

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

Revue trimestrielle
ISSN 0035-1865

publiée
par le département d'élevage
et de médecine vétérinaire
du Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
Cirad, département emvt

Directeur de la Publication : Emmanuel Camus
Rédacteur en chef : Didier Richard
Edition : Marie-Cécile Maraval-Mollard

COMITE DE LECTURE

J. Asso, E. Authié, D. Bastianelli, P. Bonnet,
J.-P. Boutonnet, J. Cabaret, Ph. Chardonnet, Y. Cognié,
C. Demarquilly, A. Diallo, Ph. Dorchies, G. Duvallet,
B. Faye, H. Guerin, A. Gueye, J.-F. Guillot, J. Itard,
J. Le Dividich, P.-C. Lefèvre, C. Le Goff, Ph. Lhoste,
G. Libeau, F. Ménissier, C. Meyer, P.-P. Pastoret,
M. Picard, J.-P. Poivey, D. Richard, G.R. Scott,
G. Tacher, F. Thiaucourt, B. Toutain, P.-L. Toutain,
G. Uilenberg

Rédaction et Publicité

Cirad-emvt
Campus international de Baillarguet, TA 30/B
34398 Montpellier Cedex 5, France
Téléphone : (0) 4 67 59 38 17 - Télécopie : (0) 4 67 59 37 97
revue-emvt@cirad.fr

Abonnements

Lavoisier
Pascal Pinard
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex, France
(voir page 111 pour les tarifs)
abo@Lavoisier.fr
<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2005
Imprimé par Jouve (France)
n° d'ordre : 387037J
Dépôt légal : novembre 2005

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

7-14 Isolement et étude moléculaire de souches des virus de la clavelée et de l'ecthyma contagieux en Tunisie. Fakhfakh E., Le Goff C., Albina E., Zekri S., Seghaier C., Odisseev C., Jaafoura M.H., Hammami S. (*en français*)

15-20 Situation épidémiologique de la peste porcine africaine dans la région du lac Alaotra (Madagascar) et conséquences possibles pour l'organisation de la lutte et de la surveillance. Randriamparany T., Grenier A., Tourette I., Maharavo Rahantamalala C., Rousset D., Lancelot R. (*en français*)

21-26 Enquête expérimentale et sur le terrain d'un foyer de peste porcine africaine au Nigeria. Otesile E.B., Ajuwape A.T.P., Odemuyiwa S.O., Akpavie S.O., Olaifa A.K., Odaibo G.N., Olaleye O.D., Adetosoye A.I. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

27-29 L'apprentissage modifie les préférences trophiques des glossines. Bouyer J., Cuisance D., Messad S., Guerin P.M. (*en anglais*)

31-35 Situation actuelle sur les glossines et la trypanosomose sur le plateau de Jos au Nigeria : facteurs épizootiologiques pouvant faciliter la transmission et la propagation de la maladie. Dede P.M., Halid I., Omoogun G.A., Uzoigwe N.R., Njoku C.I., Daniel A.D., Dadah A.J. (*en anglais*)

37-43 Variations saisonnières des helminthes gastro-intestinaux chez la chèvre du plateau central du Burkina Faso. Belem A.M.G., Kaboré A., Bessin R. (*en français*)

45-49 Parasitoses des chèvres Naines de l'Afrique de l'Ouest et de ses croisements avec la race Saanen dans un système d'agriculture zéro-pâturage en Gambie. Dhollander S., Kora S., Sanneh M., Gaye M., Leak S., Berkvens D., Geerts S. (*en anglais*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

51-60 Quelle place pour la paille de riz dans l'alimentation de saison sèche des zébus en zone irriguée au Sahel ? Cas du delta du fleuve Sénégal. Molénat G., Corniaux C., Bastianelli D., Gueguen S., Lacz C. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

61-68 Fécondité de la vache Lagunaire au Bénin. Age au premier vêlage et intervalle entre vêlages. Alkoiret T.I., Gbangboche A.B. *(en français)*

69-73 Variations saisonnières de l'œstrus et de l'ovulation chez la chèvre locale Maure en Tunisie. Lassoued N., Rekik M. *(en français)*

75-79 Productivité des brebis Timahdite et croisées D'man x Timahdite en station et chez les éleveurs au Maroc. Boujenane I., Kansari J. *(en français)*

81-88 Productivité numérique et pondérale des brebis produites du croisement entre la D'man et la race locale Queue fine de l'Ouest. Rekik M., Ben Salem I., Ben Hamouda M., Diallo H., Ammar H., Aloulou R. *(en français)*

89-94 Evaluation d'une stratégie de réduction de la mortalité des petits ruminants en zone soudano-sahélienne du Nord-Cameroun. Njoya A., Awa D.N., Ngo Tama A.C., Cardinale E., Mamoudou A. *(en français)*

95-101 Commercialisation des moutons à Bouaké, Côte d'Ivoire : variations des prix sur le marché de petits ruminants. Toure G., Ouattara Z., Yapy-Gnaore V., Yo T., Tanoh K.G. *(en français)*

103-110 Développement de l'agropastoralisme chez une fraction nomade fixée sur les bords du fleuve Niger au Mali. Baudoux L., Kamil H., Moulin C.H. *(en français)*

Contents

INFECTIOUS DISEASES

7-14 Isolation and Molecular Study of Sheep Pox and Orf Viruses in Tunisia. Fakhfakh E., Le Goff C., Albina E., Zekri S., Seghaier C., Odisseev C., Jaafoura M.H., Hammami S. (*in French*)

15-20 Epidemiological Situation of African Swine Fever in Lake Alaotra Region (Madagascar) and Possible Consequences on the Organization of Disease Control and Surveillance. Randriamparany T., Grenier A., Tourette I., Maharavo Rahantamalala C., Rousset D., Lancelot R. (*in French*)

21-26 Field and Experimental Investigations of an Outbreak of African Swine Fever in Nigeria. Otesile E.B., Ajuwape A.T.P., Odemuyiwa S.O., Akpavie S.O., Olaifa A.K., Odaibo G.N., Olaleye O.D., Adetosoye A.I. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

27-29 Learning Affects Host Preference in Tsetse Flies. Bouyer J., Cuisance D., Messad S., Guerin P.M. (*in English*)

31-35 Current Tsetse and Trypanosomosis Situation on Jos Plateau, Nigeria. Epizootiological Factors that May Enhance Disease Transmission and Spread. Dede P.M., Halid I., Omoogun G.A., Uzoigwe N.R., Njoku C.I., Daniel A.D., Dadah A.J. (*in English*)

37-43 Seasonal Variations of Gastrointestinal Helminths in the Goat of the Central Plateau of Burkina Faso. Belem A.M.G., Kaboré A., Bessin R. (*in French*)

45-49 Parasitic Infections of West African Dwarf Goats and their Saanen Crosses in a Zero-Grazing Farming System in The Gambia. Dhollander S., Kora S., Sanneh M., Gaye M., Leak S., Berkvens D., Geerts S. (*in English*)

FEED RESOURCES

51-60 What Role for the Rice Straw in the Dry Season Diet of Zebus in Sahel Irrigated Area? Case of the Senegal River Delta. Molénat G., Corniaux C., Bastianelli D., Gueguen S., Lacz C. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

61-68 Fecundity of the Lagune Cow in Benin. Age at first calving and Calving Intervals. Alkoiret T.I. , Gbangboche A.B. *(in French)*

69-73 Seasonal Variations of Estrus and Ovulation in Native Maure Goats of Tunisia. Lassoued N., Rekik M. *(in French)*

75-79 Productivity of Timahdit and D'man x Timahdit Crossbred Ewes in Station and in Farms in Morocco. Boujenane I., Kansari J. *(in French)*

81-88 Numerical and Weight Productivities of Crossbred D'man by Local Queue Fine de l'Ouest Ewes. Rekik M., Ben Salem I., Ben Hamouda M., Diallo H., Ammar H., Aloulou R. *(in French)*

89-94 Assessment of a Strategy to Reduce Small Ruminant Mortality in the Sudano-Sahelian Province of Northern Cameroon. Njoya A., Awa D.N., Ngo Tama A.C., Cardinale E., Mamoudou A. *(in French)*

95-101 Sheep Commercialization in Bouake, Côte d'Ivoire: Price Variations at the Small Ruminants Market. Toure G., Ouattara Z., Yapy-Gnaore V., Yo T., Tanoh K.G. *(in French)*

103-110 Development of Agropastoralism in a Nomadic Community Settled along the Niger River in Mali. Baudoux L., Kamil H., Moulin C.H. *(in French)*

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

7-14 Aislamiento y estudio molecular de cepas de virus de la viruela (lengua azul) y del ectima contagioso en Tunisia. Fakhfakh E., Le Goff C., Albina E., Zekri S., Seghaier C., Odisseev C., Jaafoura M.H., Hammami S. (*en francés*)

15-20 Situación epidemiológica de la peste porcina africana en la región del lago Alaotra (Madagascar) y posibles consecuencias para la organización de la lucha y la vigilancia. Randriamparany T., Grenier A., Tourette I., Maharavo Rahantamalala C., Rousset D., Lancelot R. (*en francés*)

21-26 Investigaciones experimentales y de campo de un brote de fiebre porcina africana en Nigeria. Otesile E.B., Ajuwape A.T.P., Odemuyiwa S.O., Akpavie S.O., Olaifa A.K., Odaibo G.N., Olaleye O.D., Adetosoye A.I. (*en inglés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

27-29 El aprendizaje afecta las preferencias de huésped en las moscas tse-tse. Bouyer J., Cuisance D., Messad S., Guérin P.M. (*en inglés*)

31-35 Situación actual de la tsé-tsé y de la tripanosomosis en la meseta de Jos, Nigeria. Factores epizootiológicos que pueden fomentar la transmisión y la distribución de la enfermedad. Dede P.M., Halid I., Omoogun G.A., Uzoigwe N.R., Njoku C.I., Daniel A.D., Dadah A.J. (*en inglés*)

37-43 Variaciones estacionarias de los helmintos gastrointestinales en la cabra de la meseta central de Burkina Faso. Belem A.M.G., Kaboré A., Bessin R. (*en francés*)

45-49 Infecciones parasitarias en las cabras Enanas de Africa del oeste y sus cruces Saanen en un sistema de cría sin pastoreo en Gambia. Dhollander S., Kora S., Sanneh M., Gaye M., Leak S., Berkvens D., Geerts S. (*en inglés*)

RECURSOS ALIMENTICIOS

51-60 ¿Qué lugar ocupa la paja de arroz en la alimentación durante la estación seca de los cebúes en la zona irrigada del Sahel? El caso del delta del río Senegal. Molénat G., Corniaux C., Bastianelli D., Gueguen S., Lacz C. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

61-68 Fecundidad de la vaca de Laguna en Benin: edad al primer parto e intervalo entre partos. Alkoiret T.I. , Gbangboche A.B. (*en francés*)

69-73 Variaciones estacionarias del estro y de la ovulación en la cabra local Maura en Tunisia. Lassoued N., Rekik M. (*en francés*)

75-79 Productividad de las ovejas Timahdite y cruces D'man x Timahdite en una estación y donde los criadores en Marruecos. Boujenane I., Kansari J. (*en francés*)

81-88 Productividad numérica y ponderal de las ovejas originadas de cruces entre la D'man y la raza local Cola fina del oeste. Rekik M., Ben Salem I., Ben Hamouda M., Diallo H., Ammar H., Aloulou R. (*en francés*)

89-94 Evaluación de una estrategia de reducción de la mortalidad de los pequeños rumiantes en la zona sudano-sahariana del Norte Camerún. Njoya A., Awa D.N., Ngo Tama A.C., Cardinale E., Mamoudou A. (*en francés*)

95-101 Comercialización de corderos en Bouaké, Costa de Marfil: variaciones de precios en el mercado de los pequeños rumiantes. Toure G., Ouattara Z., Yapy-Gnaore V., Yo T., Tanoh K.G. (*en francés*)

103-110 Desarrollo agro pastoral en una fracción nómada establecida sobre los bordes del río Níger en Malí. Baudoux L., Kamil H., Moulin C.H. (*en francés*)

Isolement et étude moléculaire de souches des virus de la clavelée et de l'ecthyma contagieux en Tunisie

E. Fakhfakh¹ C. Le Goff² E. Albina²
S. Zekri³ C. Seghaier¹ C. Odisseev¹
M.H. Jaafoura³ S. Hammami^{1*}

Mots-clés

Caprin – Ovin – *Capripoxvirus* – Virus ecthyma contagieux – *Parapoxvirus* – PCR – Phylogénie – Séquence nucléotidique – Tunisie.

