINE n°2 p.157-166
TRYPANOSOMA SIMIAE n°1 p.14-22	VIRUS ECHTYMA CONTAGIEUX n°2 p.99-103
TRYPANOSOMA VIVAX n°1 p.14-22, n°3 p.209-213, n°3 p.214-216	VIRUS RHINOPNEUMONIE EQUINE n°3 p.191-196, n°4 p.273-276
TRYPANOSOMOSE n°1 p.14-22, n°3 p.214-216, n°4 p.297-301	VOLAILLE n°1 p.37-39, n°3 p.197-203, n°4 p.277-280
UTILISATION n°3 p.217-220	ZEBU n°1 p.5-9, n°3 p.204-206
VALEUR ENERGETIQUE n°4 p.303-308	ZEBU AZAOUAK n°4 p.325-333
VARIATION GENETIQUE n°4 p.297-301	ZEBU WHITE FULANI n°1 p.23-28
VARIATION SAISONNIERE n°2 p.111-116, n°2 p.133-137, n°4 p.343-349	ZINC n°1 p.47-53
	ZONE TROPICALE n°2 p.141-144, n°2 p.149-152

## ■ Index 1997 géographique

---

AFRIQUE OCCIDENTALE n°3 p.209-213	BURKINA FASO n°1 p.14-22, n°2 p.141-144, n°2 p.145-148, n°3 p.209-213
BELGIQUE n°1 p.23-28	CAMEROUN n°2 p.141-144, n°3 p.227-233
BENIN n°1 p.23-28	COSTA RICA n°1 p.57-64
BRESIL n°2 p.117-120, n°4 p.293-296	COTE D'IVOIRE n°2 p.153-156, n°4 p.309-312

FRANCE  
n°3 p.261-263

GUADELOUPE  
n°2 p.105-110

GUATEMALA  
n°4 p.285-292

GUINEE  
n°1 p.84-88, n°2 p.111-116, n°2 p.167-170,  
n°4 p.343-349

MALI  
n°2 p.126-132, n°2 p.133-137

MAROC  
n°1 p.47-53, n°2 p.171-174, n°3 p.191-196,  
n°4 p.313-323

MAURITANIE  
n°1 p.29-36, n°2 p.141-144

NIGER  
n°4 p.325-333

NIGERIA  
n°3 p.204-206, n°3 p.214-216, n°3 p.217-220,  
n°3 p.221-225, n°4 p.281-284

NOUVELLE-CALEDONIE  
n°4 p.335-342

SENEGAL  
n°1 p.75-83, n°2 p.121-125, n°3 p.197-203,  
n°3 p.235-249, n°4 p.303-308

SOUDAN  
n°1 p.5-9, n°1 p.10-11, n°2 p.97-98, n°2  
p.99-103

TCHAD  
n°1 p.37-39, n°2 p.141-144, n°2 p.149-152,  
n°3 p.250-260, n°4 p.277-280

TUNISIE  
n°2 p.93-96, n°4 p.273-276

VENEZUELA  
n°1 p.65-74

ZAMBIE  
n°1 p.41-45

ZIMBABWE  
n°2 p.157-166