Résumé

L'élevage des petits ruminants est touché par plusieurs pathologies infectieuses cutanées. Ainsi, la clavelée et l'ecthyma contagieux représentent deux maladies virales importantes à étudier de part leur allure enzootique et la perte économique qu'elles entraînent. L'objectif de ce travail a été l'isolement en Tunisie de souches virales responsables de ces deux pathologies cutanées et leur caractérisation par l'application et la comparaison de méthodes de diagnostic. La microscopie électronique a été utilisée pour une étude morphologique externe et interne des différentes souches isolées sur culture cellulaire. L'identification par PCR a concerné le gène de la thymidine kinase (TK), le gène de l'analogue du récepteur des chimiokines (CXCR-2) et le gène de la protéine P42K présente chez les *Parapoxvirus*. L'identification moléculaire très sensible et très spécifique des souches de *Capripoxvirus* a été complétée par une analyse phylogénétique.

■ INTRODUCTION

L'économie de la plupart des pays du Sud est basée sur l'agriculture et l'élevage. En Afrique du Nord, l'intérêt médical et sanitaire a souvent été porté sur les bovins au détriment des petits ruminants, probablement à cause de leur grande capacité d'adaptation aux conditions difficiles de sécheresse et de pénurie.

En Tunisie, le cheptel ovin compte en moyenne sept millions de têtes. Il est touché par différentes maladies qui constituent une menace pour le développement du secteur agricole. La clavelée et l'ecthyma contagieux sont parmi les affections les plus importantes fréquemment observées en élevage de petits ruminants ; elles revêtent généralement une allure enzootique. L'atteinte par ces deux infections virales cutanées se traduit par une mortalité chez les jeunes animaux, une chute de la reproduction et de la production chez les adultes ; les animaux guéris deviennent généralement des non-valeurs économiques. Devant une telle situation, il est impératif d'instaurer des moyens de diagnostic fiables et rapides

vis-à-vis de ces deux poxviroses. Cet objectif repose essentiellement sur l'isolement, la caractérisation et l'identification des différentes souches virales responsables ; il constitue également une approche préliminaire pour une étude épidémiologique moléculaire des souches locales de *Capripoxvirus*.

■ MATERIEL ET METHODES

Suite à une investigation réalisée sur l'ensemble du pays, 63 prélèvements ont été obtenus à partir d'ovins présentant des lésions cutanées typiques de clavelée et/ou d'ecthyma contagieux avec parfois atteinte de l'état général. La race, l'âge et le sexe n'ont pas été pris en considération. Les échantillons prélevés étaient composés de papules, de pustules et de croûtes. Ont été comptées respectivement 23 et 40 lésions cutanées douteuses de clavelée et d'ecthyma contagieux. Chaque échantillon a été traité sous forme de filtrat infectieux.

Les techniques expérimentales conduites pour l'identification des isolats suspects de clavelée et d'ecthyma contagieux ont été les mêmes ; elles ont été effectuées en deux étapes décrites ci-après.

Isolement et observation de souches virales

Culture cellulaire

Une étape préliminaire de premier et deuxième passage sur culture cellulaire sensible a concerné la totalité des 63 prélèvements.

1. Institut de la recherche vétérinaire de Tunisie, 14 rue Djebel Lakhthar, 1006 Tunis, Tunisie

2. Cirad, département Emtv, TA30/G, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

3. Faculté de Médecine de Tunis, rue Djebel Lakhthar, 1006 Tunis, Tunisie

* Tél. : +216 71 56 26 02 / 56 43 21 ; fax : +216 71 56 96 92

E-mail : hammami.salah@iresa.agrinet.tn

Ces premiers essais d'isolement ont été réalisés sur culture primaire de testicules d'agneau (TAP) établie en tapis de cellules âgées de 4 à 5 jours et confluentes à 90 p. 100. Pour chaque échantillon, une dose d'1 ml de filtrat infectieux a été inoculée par boîte de culture cellulaire de 25 cm² préalablement vidée de son milieu d'entretien. Le filtrat d'inoculation a été obtenu à partir du broyage des lésions cutanées à l'aide d'un mortier, et en présence de sable stérile et de milieu (MEM Dubelco, 10 p. 100 SVF), puis filtration de la solution obtenue à 0,45 µm. Le contact cellules-inoculum a été appliqué durant 1 h à température ambiante suivi d'1 h à 37 °C dans une étuve à 5 p. 100 de CO₂. L'inoculum a ensuite été éliminé, puis le même milieu a été ajouté. La culture a ainsi été maintenue à 37 °C jusqu'à l'apparition d'un effet cytopathogène (ECP) marqué ou à défaut jusqu'à 12 jours postinoculation. Les échantillons présentant un ECP marquant ont par la suite été inoculés sur des cellules de lignées testiculaires (OA3.Ts) ; le protocole appliqué a été celui décrit précédemment.

Microscopie électronique

La microscopie électronique a concerné l'examen direct des lésions cutanées et la réalisation de coupes ultra-fines de culture cellulaire inoculée.

L'examen direct a été effectué par imprégnation négative des croûtes et des papules. Chaque lésion a été broyée en présence d'eau bidistillée stérile ; une goutte de cette solution a été déposée sur une grille de microscopie électronique de 200 mesh sans Formvar.

Après un temps de contact de 10 min et séchage, la face traitée de la grille a été contrastée à l'acide phosphotungstique à 2 p. 100, puis observée au microscope.

L'examen sur culture cellulaire inoculée a été réalisé à partir de boîte T25 présentant un tapis cellulaire confluent de 95 p. 100 et un ECP prononcé selon le cas. La culture a été rincée et récupérée par grattage en présence de CaCl₂ 1M. Le culot cellulaire obtenu après centrifugation a été fixé au glutaraldéhyde à 3 p. 100. Il a ensuite été rincé et immergé dans du tétraoxyde d'osmium à 2 p. 100. L'échantillon ainsi déshydraté a été inclus dans un mélange préparé essentiellement à partir d'agar. Cette étape d'inclusion a duré 36 h et a été suivie d'une polymérisation à l'étuve. L'examen optique a été réalisé sur des coupes ultra-fines de 60 à 70 nm déposées sur des grilles de 150 mesh. Pour l'observation, un double contraste a été mis en œuvre à base d'acétate d'uranyle à 2 p. 100 et de citrate de plomb à 0,2 p. 100.

Identification de souches virales

Réaction de polymérisation en chaîne (PCR)

L'étape de caractérisation moléculaire a concerné 10 prélèvements de terrain (tableaux I et II) et la souche vaccinale Romania 65 utilisée pour l'immunisation du cheptel ovin national contre la clavelée. La souche de référence Kenya *Sheeppox* I (KSI), a été choisie comme témoin positif.

Tableau I

Isolement et identification de souches virales d'ecthyma contagieux

Inoc	Cult. cell. OA3.Ts		Microsc. électron.		PCR		
	Ecp1	Ecp2	Ex. dir.	Ex. cp.	TK	IL8	P42K
E3	+	++	+	+	-	-	+
E14	+	?	+	+	-	-	+
E20	+	+	+	+	-	-	+
E31	+	+	+	+	-	-	+
E38	+	?	+	+	-	-	+

Inoc : numéro d'inoculum
 Cult. cell. : culture cellulaire
 OA3.Ts : lignée cellulaire de testicules d'agneau
 Ecp1 : effet cytopathogène observé au 1^{er} passage
 Ecp2 : effet cytopathogène observé au 2^e passage
 ++ : effet cytopathogène accentué
 + : effet cytopathogène modéré
 ? : effet cytopathogène douteux
 Microsc. électron. : microscopie électronique
 Ex. dir. : examen direct
 + : visualisation de l'aspect enchevêtré caractéristique du virus de l'ecthyma contagieux
 Ex. cp. : examen sur coupes de culture cellulaire inoculée
 + : visualisation des différentes étapes de la morphogenèse virale
 PCR : réaction de polymérisation en chaîne
 TK : gène codant la thymidine kinase
 IL8 : gène codant le récepteur de l'interleukine 8
 P42K : gène codant la protéine de l'enveloppe des *Parapoxvirus*
 + : amplification et révélation par électrophorèse horizontale du gène
 - : absence d'amplification et de révélation du gène

Tableau II

Isolement et identification de souches virales de clavelée

Inoc	Cult. cell. OA3.Ts		Microsc. électron.		PCR		
	Ecp1	Ecp2	Ex. dir.	Ex. cp.	TK	IL8	P42K
C4	++	++	+	+	+	+	-
C9	++	+	+	+	+	+	-
C12	+	?	-	+	+	+	+
C13	?	++	+	+	+	+	-
C19	?	?	-	+	+	+	+

Inoc : numéro d'inoculum
 Cult. cell. : culture cellulaire
 OA3.Ts : lignée cellulaire de testicules d'agneau
 Ecp1 : effet cytopathogène observé au 1^{er} passage
 Ecp2 : effet cytopathogène observé au 2^e passage
 ++ : effet cytopathogène accentué
 + : effet cytopathogène modéré
 ? : effet cytopathogène douteux
 Microsc. électron. : microscopie électronique
 Ex. dir. : examen direct
 + : visualisation de structures virales de *Sheeppox virus*
 - : absence de visualisation de structures virales de *Sheeppox virus*
 Ex. cp. : examen sur coupe de culture cellulaire inoculée
 + : visualisation des différentes étapes de la morphogenèse virale
 PCR : réaction de polymérisation en chaîne
 TK : gène codant la thymidine kinase
 IL8 : gène codant le récepteur de l'interleukine 8
 P42K : gène codant la protéine de l'enveloppe des *Parapoxvirus*
 + : amplification et révélation par électrophorèse horizontale du gène
 - : absence d'amplification du gène

Les gènes ciblés au cours de cette étude ont été :

1. Le gène TK codant la thymidine kinase (5) ; pour cela, deux couples d'amorces ont été désignés :

– le couple (TK7, TK8) encadrant une région de 680 pb

TK7 5'-acttatcagattttgttacacattg-3'

TK8 5'-cgatgagttctattctctttcttttag-3'

– le couple (TK11, TK12) encadrant une région de 420 pb

TK11 5'-ataggacctatgtttcttgcaaa-3'

TK12 5'-ttagaaaatcgcgctctttataaca-3'

2. Le gène codant le récepteur analogue à l'interleukine 8 (3) ; son identification a concerné la portion 3L de longueur 1 200 pb amplifiée par cinq amorces déterminées comme suit :

chim1 5'-agtgtatgattaagtaaagcataac-3'

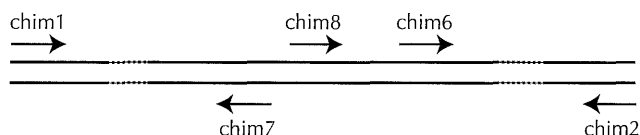
chim2 5'-ttttttatttttccaatgctaaactacc-3'

chim6 5'-gatgagtattgataggtacctagctgtag-3'

chim7 5'-cctaaactccggttttagcgatactacg-3'

chim8 5'-atggagtttaggagattgtgtg-3'

La localisation de ces amorces sur la portion 3L du gène est représentée dans le schéma suivant :



3. Le gène codant B2L de la protéine de l'enveloppe du virus de l'ecthyma contagieux ; la détection a été réalisée par le biais d'un seul couple d'amorces qui encadrait une région de 594 pb. Il a été désigné comme suit (6) :

PPP1 5'-gtcgtccacgatgagcagct-3'

PPP4 5'-tacgtggaagcgctctgct-3'

La PCR a été réalisée à partir du mélange réactionnel suivant : tampon 10 x 5 µl, dNTP 100 x 0,5 µl, chaque amorce a été utilisée à une concentration de 200 ng/µl à raison de 2 x 1 µl par couple d'amorces, la Taq DNA polymérase a été diluée de moitié pour obtenir 2,5 U/µl. L'ADN à analyser a été extrait avec le kit Qiagen Dneasy Tissue ; il a ensuite été utilisé à une concentration de 50 à 100 ng/µl, l'ensemble réactionnel a été ajusté à 50 µl avec de l'eau distillée stérile.

La réaction a été effectuée à l'aide d'un appareil Gene Amp PCR system 2400 ; le programme établi a été le même pour les trois détections géniques et n'a différé qu'au niveau de la température d'hybridation des amorces. L'ADN amplifié a été soumis à une électrophorèse horizontale sur gel d'agarose à 1 p. 100 (NuSieve GTG agarose, BMA, Rockland, USA) pour la révélation. Les échantillons présentant une faible concentration d'ADN ont de nouveau été amplifiés par une deuxième PCR. La purification de l'ADN amplifié a été réalisée par électrophorèse horizontale en bande unique sur gel d'agarose ; l'ADN purifié a ensuite été récupéré à l'aide du kit Sephaglass (Amersham Pharmacia).

Etude phylogénétique primaire

Dans cette partie n'ont été considérés que les isolats de terrain de *Capripoxvirus* identifiés par PCR et la souche vaccinale Romania 65 (1) ; la liste exhaustive est présentée au tableau III. Le séquençage a concerné la partie amplifiée par (chim2-chim6) de la portion 3L du gène codant le récepteur analogue à l'interleukine 8 (IL8). Le produit d'analyse a été séquençé au moins deux fois pour chaque échantillon et comparé à la séquence homologue de la souche de référence KSI (cour 2-6) qui a été elle aussi séquençée.

L'ADN pur a été utilisé à une concentration de 50 ng par échantillon et par réaction. Cette méthode, basée sur celle de Sanger,

Tableau III

Liste des souches virales utilisées pour les alignements multiples

Echantillon séquençé	Identifiant	Nature de l'échantillon
C3	C3P3B	Souche de terrain
C4	CC4P2B	Souche de terrain
C9	CC9P2B	Souche de terrain
C13	CC13P2B	Souche de terrain
C17	C17P2B	Souche de terrain
C18	C18P1B	Souche de terrain
C23	C23B2B	Souche de terrain
C Maroc	CMAROCB	La souche vaccinale Romania 65
Cour 2-6	COUR2-6B	La souche de référence Kenya Sheeppox 1 (KSI)
LSDRIL8	AF325528	Séquence homologue du virus de la dermatose nodulaire contagieuse (<i>lumpy skin disease</i>), isolat Neethling 2490 Kenya
SPV-K2R	L21931	Séquence homologue de la souche de <i>Swinepox virus</i> Kasza
SPVRIL8	AF410153	Séquence homologue du <i>Swinepox virus</i> isolat 17077-99 (USA 1999)

a été non radioactive et a eu pour principe de base l'utilisation des quatre didésoxynucléotides marqués (*kit* Big Dye, Perkin Elmer). Le milieu réactionnel a été le suivant :

x µl d'ADN 50 ng
1 µl d'amorce (chim2 ou chim6) à 3,2 pmol/µl
4 µl de *mix* BDT
2 µl de tampon 5X
x µl d'eau q.s.p. 20 µl de volume total

Le séquençage a été réalisé sur gel de polyacrylamide préchauffé, les échantillons ont été précipités et dénaturés 2 min 30 s à 95 °C, puis remis directement dans la glace. La migration a duré 10 h et s'est faite pendant la nuit ; l'analyse des séquences a été effectuée le lendemain.

L'alignement multiple des séquences en acides nucléiques et en acides aminés a été réalisé à l'aide du logiciel Vector NTI (Invitrogen). Pour une analyse comparative, la séquence homologue de trois poxvirus disponibles a été ajoutée dans les banques de séquences : le virus de la dermatose nodulaire contagieuse ou *lumpy skin disease* (LSDVRIL8) (13), le *Swinepox virus* (SPVRIL8) (10) et la souche Kasza (SPV-K2R) (2). Dans les séquences qui suivent, n'ont été notées que les additions ou substitutions de bases par rapport à la séquence consensus (figure 1). La constitution de l'arbre de phylogénie, obtenu sur la base de 1 000 répétitions avec le logiciel Phylip, a complété ce travail (figure 2).

■ RESULTATS

Ecthyma contagieux

Culture cellulaire

Un ECP sur cellules TAP a été observé dans 68 p. 100 des cas au premier passage (17/40) ou au second passage (10/40). Cinq échantillons ont montré des ECP accentués au premier et second passages, ainsi qu'un aspect cellulaire fusiforme caractéristique

	1	50		251	300
CC9P2B	(1)	.....	CC9P2B	(239)	.....
C17P2B	(1)	.....	C17P2B	(239)	.....
CC13P2B	(1)	.....	CC13P2B	(239)	.....
C3P3B	(1)	.....	C3P3B	(239)	.....
C23P2B	(1)	.....	C23P2B	(239)	.....
C18P1B	(1)	.....	C18P1B	(239)	.....
CMAROCB	(1)	.....	CMAROCB	(239)	.....
CC4P2B	(1)	.....	CC4P2B	(239)	.....
LSD-RIL8	(1)	.....GC.....G..T.....	LSD-RIL8	(239)	.....
COUR2-6B	(1)	.....GC.....G..T.....	COUR2-6B	(239)	.....
SPVRIL8	(1)	TA...GCG.CA.C...TAT...G...GTATA..T..CC.TA.GT..	SPVRIL8	(251)	.C.....G...T..T.C...AG.GGTT.G..T.AG...T.G.CG.A.G
SPV-K2R	(1)	TA...GCG.CA.C...TAT...G...GTATA..T..CC.TA.GT..	SPV-K2R	(251)	.C.....G...T..T.C...AG.GGTT.G..T.AG...T.G.CG.A.G
Consensus	(1)	CCAGTAAATCAATACGATAAGGACAAAACRATACGGAAATGTACTTATG	Consensus	(251)	GTTATTATAAAATCTTAAATACTTTAAAACATCAC-AAACAAAGATA-
	51	100		301	350
CC9P2B	(51)	.....	CC9P2B	(287)	.....
C17P2B	(51)	.....	C17P2B	(287)	.....
CC13P2B	(51)	.....	CC13P2B	(287)	.....
C3P3B	(51)	.....	C3P3B	(287)	.....
C23P2B	(51)	.....	C23P2B	(287)	.....
C18P1B	(51)	.....	C18P1B	(287)	.....
CMAROCB	(51)	.....	CMAROCB	(287)	.....
CC4P2B	(51)	.....	CC4P2B	(287)	.....
LSD-RIL8	(51)	.....C.....	LSD-RIL8	(287)	.....G.....
COUR2-6B	(51)	.....C.....	COUR2-6B	(287)	.....G.....
SPVRIL8	(51)	CTGTTC.C...T.AT.A..CT.G..ATT..TAG...CG..TCTAA.C	SPVRIL8	(301)	T.T...T.T...A..T..A..AA.G...G.A...TC..A.A.G
SPV-K2R	(51)	CTGTTC.C...T.AT.A..CT.G..ATT..TAG...CG..TCTAA.C	SPV-K2R	(301)	T.T...T.T...A..T..A..AA.G...G.A...TC..A.A.G
Consensus	(51)	TATGGTGGTTGGATTTGCTCAATATATGAAATCCCTTCCAAATAGTGTAT	Consensus	(301)	-AGAAAGCCATAAAGATGGTGGTTTAAATTTATCTGTTCAATGTT
	101	150		351	400
CC9P2B	(101)	.....	CC9P2B	(336)	.....
C17P2B	(101)	.....V.....	C17P2B	(336)	.....
CC13P2B	(101)	.....	CC13P2B	(336)	.....
C3P3B	(101)	.....	C3P3B	(336)	.....
C23P2B	(101)	.....	C23P2B	(336)	.....
C18P1B	(101)	.....	C18P1B	(336)	.....
CMAROCB	(101)	.....	CMAROCB	(336)	.....
CC4P2B	(101)	.....	CC4P2B	(336)	.....
LSD-RIL8	(101)	.....GT.....	LSD-RIL8	(336)	.....
COUR2-6B	(101)	.....GT.....	COUR2-6B	(336)	.....
SPVRIL8	(101)	A..C..G..T..TTCCTCA...G..CT..AG..T..T..ACCA...C..C..G	SPVRIL8	(351)	..GGA..T..GC..CTA..A..CGT..C..A..GA..AG..GA..A..TGT..AGC...T
SPV-K2R	(101)	A..C..G..T..TTCCTCA...G..CT..AG..T..T..ACCA...C..C..G	SPV-K2R	(351)	..GGA..T..GC..CTA..A..CGT..C..A..GA..AG..GA..A..TGT..AGC...T
Consensus	(101)	TTTATGA-AAACAAAATATATGGAATAACACATTTGTCATGTATTTTA	Consensus	(351)	TTTACTCCCATTTAGTGTAACTGTATTGTTTCATCGTTGTTATTTGTTAA
	151	200		401	450
CC9P2B	(150)	.....	CC9P2B	(386)	.....
C17P2B	(150)	.....	C17P2B	(386)	.....
CC13P2B	(150)	.....	CC13P2B	(386)	.....
C3P3B	(150)	.....	C3P3B	(386)	.....
C23P2B	(150)	.....	C23P2B	(386)	.....
C18P1B	(150)	.....	C18P1B	(386)	.....
CMAROCB	(150)	.....	CMAROCB	(386)	.....
CC4P2B	(150)	.....	CC4P2B	(386)	.....
LSD-RIL8	(150)	.....	LSD-RIL8	(386)	.....G..G.....
COUR2-6B	(150)	.....	COUR2-6B	(386)	.....G..G.....
SPVRIL8	(151)	ACG...G...ACT.C.T...CGCA..CATA...AG.C.G..GC.AA.	SPVRIL8	(401)	..ACA..C..A..AT..T..GACATC..GT..CC..CTA..C..A...G...CTAT
SPV-K2R	(151)	ACG...G...ACT.C.T...CGCA..CATA...AG.C.G..GC.AA.	SPV-K2R	(401)	..ACA..C..A..AT..T..GACATC..GT..CC..CTA..C..A...G...CTAT
Consensus	(151)	T--AACGATAATG---CAAATA--TTGG--AAATATTTATAAATTT	Consensus	(401)	ATGTTTTTAGTGGATGTTGTCATTAGATT---TGTCACCTTGCA---
	201	250		451	498
CC9P2B	(189)	.....	CC9P2B	(430)	.....
C17P2B	(189)	.....	C17P2B	(430)	.....
CC13P2B	(189)	.....	CC13P2B	(430)	.....
C3P3B	(189)	.....	C3P3B	(430)	.....
C23P2B	(189)	.....	C23P2B	(430)	.....
C18P1B	(189)	.....	C18P1B	(430)	.....
CMAROCB	(189)	.....	CMAROCB	(430)	.....
CC4P2B	(189)	.....	CC4P2B	(430)	.....
LSD-RIL8	(189)	.....C.....	LSD-RIL8	(430)	.....T.....
COUR2-6B	(189)	.....C.....	COUR2-6B	(430)	.....T.....
SPVRIL8	(201)	A..G..C..CT...G...T..CC.G...TA...C..A..CG.....	SPVRIL8	(451)	GC.A...CC.TTT.G..G.C.A.C...GT..GCG.G...G...A..T
SPV-K2R	(201)	A..G..C..CT...G...T..CC.G...TA...C..A..CG.....	SPV-K2R	(451)	GC.A...CC.TTT.G..G.C.A.C...GT..GCG.G...G...A..T
Consensus	(201)	TGAAATAAACATATTTGGAATGATATACCGCTAATATTATTGGCTATATT	Consensus	(451)	--GTTCATGTAG-CTGAATTTGTCCTATGTCATTGTTTATCAAC

Figure 1 : alignement multiple des séquences en acides nucléiques du virus de la clavelée.

d'une inoculation par le virus de l'ecthyma contagieux (11). Ces cinq prélèvements ont fait l'objet d'une deuxième inoculation sur des cellules lignées de testicules d'agneaux OA3.Ts. Le résultat obtenu a différé par la présence d'ECP douteux (tableau I).

Microscopie électronique

Cette technique a été appliquée sur cinq prélèvements ayant produit un ECP (tableau I). Le contraste négatif à l'acide phosphotungstique a révélé la présence du virus de l'ecthyma contagieux dans la totalité des prélèvements (figure 3). L'observation de coupes ultra-fines a montré les différentes étapes de la morphogenèse virale (figure 4).

PCR

Cette technique n'a montré une amplification positive que pour le gène codant de la protéine de l'enveloppe P42K (tableau I) (figure 5).

Clavelée

Culture cellulaire

Parmi les seize échantillons (70 p. 100 de positifs) avec ECP au premier et/ou second passage, cinq échantillons ont été sélectionnés pour adaptation sur cellules OA3.Ts. Parmi ces cinq, trois isolats seulement ont développé un ECP caractéristique des poxvirus (tableau II). Les cellules infectées avaient une forme arrondie avec un aspect interne granuleux, témoin de la présence de particules virales dans le cytoplasme cellulaire (9).

Microscopie électronique

L'examen direct des papules a permis de visualiser trois échantillons positifs (tableau II) (figure 6). L'échantillon C12 a présenté une structure enchevêtrée en forme de cocon caractéristique

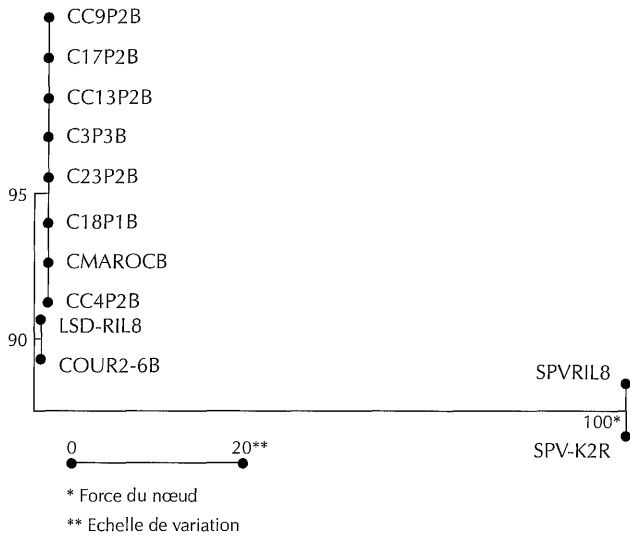


Figure 2 : arbre phylogénétique des séquences. L'échelle indique le pourcentage de substitutions en nucléotides.

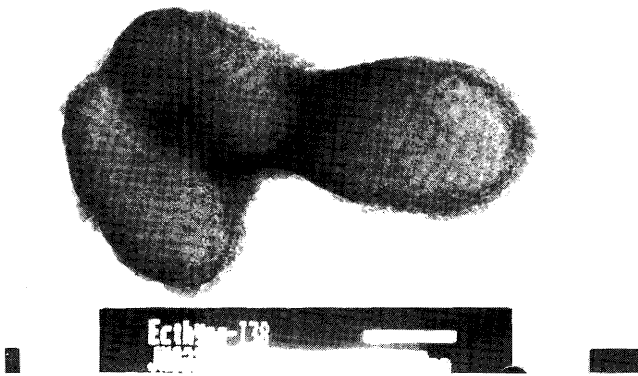


Figure 3 : particule virale d'ecthyma contagieux observée en coloration négative par microscopie électronique (laboratoire d'Embryo-histo-anatomopathologie, faculté de Médecine de Tunis) ; x 40K ; barre : 200 nm. A noter la forme de cocon et l'aspect enchevêtré typique au sein des poxvirus.

des *Parapoxvirus* et aucune structure virale n'a pu être identifiée au niveau de l'échantillon C19. L'étude des coupes ultra-fines a mis en évidence les différentes étapes de morphogénèse virale pour les cinq prélèvements suspects (figure 7).

PCR

Les résultats de l'amplification génique ont été visualisés pour le gène de la thymidine kinase et le gène du récepteur analogue à l'IL8 (tableau II, figure 8). Néanmoins, les échantillons C12 et C19 n'ont présenté une amplification positive que pour le gène P42K.

Séquençage

La longueur d'ADN séquencée obtenue n'a pas été la même pour tous les échantillons (tableau IV, figure 1). Le séquençage a permis de mettre en évidence trois groupes distincts de séquences. Le premier était constitué par les isolats de terrain et la souche vaccinale Romania. Ce groupe a présenté un taux de substitution en nucléotides et en acides aminés inférieur à 5 p. 100. Le second groupe était représenté par la séquence homologue (cour 2-6) de la souche KS1 et celle de la souche LSDVRIL8. En revanche, des taux de substitution en nucléotides et en acides aminés de 33,2 et 65,5 p. 100 ont été observés avec les deux souches des *Swinepox virus* constituant le troisième groupe (figure 2).



Figure 4 : particule virale d'ecthyma contagieux observée en coloration négative par microscopie électronique (laboratoire d'Embryo-histo-anatomopathologie, faculté de Médecine de Tunis) ; x 12K ; barre : 500 nm. Les flèches indiquent les différentes étapes de morphogénèse virale observées sur coupes ultra-fines cellulaires inoculées par le virus de l'ecthyma contagieux.

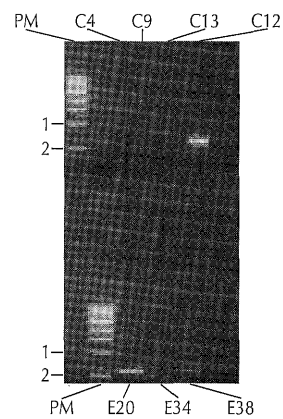


Figure 5 : amplification d'une portion de 594 pb du gène de la protéine P42K de l'enveloppe du virus de l'ecthyma contagieux. PM : poids moléculaire. E20, E34, E38 : isolats suspects d'ecthyma contagieux confirmés positifs par microscopie électronique. C4, C9, C13 : isolats suspects de clavelée confirmés positifs par microscopie électronique. C12 : isolat suspect de clavelée et confirmé négatif par microscopie électronique. Electrophorèse horizontale sur gel d'agarose à 1 % TAE. 1 = 1 000 pb ; 2 = 500 pb.

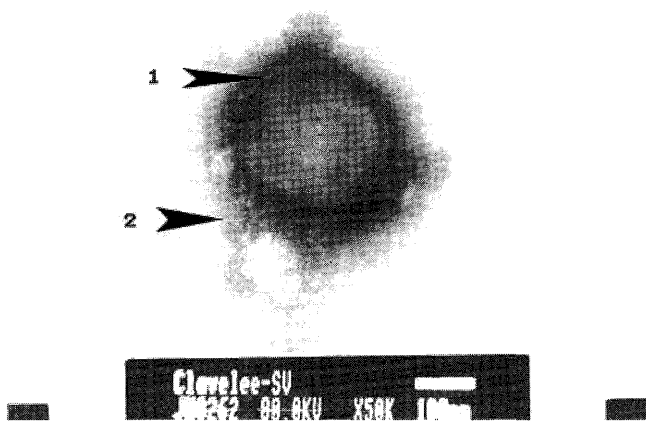


Figure 6 : particule virale de Sheeppox observée en coloration négative par microscopie électronique (laboratoire d'Embryo-histo-anatomopathologie, faculté de Médecine de Tunis) ; x 50K ; barre : 100 nm. 1 : capsule virale. 2 : virus du sheep pox ; forme rectangulaire à angles arrondis.

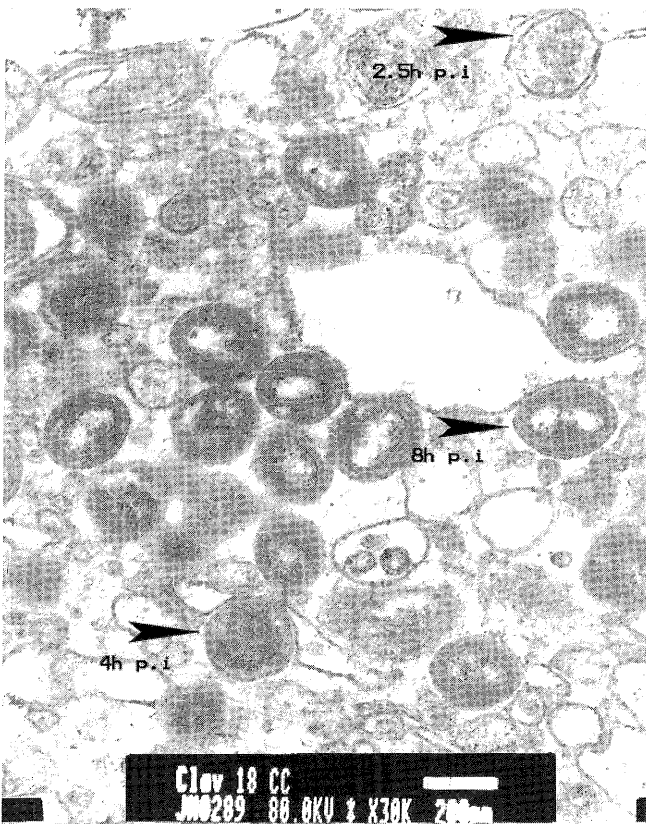


Figure 7 : coloration positive de particules virales de Sheeppox virus en cours de morphogénèse (laboratoire d'Embryo-histo-anatomopathologie, faculté de Médecine de Tunis). p.i : postinoculation ; x 30K ; barre : 200 nm.

■ DISCUSSION

L'enquête épidémiologique nationale menée par l'Institut de la recherche vétérinaire de Tunis en collaboration avec les services du Commissariat régional de développement agricole a représenté la partie appliquée. Son but était, d'une part, d'isoler des souches de *Capripoxvirus* et de *Parapoxvirus*, et de les identifier par différents moyens de diagnostic, et, d'autre part, de contribuer à

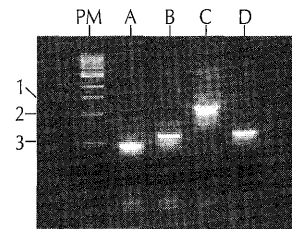


Figure 8 : amplification spécifique du gène de la TK par le couple d'amorces D. Amplification spécifique du gène du récepteur analogue à l'IL8 par le biais des trois couples d'amorces A, B, C. Exemple : isolat n° 9 suspect clavelée. PM : poids moléculaire. A : amplification par (chim1, chim7) de longueur 495 pb. B : amplification par (chim2, chim6) de longueur 650 pb. C : amplification par (chim1, chim2) de longueur 1 200 pb. D : amplification par (TK7, TK8) de longueur 680 pb. Electrophorèse horizontale sur gel d'agarose à 1 % TAE. 1 = 1 500 pb ; 2 = 1 000 pb ; 3 = 500 pb.

Tableau IV

Longueur des fragments obtenus après séquençage

Echantillon	Nb. séquençages	chim2 (pb)	chim6 (pb)
C3	3	580	590
C4	3	570	590
C9	3	590	580
C13	2	590	600
C17	2	590	600
C18	2	550	600
C23	2	577	600
C Maroc	2	550	560
cour 2-6	2	560	600

C3, C4, C9, C13, C17, C18, C23 : isolats de terrain identifiés par PCR
 C Maroc : la souche vaccinale Romania 65
 cour 2-6 : la souche de référence Kenya *Sheeppox* I (KSI)

une étude épidémiologique moléculaire sur une partie du génome des souches de *Capripoxvirus* isolées sur le terrain.

L'isolement viral sur culture cellulaire primaire a concerné un échantillonnage de 63 prélèvements (croûtes, papules) provenant d'animaux suspects de clavelée ou d'ecthyma contagieux. Les deux virus ont présenté les mêmes affinités cellulaires. Ils ont produit un ECP à partir du cinquième jour évoluant jusqu'au douzième jour postinoculation.

Le premier passage sur TAP a révélé la présence d'un ECP dans 43 p. 100 des cas suspects d'ecthyma contagieux et dans 22 p. 100 des cas suspects de clavelée. Au deuxième passage ces valeurs ont atteint respectivement 68 et 70 p. 100. La nature des résultats obtenus n'a confirmé en aucun cas la présence ou l'absence d'une souche virale suspectée préalablement. Ceci restait conditionné par la faculté d'adaptation de l'agent infectieux à son nouvel environnement cellulaire. Néanmoins, l'action de certains interférons cellulaires peut aussi entraîner la perte d'une souche isolée sur culture cellulaire (11).

A l'issue de cette première étude, 10 échantillons ont été sélectionnés (5 suspects d'ecthyma contagieux et 5 suspects de clavelée)

pour adaptation sur des cellules lignées de testicules d'agneaux OA3.Ts. Les résultats ont différé par la présence de cas douteux et une faible intensité d'ECP. Selon Ramisse et coll. (12), le système de réplication de choix des poxvirus est représenté par les cellules primaires de testicules et de rein d'agneau et les cellules d'embryon total de mouton.

La microscopie électronique a appuyé les résultats observés en culture cellulaire, notamment pour les dix échantillons choisis. L'examen direct par contraste négatif a confirmé que les ECP observés étaient dus à des isolats suspects d'ecthyma contagieux ou de clavelée. D'autre part, trois échantillons seulement ont présenté des structures virales semblables à celle des *Capripoxvirus*. On souligne que cette technique ne permet pas la distinction morphologique entre les *Capripoxvirus* et les autres poxvirus. A défaut, la visualisation de l'aspect enchevêtré caractéristique du virus de l'ecthyma contagieux met à profit cette application optique. L'examen de coupes ultra-fines à partir de culture cellulaire inoculée est plus spécifique. En effet, cette technique a montré un résultat positif sur la totalité des prélèvements, y compris l'échantillon C19 qui a présenté un résultat douteux par contraste négatif.

L'identification génomique par PCR des dix isolats traités a concerné le gène de la thymidine kinase, le gène P42K codant la protéine d'enveloppe de l'ecthyma contagieux et le gène de l'analogue au récepteur à l'IL8. La spécificité et la sensibilité de la PCR reposent essentiellement sur le choix des amorces. L'utilisation de cette technique a été largement appuyée par les travaux d'Ireland et Binopal (7), et Inoshima et coll. (6) pour l'identification des *Capripoxvirus* et des *Parapoxvirus*.

L'utilisation respective des deux couples d'amorces (TK7, TK8) et (TK11, TK12) n'a révélé une amplification de 680 pb et de 420 pb que pour les échantillons suspects de clavelée. Le gène TK a présenté une topographie conservée au sein de la majorité des poxvirus (5) à l'exception des *Parapoxvirus* où il est absent (14). D'autre part, l'identification du gène P42K a été constatée pour tous les isolats suspects d'ecthyma contagieux mais aussi pour l'échantillon C12 suspect de clavelée.

L'identification du gène analogue du récepteur à l'IL8 a intéressé la principale partie de ce travail. L'IL8 est un membre de la sous-famille des chimiokines de type C-X-C ; il intervient dans la réponse immunitaire en stimulant l'activité des neutrophiles (8). L'identification de ce gène a concerné la portion 3L du fragment HindIII Q2 du génome de la souche KSI (3). La détection a été réalisée par le biais de quatre couples d'amorces. Le couple d'amorces (chim2 chim6) a fonctionné sur la totalité des échantillons. Selon les travaux de Cao et coll. (3), les résultats obtenus ont confirmé l'isolement de souches de *Capripoxvirus* pour lesquelles la région Q2/3L identifiée ne figure qu'en une seule copie. Par comparaison, le *Swinepox virus* renfermait dans son génome deux phases de lecture identiques K2R et C3L situées chacune au niveau d'une extrémité terminale inversée ITR. La phase K2R était homologue au récepteur IL8-RB (CXC-R2) (10). Cette phase a servi d'échelle pour les alignements multiples de la partie séquençage. Concernant les isolats suspects en matière d'ecthyma contagieux, aucune amplification n'a été détectée. Ceci pouvait être attribué à la position du gène à l'extrémité terminale du génome. En effet, chez les *Parapoxvirus* les régions ITR sont très instables. Il y siège un phénomène de transposition-délétion capable d'entraîner la perte de la séquence recherchée (4).

Le fragment (chim2-chim6) identifié sur tous les échantillons a été séquencé. L'analyse phylogénétique de la souche de *Swinepox virus* SPVRIL8 et celle de LSDVRIL8 ont montré un faible pourcentage de substitutions en acides aminés (2). Toutes les séquences alignées ont été bornées sur la base des travaux de Cao et coll. (3).

La phase K2R homologue au récepteur IL8-RB (CXC-R2) (10) a servi d'échelle pour les alignements multiples de la partie séquençage. Ainsi, les *Swinepox virus* ont permis d'ancrer l'arbre phylogénétique. Sur ce dernier, trois groupes distincts de séquences ont été observés. Un lien de parenté ou de dissociation a été représenté entre les groupes. Les isolats de terrain et la souche Romania 65 ont formé un ensemble homogène et ceci malgré la diversité de leur origine géographique. Ce groupe a présenté un taux de substitutions en nucléotides inférieur à 5 p. 100 avec la séquence homologue de la souche KSI (cour 2-6) et celle de la souche LSDVRIL8. En revanche, une grande divergence nucléotidique de 33,2 p. 100 a été observée avec les deux souches de *Swinepox virus*. Ceci reste cohérent puisque ces dernières appartiennent à un genre différent (10). La conversion des séquences en acides aminés a montré un taux de variation de 5 p. 100 entre les isolats tunisiens et la souche de référence KSI (cour 2-6). Ceci a résulté de sept substitutions d'acides aminés sur 158 dues à sept mutations de bases. Quatre mutations de bases étaient silencieuses.

Les résultats obtenus ont montré la conservation de cette séquence au sein du genre des *Capripoxvirus*, et ceci malgré la diversité topographique des échantillons. Cette première approche incite à approfondir cette analyse sur un fragment plus long du gène appartenant à des isolats de diverses origines provenant de différentes espèces animales. Un échantillonnage ainsi constitué permettra de vérifier si cette portion de gène pourrait être un traceur épidémiologique des souches de *Capripoxvirus*.

■ CONCLUSION

Ce travail a abouti à l'identification de souches virales sauvages de *Capripoxvirus* et de *Parapoxvirus*. Chaque outil de diagnostic a présenté des avantages et des inconvénients vis-à-vis de la nature de l'infection suspectée. Ainsi la microscopie électronique reste la méthode de choix pour la révélation optique d'un *Parapoxvirus* par rapport à un *Capripoxvirus*. L'utilisation de la PCR pour la recherche de *Capripoxvirus* et de *Parapoxvirus* a été appuyée par plusieurs exemples. La détection du gène de la TK et de celui du récepteur analogue à l'IL8 a été possible sur toutes les souches suspectes appartenant au genre *Capripoxvirus*. En revanche, le gène codant pour la protéine virale de l'enveloppe de l'ecthyma contagieux (la P42K) a été identifié seulement dans les souches de *Parapoxvirus*. D'autre part, le profil génétique des souches de terrain de *Capripoxvirus* concernant la portion du gène analogue du récepteur de l'IL8 a été identique à celui de la souche vaccinale Romania 65, souche d'origine marocaine. Par ailleurs, le profil des souches de terrain a été très proche de celui de la souche vaccinale KSI. Ces résultats mettent en évidence la conservation de cette portion génique malgré la diversité géographique des souches considérées. Ceci incite donc à approfondir l'étude et la comparaison avec d'autres séquences du génome de ces souches.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACHOUR H.A., BOUGUEDOUR R., BOUHBAL A., GUECHTOULI A., AOUISSAT M., 2000. Etude comparative du pouvoir immunisant de quelques souches atténuées de virus de la clavelée et d'un vaccin sensibilisé. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **19** : 773-783.
2. AFONSO C.L., TULMAN E.R., LU Z., BALINSKY C., OSORIO F.A., ZSAK L., KUTISH G.F., ROCK D.L., 2002. The genome of *Swinepox virus*. *J. Virol.*, **76**: 783-790.
3. CAO J.X., GERSHON P.D., BLACK D.N., 1995. Sequence analysis of HindIII Q2 fragment of *Capripoxvirus* reveals a putative gene encoding a G-protein-coupled chemokine receptor homologue. *Virology*, **209**: 207-212.

4. FLEMING S.B., LYTTLE D.J., SULLIVAN J.T., MERCER A.A., ROBINSON A.J., 1995. Genomic analysis of a transposition-deletion variant of orf v reveals a 3.3 kbp region of non-essential DNA. *J. gen. Virol.*, **76**: 2969-2978.
5. GERSHON P.D., BLACK D.N., 1989. The nucleotide sequence around the *Capripoxvirus* thymidine kinase gene reveals a gene shared specifically with *Leporipoxvirus*. *J. gen. Virol.*, **70**: 525-533.
6. INOSHIMA Y., MOROOKA A., SENTSU H., 2000. Detection and diagnosis of *Parapoxvirus* by the polymerase chain reaction. *J. virol. Methods*, **84**: 201-207.
7. IRELAND D.C., BINEPAL Y.S., 1998. Improved detection of *Capripoxvirus* in biopsy samples by PCR. *J. virol. Methods*, **74**: 1-7.
8. LALANI A.S., NESS T.L., SINGH R., HARRISSON J.K., SEET B.T., KELVIN D.J., MCFADDEN G., MOYER R.W., 1998. Functional comparisons among members of the poxvirus T1/35 kDa family of soluble CC-chemokine inhibitor glycoproteins. *Virology*, **250**: 173-184.
9. LEFEVRE P.C., 1983. La variole ovine (clavelée) et la variole caprine. Maisons-Alfort, France, Gerdat-lemvt, 171 p.
10. MASSUNG R.F., JAYARAMA V., MOYER R.W., 1993. DNA sequence analysis of conserved and unique regions of *Swinepox virus*: identification of genetic elements supporting phenotypic observations including a novel G protein-coupled receptor homologue. *Virology*, **197**: 511-528.
11. PRECAUSTA P., 1974. Clavelée. In : Bricout F., Joubert L., Huraux J.M., éd., Manuel de diagnostic séro-immunologique des viroses humaines et animales, 1^{ère} éd. Paris, France, Maloine, p. 239-241.
12. RAMISSE J., ASSO J., HASSANI A., ANANE O., JEMLI J., 1978. Culture du virus claveléux sur cellules : application à la vaccination et au contrôle de l'immunité. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** : 11-19.
13. TULMAN E.R., AFONSO C.L., LU Z., ZSAK L., KUTISH G.F., ROCK D.L., 2001. Genome of lumpy skin disease virus. *J. Virol.*, **75**: 7122-7130.
14. VAN REGENMORTEL M.H., FAUQUET C.M., BISHOP D.H.L., 2000. Poxviridae. In: virus taxonomy classification and nomenclature of viruses. Seventh report of the international committee on taxonomy of viruses. San Diego, CA, USA, Academic Press, p. 137-157.

Reçu le 01.04.2004, accepté le 15.06.2005

Summary

Fakhfakh E., Le Goff C., Albina E., Zekri S., Seghaier C., Odisseev C., Jaafoura M.H., Hammami S. Isolation and Molecular Study of Sheep Pox and Orf Viruses in Tunisia

Small ruminant farms are affected by several infectious cutaneous diseases. Thus, sheep pox and contagious pustular dermatitis represent two major viral diseases that need investigating as they can reach endemic proportions and cause important economic losses. The aim of this work was to isolate the viral strains at the origin of both diseases in Tunisia, and to characterize them by applying and comparing several diagnosis techniques. Electronic microscopy was used to study the external and internal morphology of the various strains isolated on cell culture. Identification by PCR concerned the thymidine kinase (TK) gene, the IL8 receptor-like gene specific of *Capripoxvirus*, and the P42K gene specific of *Parapoxvirus*. The very sensitive and very specific molecular identification of *Capripoxvirus* wild strains was completed by a phylogenetic analysis.

Keywords: Goat – Sheep – *Capripoxvirus* – Contagious ecthyma virus – *Parapoxvirus* – PCR – Phylogeny – Nucleotide sequence – Tunisia.

Resumen

Fakhfakh E., Le Goff C., Albina E., Zekri S., Seghaier C., Odisseev C., Jaafoura M.H., Hammami S. Aislamiento y estudio molecular de cepas de virus de la viruela (lengua azul) y del ectima contagioso en Tunisia

La cría de los pequeños rumiantes está siendo afectada por varias patologías infecciosas cutáneas. Así, la viruela y el ectima contagioso representan dos enfermedades virales importantes a estudiar, a causa de su aspecto enzoótico y por la pérdida económica que conllevan. El objetivo del presente estudio fue el aislamiento en Tunisia de cepas virales responsables de estos dos problemas cutáneos y su caracterización mediante la aplicación y la comparación de métodos de diagnóstico. Se utilizó la microscopía electrónica para un estudio morfológico externo e interno de las diferentes cepas aisladas a partir del cultivo celular. La identificación mediante PCR concernió el gen de la timidina-quinasa (TK), el gen del receptor análogo de las quimocinas (CXCR-2) y el gen de la proteína P42K presente en los *Parapoxvirus*. La identificación molecular muy sensible y específica de las cepas de *Capripoxvirus* fue completada mediante un análisis filogenético.

Palabras clave: Caprino – Ovino – *Capripoxvirus* – Virus ectima contagioso – *Parapoxvirus* – PCR – Filogenia – Secuencia nucleotídica – Túnez.

Situation épidémiologique de la peste porcine africaine dans la région du lac Alaotra (Madagascar) et conséquences possibles pour l'organisation de la lutte et de la surveillance

T. Randriamparany¹ A. Grenier² I. Tourette²
C. Maharavo Rahantamalala³ D. Rousset⁴
R. Lancelot^{5, 6*}

Mots-clés

Porcin – Peste porcine africaine – Diagnostic – Epidémiologie – Madagascar

Résumé

Une enquête épidémiologique a été effectuée d'avril à juillet 2004 à l'abattoir d'Ambatondrazaka, dans la région du lac Alaotra (Madagascar), pour étudier l'incidence lésionnelle de la peste porcine africaine (PPA). Sur 200 carcasses de porc examinées, 155 (78 p. 100) présentaient des lésions évocatrices de PPA : adénite hémorragique et/ou décoloration et pétéchies du cortex rénal. Des prélèvements ont été effectués et analysés pour mise en évidence de l'infection par le virus de la PPA à l'aide d'un test de capture Elisa (antigène) et d'un test PCR (ADN). Dix-huit pour cent des carcasses suspectes étaient infectées, soit une prévalence de 14 p. 100 (intervalle de confiance à 95 p. 100 : 9 à 19 p. 100). Le test PCR a été deux fois plus sensible que le test Elisa et deux fois moins coûteux. Quand le matériel et le personnel sont disponibles, cette technique devrait donc être privilégiée par rapport au test Elisa de capture. La traçabilité de l'abattoir vers les élevages s'est révélée difficile : l'origine de 32 carcasses (16 p. 100) a pu être établie. Le seul facteur de risque identifié a été l'occurrence antérieure de peste porcine dans les élevages d'origine, telle que rapportée par les éleveurs. Pour lutter contre la PPA et renforcer sa surveillance à Ambatondrazaka, les mesures prioritaires seraient de construire un nouvel abattoir éloigné de la ville et du marché, d'interdire la divagation des porcs et d'instaurer un système de traçabilité des porcs de leur lieu d'élevage jusqu'à l'abattoir. L'importance relative des pestes porcines africaine et classique devrait être précisée pour améliorer les plans de lutte et la surveillance épidémiologique.

1. Maison du petit élevage, BP 579, Antananarivo 101, Madagascar
2. Agronomes et vétérinaires sans frontières, BP 3649, Antananarivo 101, Madagascar
3. Direction de la Santé animale et du phytosanitaire, service de Lutte contre les maladies animales, BP 530, Antananarivo 101, Madagascar
4. Institut Pasteur de Madagascar, service de Virologie, BP 1274, Antananarivo 101, Madagascar
5. Ministère des Affaires étrangères, service de Coopération et d'action culturelle, BP 834, Antananarivo 101, Madagascar
6. Cirad, département Emvt, TA30/B, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +261 32 40 16 553 ; fax : +261 20 22 66°534
E-mail : renaud.lancelot@cirad.fr

■ INTRODUCTION

La région d'Ambatondrazaka, au bord du lac Alaotra, est située à 200 km au nord-est d'Antananarivo (figure 1). C'est le plus gros bassin rizicole de Madagascar, sa production étant estimée à 200 000 tonnes par an. Cette vocation a entraîné l'installation de systèmes de production associant riz et élevage porcin, ce dernier valorisant les sous-produits agricoles.

Avant 1998, éleveurs de porcs et services vétérinaires étaient parvenus à une relative maîtrise des grandes endémies sévissant à Madagascar : peste porcine classique (PPC) et maladie de Teschen. Les vaccins contre ces maladies étaient (et sont toujours) produits localement. L'introduction de la peste porcine africaine (PPA) dans le



Figure 1 : zone d'étude de l'épidémiologie de la peste porcine africaine à Madagascar.

Sud malgache en 1998, et dans la région du lac Alaotra dès la fin de cette même année, a entraîné une réduction drastique de la population porcine qui est passée, selon les statistiques des services vétérinaires régionaux, de 50 000 (1997) à 5 000 (2004) têtes en effectifs instantanés (5, 10). Les plus grosses exploitations porcines ont disparu, le système subsistant étant constitué de quelques exploitations de type naisseur-engraisseur et d'une majorité de petits engraisseurs (moins de six porcs à l'engrais dans les deux tiers des cas) pour lesquels l'élevage porcin est une activité secondaire.

Peu d'informations parviennent aux services vétérinaires quant à l'incidence de la PPA dans cette région. Malgré la menace de cette maladie, les éleveurs sont tentés de reprendre la production porcine. En effet, suite à la pénurie engendrée par la PPA, la viande de porc est la plus coûteuse du marché : environ 2 €/kg au prix de détail en 2005 (prix doublé depuis l'arrivée de la PPA). De plus, des projets de développement implantés dans la région du lac Alaotra appuient l'encadrement des élevages et l'amélioration de la santé animale, en renforçant les capacités des services vétérinaires publics et privés. Enfin, Madagascar dispose des équipements et du personnel nécessaires à la réalisation des tests de diagnostic de la PPA.

Face à cette situation, l'objectif de cette étude a été d'estimer l'incidence de la maladie PPA (s'exprimant par des symptômes et lésions) et ses facteurs de variation afin d'identifier des moyens de sécuriser la relance de la production porcine. Une enquête en abattoir a été choisie pour atteindre cet objectif.

■ MATERIEL ET METHODES

Echantillonnage

L'enquête a été réalisée à l'abattoir d'Ambatondrazaka d'avril à juillet 2004. L'organisation de l'abattage était telle qu'il n'était pas possible de faire le lien entre les animaux sur pieds (examen *ante mortem*) et les carcasses inspectées, ni entre les carcasses et les viscères. En conséquence, seules les carcasses ont fait l'objet de prélèvements pour rechercher le virus de la PPA. Les échantillons biologiques ont été collectés les jours de marché (un plus grand nombre de porcs étaient abattus à cette occasion) lors de l'inspection faite par le technicien vétérinaire entre 6 et 7 h du matin, les porcs étant abattus, éviscérés et préparés environ 2 h auparavant. Les critères de suspicion de PPA étaient la présence de nœuds lymphatiques hémorragiques et/ou de pétéchies du cortex rénal. En cas de suspicion, des fragments de ces organes étaient prélevés, placés en cryotubes et stockés à -20°C jusqu'aux tests de laboratoire.

Pour les carcasses examinées (indépendamment des suspicions de PPA), des renseignements étaient pris sur le village et l'élevage d'origine auprès des bouchers ou propriétaires. Sur cette base, une enquête était réalisée dans les élevages d'origine pour identifier les facteurs de risque de la PPA. Les variables relevées étaient le type d'élevage (naisseur-engraisseur ou engraisseur), l'interdiction de l'accès à la porcherie aux personnes extérieures (oui ou non), la distribution de déchets de cuisine à risque (sans ou avec porc) aux porcs, la distance au marché le plus proche, le nombre d'élevages de porcs dans un rayon de 100 m, et l'occurrence d'anciens épisodes de peste porcine dans l'exploitation.

Mise en évidence de l'infection

Les tests de laboratoire ont été réalisés au service de Virologie de l'Institut Pasteur de Madagascar. L'antigène viral a été recherché à l'aide d'un test Elisa de capture selon le protocole indiqué par le fabricant (*kit* Ingezim Das, Ingenesa, Madrid, Espagne). Les parois des puits des plaques sont sensibilisées avec un anticorps monoclonal spécifique de la protéine majeure VP72 du virus de la PPA. Lors de la réalisation du test, les antigènes viraux éventuellement présents sont retenus par les anticorps monoclonaux. Leur présence est révélée par fixation d'un conjugué anti-PPA couplé à la peroxydase : l'enzyme active la transformation d'un substrat en un composé coloré dont la concentration, proportionnelle à la quantité d'antigène viral, est mesurée par spectrophotométrie.

Le génome viral a été mis en évidence à l'aide d'un test de réaction en chaîne à la polymérase (PCR) selon le protocole préconisé par l'Organisation mondiale de la santé animale (7). L'ADN viral a été extrait d'un broyat d'organe mis en suspension à 10 p. 100 dans une solution phosphatée aqueuse tamponnée. Après centrifugation à 13 000 tours/min pendant 5 min, le surnageant a été porté à ébullition pendant 10 min, puis centrifugé à 13 000 tours/min pendant 5 min. Ce nouveau surnageant a été utilisé pour réaliser la PCR. La région fortement conservée du génome du virus de la PPA qui code pour la protéine VP72 a été amplifiée à l'aide des amorces PPA1 et PPA2 (orientation 5' - 3') :

PPA1 : ATGGATACCGAGGGAATAGC

PPA2 : CCTACCGATGAAAATGATAC

La taille des produits de la réaction PCR a été mesurée après électrophorèse sur un gel d'agarose à 2 p. 100 par comparaison à un marqueur de poids moléculaire.

Stratégie des analyses de laboratoire

Selon le fabricant, le test Elisa est très spécifique mais des études réalisées à Madagascar (9) ont montré qu'il était peu sensible : sur 244 prélèvements réalisés sur des foyers de PPA entre 1998 et 2000, 132 organes ont été trouvés positifs avec le test PCR (54 p. 100) contre 84 (34 p. 100) avec le test de capture Elisa. La différence de sensibilité entre ces techniques s'expliquerait par la formation de complexes antigène-anticorps lors des formes subaiguës et chroniques, empêchant la réaction de l'antigène avec le conjugué anti-PPA (8).

Le test PCR est très sensible et spécifique (2, 11), mais plus long à réaliser et réputé plus coûteux. En conséquence, un test Elisa a d'abord été pratiqué sur l'ensemble des organes suspects. Les organes trouvés négatifs avec le test Elisa ont ensuite fait l'objet d'un test PCR.

Analyse des données

L'incidence de la PPA dans les carcasses de porc a été estimée par le nombre de carcasses sur lesquelles une suspicion de PPA avait été portée et ayant fourni un résultat positif au test Elisa de capture ou au test PCR. Le taux d'incidence a été estimé en faisant

le rapport de l'incidence au nombre de carcasses examinées. Son intervalle de confiance a été estimé en supposant une distribution binomiale du taux d'incidence.

La relation entre l'incidence et les facteurs de risque relevés dans les élevages a été estimée par le test exact de Fisher pour les variables explicatives qualitatives (1) ou par le test de Kruskal-Wallis pour les variables explicatives quantitatives (6). L'hypothèse nulle était que le rapport des cotes était égal à un (Fisher) ou que les moyennes des rangs étaient identiques dans les groupes comparés (K-W). L'hypothèse alternative était que le rapport des cotes était supérieur à un (Fisher) ou que la moyenne des rangs différait d'au moins un (K-W) entre les deux groupes comparés (non infecté et infecté).

■ RESULTATS

Sur la base des réactifs nécessaires à la réalisation de 1 000 tests et sans tenir compte de l'amortissement des équipements ni des salaires du personnel, le coût par test était de 1,84 € pour le test PCR et 3,64 € pour le test de capture Elisa.

Deux cents carcasses de porcs ont été examinées à l'abattoir d'Ambatondrazaka. Des suspicions de PPA ont été portées sur les reins et ganglions de 155 d'entre elles (78 p. 100). La plupart des porcs sur lesquels ces suspicions ont été portées provenaient de la commune d'Ambatondrazaka : 113 sur 155, soit 72 p. 100 (figure 2).

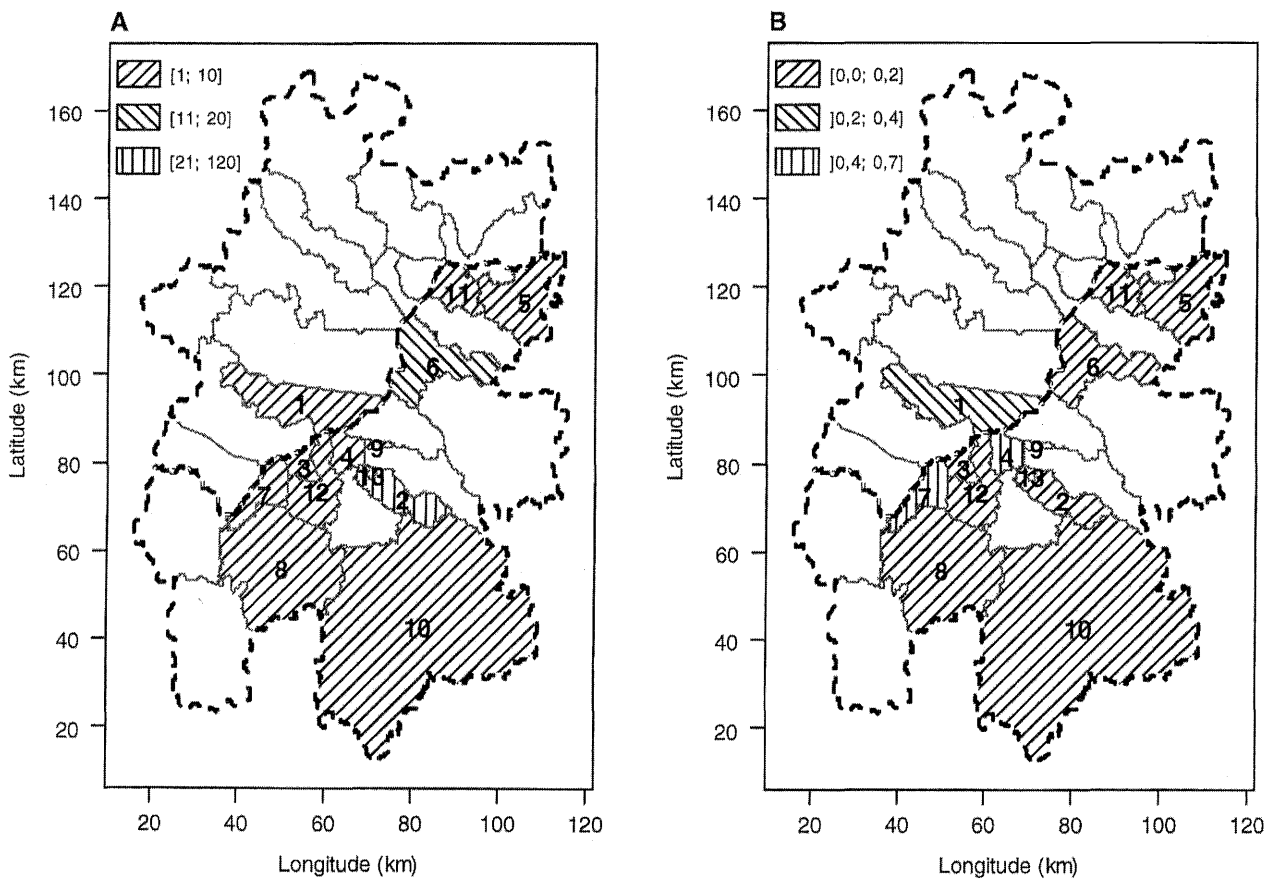


Figure 2 : origine des porcs ayant fait l'objet de suspicions (graphe A : effectifs) et de confirmations de peste porcine africaine (graphe B : taux d'attaque de la peste porcine africaine parmi les suspicions) lors de l'enquête réalisée à l'abattoir d'Ambatondrazaka (Madagascar), d'avril à juillet 2004. Les lignes pleines grises représentent les limites des communes. Les lignes tiretées noires représentent les limites des sous-préfectures d'Ambatondrazaka (partie sud) et d'Amparafaravola (partie nord). 1 : Ambatomainy ; 2 : Ambatondrazaka ; 3 : Antsangatsanga ; 4 : Ampitatsimo ; 5 : Antanandava ; 6 : Ambatosoratra ; 7 : Bejofo ; 8 : Andilanatoby ; 9 : Ambandrika ; 10 : Didy ; 11 : Imerimandroso ; 12 : Manakambahiny ; 13 : Ambatondrazaka.

Des lésions d'infarctissement de la rate (rate hémorragique) ont été observées à deux reprises. Elles n'ont pas été comptabilisées dans les suspicions, car les carcasses correspondantes n'ont pu être retrouvées avec certitude. Elles ont toutefois fait l'objet de prélèvements pour mise en évidence des antigènes ou du génome viral. Les prélèvements des deux rates hémorragiques se sont révélés négatifs aux tests Elisa et PCR. Parmi les suspicions, 15 résultats positifs ont été observés avec le test Elisa (10 p. 100). Parmi les 140 suspicions négatives avec ce test, 13 se sont révélées positives en PCR (9 p. 100). Le taux d'attaque (proportion de tests positifs en Elisa ou PCR parmi les 155 suspicions) était de 18 p. 100 (figure 2, tableau I).

En considérant l'échantillon des 200 carcasses examinées comme représentatif de la population des porcs abattus à Ambatondrazaka pendant la période étudiée, la prévalence estimée de la PPA a été de 14 p. 100 (intervalle de confiance à 95 p. 100 : [9 p. 100 ; 19 p. 100]).

Pour 32 carcasses (16 p. 100) provenant de 17 élevages, l'élevage d'origine a pu être retrouvé. Cinq d'entre elles présentaient un résultat positif aux tests Elisa de capture ou PCR. L'étude des facteurs de risque (tableau II) ne met en évidence d'association que pour l'existence d'épisodes antérieurs de peste porcine ($P = 0,07$).

Tableau I

Communes d'origine des porcs dont les carcasses ont présenté des suspicions de peste porcine africaine à l'abattoir d'Ambatondrazaka (Madagascar) d'avril à juillet 2004

Sous-préfecture	Commune	Suspensions	Confirmations
Ambatondrazaka	Ambandrika	2	1
	Ambatondrazaka ^a	113	20
	Ambatosoratra	18	2
	Ampitatsimo	3	2
	Antanandava	3	0
	Antsangatsanga	1	0
	Bejofo	3	2
	Didy	6	0
	Imerimandroso	1	0
	Manakambahiny	4	0
Amparafaravola	Ambatomainty	3	1
Total		155	28

^a Ensemble des communes urbaine et rurale d'Ambatondrazaka

Tableau II

Facteurs de risque de l'incidence de la peste porcine africaine pour 32 carcasses de porcs vues à l'abattoir d'Ambatondrazaka (Madagascar) d'avril à juillet 2004.

Facteur de risque	Test	Stat. ^a	ddl	P
Distance élevage - marché	Kruskal-Wallis	0,2	1	0,63
Nombre d'élevages de porcs situés à moins de 100 m	Kruskal-Wallis	9,2	1	0,15
Type d'élevage (naisseur-engraisseur/engraisseur)	Fisher	∞	—	0,32
Accès à la porcherie (contrôlé / non contrôlé)	Fisher	1,9	—	0,47
Distribution de déchets de cuisine (sans porc / avec porc)	Fisher	1,9	—	0,53
Épisodes antérieurs de peste porcine (non/oui)	Fisher	∞	—	0,07

^a Statistique du χ^2 pour le test de Kruskal-Wallis, rapport des cotes pour le test exact de Fisher

■ DISCUSSION

Evaluation de la situation épidémiologique

La PPA est une maladie très contagieuse et le virus est résistant dans la viande, les préparations culinaires à base de viande (10 min à 60 °C) et le milieu extérieur (3). Dans ces conditions, les visites d'élevage et les enquêtes sur foyers sont dangereuses : risque élevé de transmission de la PPA de ferme en ferme. Les enquêtes en abattoir sont une alternative pour évaluer le risque de transmission de la PPA.

Avec les kits utilisés dans cette enquête, le test Elisa de capture s'est révélé moins sensible et plus cher que le test PCR. Quand les équipements et le personnel qualifié sont disponibles, le test PCR semble être la technique à privilégier pour mettre en évidence l'infection par le virus de la PPA.

Après l'épidémie de PPA et en l'absence de mesure de lutte efficace, les éleveurs ont adapté leurs pratiques d'exploitation au risque élevé de PPA. Dès que leurs porcs présentent des symptômes évoquant la PPA, ils les vendent à des bouchers ou à des collecteurs qui les abattent au plus vite, dans le circuit organisé (tueries, abattoirs) ou informel. Cependant, en minimisant les risques de perte, les éleveurs se débarrassent probablement de porcs ne souffrant pas de PPA. En conséquence, l'incidence observée en abattoir (14 p. 100) était un indicateur biaisé de l'incidence globale de la maladie dans les élevages. Les résultats observés permettent toutefois d'affirmer que pendant la durée de l'enquête, la PPA était répandue dans les environs d'Ambatondrazaka et constituait une contrainte majeure à la relance de la filière porcine. De plus, en période de soudure (janvier à avril), de nombreux porcs étaient commercialisés vers les villes de Toamasina et d'Antananarivo, ce qui contribuait à diffuser la PPA sur une vaste étendue du territoire malgache.

Deux hypothèses non exclusives peuvent expliquer le faible taux d'attaque observé sur les carcasses suspectes de PPA (18 p. 100). Tout d'abord, les critères de suspicion étaient peu spécifiques. Le rouget ou les pneumonies peuvent, par exemple, conduire à des adénites hémorragiques. D'autre part, les résultats négatifs vis-à-vis de la PPA observés sur les rates hémorragiques laissent penser que la PPC pourrait exister à Ambatondrazaka. Cela serait peu surprenant, dans la mesure où, depuis l'apparition de la PPA, les éleveurs ont cessé de vacciner les porcs contre la PPC, accusant le vaccin de ne pas être efficace. Beaucoup d'éleveurs malgaches ignorent en effet que la PPA et la PPC sont deux maladies distinctes et que le vaccin contre la PPC ne protège pas contre la PPA.

La fréquence élevée de l'infection et l'ancienneté de la PPA dans la région (1998) peut faire craindre que des formes discrètes, voire

asymptomatiques, de la maladie ne surviennent (3). Pour évaluer la fréquence de ce phénomène et dans la perspective d'établir un programme de lutte et de surveillance de la PPA, il serait pertinent de tester des carcasses de porc ne présentant pas de lésion. Cela est prévu à l'occasion d'études ultérieures dans les principaux bassins de production de porcs subsistant à Madagascar (Arivonimamo, Mahajanga - Marovoay, et lac Alaotra).

L'élevage d'origine des porcs examinés à l'abattoir a rarement été retrouvé. Dans la plupart des cas, les bouchers connaissaient le village de provenance, mais ne pouvaient pas citer le nom de l'éleveur ayant vendu l'animal. De plus, il était fréquent que l'animal change plusieurs fois de mains avant son arrivée à l'abattoir. Cela souligne la nécessité de mettre en place un système de traçabilité des porcs entre l'élevage et l'abattoir pour instaurer des mesures efficaces de contrôle et de surveillance des pestes porcines.

En conséquence, l'étude des facteurs de risque a fourni peu d'informations. Le seul facteur associé à une plus grande fréquence de la PPA était l'existence antérieure, rapportée par les éleveurs, de cas de pestes porcines dans les exploitations. Cela pourrait signifier que certains éleveurs sont capables d'identifier les pestes porcines. En revanche, rien ne permet de dire si ces récurrences étaient dues à des virus différents (la PPC et la PPA provoquent les mêmes symptômes), ou s'il s'agissait du maintien du virus dans les élevages (résistance du virus de la PPA dans le milieu extérieur), ou de l'exposition à des facteurs de risques persistant (tiques infectées, contamination indirecte par des aliments ou objets souillés, contact avec des animaux infectés).

Recommandations pour la lutte contre les pestes porcines

Les autorités malgaches sont soucieuses d'améliorer la situation sanitaire de l'élevage porcin. Elles ont élaboré un cadre réglementaire pour parvenir à ce résultat (4). Il est toutefois nécessaire d'adapter ces mesures générales au cadre et aux contraintes locales.

L'étude a montré qu'une proportion élevée de porcs parvenant à l'abattoir d'Ambatondrazaka étaient infectés de PPA. Cet abattoir était situé aux abords du marché de la ville. Les animaux y arrivaient à pied et aucun enclos ne les séparait du milieu extérieur. Les installations étaient vétustes et les effluents se déversaient directement dans un marigot dans lequel pataugeaient les porcs des environs. L'abattoir et ses abords représentaient donc une source de diffusion du virus de la PPA et d'autres maladies contagieuses du porc et des ruminants. Pour améliorer la situation sanitaire, il serait nécessaire de réformer ces installations et de construire un nouvel abattoir à l'écart de la ville, muni d'une aire d'attente clôturée et d'un système de traitement des effluents. Le personnel de l'abattoir devrait être formé sur les pestes porcines et respecter des mesures d'hygiène pour éviter la dissémination d'agents pathogènes vers l'extérieur.

Les pratiques d'exploitation observées (vente des animaux au moindre symptôme évocateur de PPA) et la fréquence de l'infection soulignaient la nécessité de lutter contre la divagation des porcs et la tenue de marchés rassemblant des animaux de provenances diverses, sans contrôle sanitaire. De tels marchés étaient fréquents autour du lac Alaotra : les éleveurs venaient y vendre des porcelets sevrés qui étaient achetés pour la production de porcs charcutiers. Une lutte efficace contre la PPA passerait par l'interdiction de la divagation des porcs et de leur présence dans les marchés à bestiaux. Ces mesures remettraient en question le fonctionnement de certains systèmes d'élevage : porcs glanant dans les rizières après la récolte du riz, commercialisation des porcs de race locale sur

les marchés, etc. Cependant, quand les autorités responsables des marchés et du contrôle de la divagation des porcs sont sensibles aux arguments des éleveurs soucieux de la relance de la filière porcine, l'expérience a montré qu'il était possible, à Madagascar, de réduire ces facteurs de risque de la diffusion de la PPA : lutte contre cette maladie dans la commune d'Arivonimamo (province d'Antananarivo).

La sécurisation de l'activité d'engraissement passerait par la promotion de groupements de défense sanitaire (GDS) – ou structures équivalentes –, fédérant les éleveurs de porc autour de la lutte contre la PPA. L'encadrement sanitaire des naisseurs devrait être renforcé : hygiène des exploitations, contrôle de l'alimentation, généralisation de l'insémination artificielle, relance de la vaccination contre la PPC et la maladie de Teschen, et surveillance épidémiologique rapprochée. Les engraisseurs s'approvisionneraient en porcelets sevrés provenant uniquement de naisseurs agréés et contrôlés.

La commercialisation des porcs se ferait par des collecteurs formés aux règles d'hygiène et ne rentrant pas dans l'exploitation. Afin d'assurer la traçabilité des porcs entre l'abattoir et l'élevage, il faudrait mettre en place un système d'identification, par exemple en les tatouant avec un numéro d'élevage appliqué au moment de la sortie de l'exploitation. Cela serait peu coûteux et facile à mettre en œuvre dans le cadre d'un GDS.

Sur le plan de la surveillance épidémiologique, les agents communautaires de la santé animale (auxiliaires d'élevage) devraient être formés à la reconnaissance des pestes porcines et de la maladie de Teschen, et sur la conduite à tenir en cas de suspicion. De même, les bouchers et les techniciens d'abattoir devraient être formés à la reconnaissance des lésions de pestes porcines, ainsi qu'à la réalisation et l'acheminement des prélèvements. Ils devraient disposer du matériel nécessaire (pots et glacières). La collecte des prélèvements, le diagnostic et le retour d'information vers le terrain devraient être organisés en conséquence.

CONCLUSION

Des projets de recherche se mettent actuellement en place pour préciser les connaissances épidémiologiques sur les pestes porcines à Madagascar : compréhension de la transmission entre élevages, élucidation du rôle des potamochères et des tiques du genre *Ornithodoros* dans la maintenance du virus. L'importance respective de la PPA et de la PPC et la mise en œuvre de méthodes de surveillance adaptées au contexte local figurent parmi les résultats attendus de ces travaux. En effet, surveillance épidémiologique et lutte contre les maladies sont deux éléments indissociables dont la réalisation conjointe est indispensable à la réussite d'un programme de contrôle des pestes porcines à Madagascar.

Remerciements

Cette étude a été financée par Agronomes et Vétérinaires sans frontières (VSF-Cicda) et la direction de la Santé animale et du phytosanitaire (ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche). Elle a bénéficié de l'appui du projet régional « Appui à la régionalisation et à l'harmonisation des réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales » du Fonds de solidarité prioritaire (ministère français des Affaires étrangères). L'Institut Pasteur de Madagascar a mis son expertise et son plateau technique à la disposition des auteurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGRESTI A., 1990. Categorical data analysis. New York, USA, John Wiley, 558 p.
2. AGUERO M., FERNANDEZ J., ROMERO L., SANCHEZ MASCARAQUE C., ARIAS M., SANCHEZ-VIZCAINO J.M., 2003. Highly sensitive PCR assay for routine diagnosis of African swine fever virus in clinical samples. *J. clin. Microbiol.*, **41**: 4431-4434.
3. CRUCIERE C., 2003. Peste porcine africaine. In : Lefèvre P.-C., Blancou J., Chermette R., eds. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail : Europe et régions chaudes. Tome 1. Généralités. Maladies virales. Paris, France, Lavoisier, p. 735-746.
4. GOUVERNEMENT DE MADAGASCAR, 2000. Arrêté interministériel n° 9714/2000 fixant les mesures applicables pour la relance de l'élevage de porcs. Antananarivo, Madagascar, Gouvernement.
5. GRENIER A., 2004. Quel avenir pour la filière porcine au lac Alaotra (Madagascar)? Thèse méd. vét., université Paul Sabatier, Toulouse, France, 112 p.
6. HOLLANDER M., WOLFE D.A., 1973. Nonparametric statistical inference. New York, USA, John Wiley, p. 115-120.
7. OIE, 2005. Chapter 2.1.12. African swine fever. In: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. Paris, France, Organisation mondiale de la santé animale. http://www.oie.int/eng/normes/MANUAL/A_00035.htm
8. PASTOR M.J., ESCRIBANO J.M., 1990. Evaluation of sensitivity of different antigens and DNA-hybridization methods in African swine fever virus detection. *J. Virol. Methods*, **28**: 254-257.
9. RANDRIAMPARANY T., 2001. Evaluation des techniques virologiques (Elisa antigène et PCR) et sérologiques pour le dépistage et le diagnostic de la peste porcine africaine à Madagascar. Mémoire DEA Biotechnologie, Microbiologie, université d'Antananarivo, faculté des Sciences, Madagascar, 60 p.
10. ROUSSET D., RANDRIAMPARANY T., MAHARAVO RAHANTAMALALA C.Y., RANDRIAMAHEFA N., ZELLER H., RAKOTO-ANDRIANARIVELO M., ROGER F., 2001. Introduction de la peste porcine africaine à Madagascar, histoire et leçons d'une émergence. *Arch. Inst. Pasteur Madagascar*, **67** : 31-33.
11. STEIGER Y., ACKERMANN M., MATTRAUX C., KIHM U., 1992. Rapid and biologically safe diagnosis of African swine fever virus infection by using polymerase chain reaction. *J. clin. Microbiol.*, **30**: 1-8.

Reçu le 26.05.2005, accepté le 29.07.2005

Summary

Randriamparany T., Grenier A., Tourette I., Maharavo Rahantamalala C., Rousset D., Lancelot R. Epidemiological Situation of African Swine Fever in Lake Alaotra Region (Madagascar) and Possible Consequences on the Organization of Disease Control and Surveillance

An epidemiological survey was undertaken from April to July 2004 at the slaughterhouse of Ambatondrazaka, in the region of lake Alaotra (Madagascar), to study the incidence of the African swine fever (ASF). Out of 200 pig carcasses examined, 155 (78%) presented ASF-like lesions: hemorrhagic lymph nodes and/or discolored kidneys with petechiae on their surfaces. Samples were taken and tested for the ASF virus using an antigen-ELISA technique and a PCR method. Eighteen percent of suspect carcasses were infected: prevalence of 14% (95% confidence interval: 9 to 19%). The PCR test was twice more sensitive than the ELISA test, and twice cheaper. In places where both equipments and technicians are available, PCR should be the preferred technique for this kind of survey. Farms were difficult to trace back from the carcasses: it was possible in 32 cases (16%). The only risk factor identified was the previous occurrence of swine fever in the farms, as reported by the breeders. To improve the control and surveillance of ASF in Ambatondrazaka, the most urgent measures would be to build a new slaughterhouse away from the town and market, to ban pigs straying and to set up a traceability system between slaughterhouse and farms. The relative importance of African and classical swine fevers should also be specified to improve control and epidemicsurveillance.

Keywords: Swine – African swine fever – Diagnosis – Epidemiology – Madagascar.

Resumen

Randriamparany T., Grenier A., Tourette I., Maharavo Rahantamalala C., Rousset D., Lancelot R. Situación epidemiológica de la peste porcina africana en la región del lago Alaotra (Madagascar) y posibles consecuencias para la organización de la lucha y la vigilancia

Una encuesta epidemiológica fue efectuada entre abril y julio 2004 en el matadero de Ambatondrazaka, en la región del lago Alaotra (Madagascar), con el fin de estudiar la incidencia de lesiones de la peste porcina africana (PPA). De las 200 carcasas de cerdo examinadas, 155 (78%) presentaron lesiones evocadoras de la PPA : adenitis hemorrágica a/o decoloración y petequias de la corteza renal. Se obtuvieron y analizaron muestras para la determinación de la infección con el virus de la PPA, gracias al test de captura de ELISA (antígeno) y a un test de PCR (ADN). Dieciocho por ciento de las carcasas sospechosas estaban infectadas, o sea una prevalencia de 14% (intervalo de confianza a 95%: 9 a 19%). El test de PCR fue dos veces más sensible que el ELISA y dos veces más barato. Cuando el material y el personal están disponibles, esta técnica debería de privilegiarse con respecto al ELISA de captura. El seguimiento del matadero a las crías fue difícil: pudo establecerse el origen de 32 (16%) de las carcasas. El único factor de riesgo identificado fue la incidencia anterior de peste porcina en las crías de origen, según la versión de los criadores. Para luchar contra la PPA y reforzar la vigilancia en Ambatondrazaka, las medidas prioritarias serían la construcción de un nuevo matadero, alejado de la ciudad y del mercado, prohibir deambular a los cerdos e instaurar un sistema de seguimiento de los cerdos desde el sitio de cría hasta el matadero. Debería precisarse la importancia relativa de la peste porcina africana y de la clásica, esto con el fin de mejorar los planes de lucha y vigilancia epidemiológica.

Palabras clave: Cerdo – Peste porcina africana – Diagnóstico – Epidemiología – Madagascar.

Field and Experimental Investigations of an Outbreak of African Swine Fever in Nigeria

E.B. Otesile¹ A.T.P. Ajuwape² S.O. Odemuyiwa³
S.O. Akpavie⁴ A.K. Olaifa⁵ G.N. Odaibo³
O.D. Olaleye³ A.I. Adetosoye²

Keywords

Swine – African swine fever –
Epidemics – Delta State – Nigeria.

Summary

An outbreak of African Swine Fever (ASF), characterized by a mortality of 50 to 100% in various herds, was diagnosed among free-ranging domesticated pigs in Delta State, Nigeria, in August 1998. The etiological confirmation of ASF was made by virus isolation, PCR and sequencing of a 280 base pair fragment of the major capsid protein (VP72) gene. Experimental infection of pigs with infected blood resulted in pyrexia, which peaked two to four days postinfection, followed by death in five to six days postinfection. Postmortem examination revealed widespread hemorrhage, congestion and edema of tissues. The lymph nodes, spleen, liver and kidneys showed marked focal random necrosis and loss of lymphocytes from the splenic and lymphoid follicles. There was an acute orchitis with massive neutrophilic and macrophage infiltrates into the intertubular connective tissue. Meningitis and focal hemorrhages were observed in the brain and spinal cord. The outbreak was believed to be a continuation of an eastward spread of ASF from neighboring Benin, which began the previous year (1997).

■ INTRODUCTION

The African Swine Fever (ASF), caused by a deoxyribonucleic acid (DNA) virus belonging to the Asfarviridae family, is a highly contagious viral disease of domesticated pigs, characterized by widespread hemorrhages and very high mortality (11). Although the disease tends to run a subacute or chronic course in areas where it has become enzootic, mortality rates close to 100% have often been observed during epizootics in previously free areas (15). Following the first report of the disease in Kenya (9), it was subsequently reported in South Africa (4) and Angola (16). With the exception of Lesotho and Swaziland, ASF has been reported in all countries of Southern, Eastern and Central Africa (14, 17). In West Africa, ASF outbreaks have been recorded in Cameroon, Cape Verde islands, Guinea Bissau, Senegal and Cote d'Ivoire (14). Between 1997 and 1998, ASF outbreaks occurred in Togo, Benin and Nigeria (14).

The first outbreak in Nigeria, which occurred in September 1997, was associated with a spread of the epizootic from Benin. Thus, an unprecedented high rate of mortality among pigs was reported from four local government areas of Ogun State (Ipokia, Yewah-South, Yewa-North, and Imeko-Afon), bordering Benin. An ASF outbreak also occurred in the contiguous Lagos State from the end of 1997 to early 1998 (13). Then, a second wave of ASF outbreak started about in August 1998 and involved six states of the Nigerian federation, namely Kaduna and Benue States (in the north), and Enugu, Akwa Ibom, Rivers and Delta States (in the south). The present paper reports the investigation of the ASF outbreak in Delta State, Nigeria, in August 1998.

■ MATERIALS AND METHODS

Case report

Assistance was sought from the Veterinary Teaching Hospital, University of Ibadan, for the investigation of the cause of widespread mortality among free-roaming domesticated pigs in Warri North local government area of Delta State, Nigeria, in August 1998. Pig rearers reported a suspected case of poisoning as a result of environmental pollution following crude oil spillage from the facilities of an oil prospecting company operating in the area.

1. Department of Veterinary Medicine, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria
2. Department of Veterinary Microbiology & Parasitology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria
3. Department of Virology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria
4. Department of Veterinary Pathology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria
5. Department of Veterinary Surgery & Reproduction, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

The outbreak area, visited between August 27 and 29, 1998, consisted of small settlements around the estuary of the Benin River, on the coastline of the Atlantic ocean and along canals dredged by the oil prospecting company (Figure 1). The area lies within longitudes 4°50' E and 5°15' E, and latitudes 5°45' N and 6° N. All the affected communities were linked by branches of the Benin River and a network of canals.

Most of the pigs were free-roaming and of indigenous variety. They were maintained on grass, supplemented with cassava chaff and swill from the kitchens of the facilities servicing the oil prospecting company.

Pigs' deaths were said to have started in the area of the outbreak around the first week of August 1998. Affected pigs were noticed to be off-feed, weak and frequently lying down. Some pigs also manifested, either singly or combined, diarrhea, ocular discharges and a staggering gait. Death reportedly occurred following an illness of one to three days. At the time of the visit, the case fatality rate in most pig herds was 50 to 100%. At the Gbokoda community it involved three pig herds with populations of 15 to 20 pigs per herd, at Ilueri community one pig herd with a population of 25 pigs, and at Odonla community three pig herds with populations of 35 to 50 pigs per herd. It was observed that in some of the communities, dead pigs were thrown into waterways with the intention of preventing the spread of the disease to other animals in the area.

Sample collection

At Gbokoda, Ilueri and Odonla communities, blood samples were collected from sick pigs into vacutainer tubes containing EDTA. Samples were transported to the laboratory on wet ice and stored at 4°C until used. In the same communities, postmortem examination was conducted on six pigs. Samples of lymph nodes, spleen, liver, lungs, thyroid gland and kidneys were fixed in buffered formal saline for histopathology. A second set of tissue samples were collected into sterile glass containers and transported to the laboratory on wet ice.

Laboratory investigations

In the laboratory, histopathological, bacteriological, parasitological, and virological studies were carried out on the samples collected from the outbreak areas. Tissues for histopathology were processed

routinely and stained with hematoxylin and eosin. Samples of the spleen, lymph nodes, lungs, kidney, liver and thyroid gland were inoculated in duplicate onto 5% sheep blood agar (Oxoid, Columbia, USA) and MacConkey agar (Oxoid). The cultures were incubated aerobically and anaerobically at 37°C and examined daily for bacterial growth. Bacterial colonies found on the cultures were examined by standard procedures (3, 6). Blood samples were screened for trypanosomosis by the hematocrit centrifuge technique (12), and smears made on microscopic glass slides were stained with Giemsa for the detection of other blood parasites.

Diagnostic polymerase chain reaction (PCR) using ASF virus-specific primer and virus isolation on a primary culture of swine peripheral blood mononuclear cells (SPBMC) were carried out as previously described (13). Briefly, 20 ml of blood were collected from the anterior vena cava of each of five intensively-reared Large White pigs, kept at the Teaching and Research Farm of the University of Ibadan, into sterile heparinized tubes. SPBMCs were isolated from the blood by Ficoll-Hypaque (Pharmacia, Piscataway, USA) isocentrifugation and washed three times with phosphate-buffered-saline (PBS). The cells were resuspended in Hank's balanced salt solution and counted in a Neubauer's chamber. SPBMCs were then resuspended in an RPMI-1640 culture medium containing 10% fetal bovine serum (FBS), penicillin-streptomycin, glutamine and amphotericin B (Fungizone®), to contain 10⁵ cells per milliliter. Ten milliliters of cell suspension were seeded into a 50 cm³ of tissue culture flasks and incubated at 37°C in a humidified 5% CO₂ incubator until the cells were confluent in about 72 h. Non-adherent cells were then decanted and adherent cells washed three times with warm sterile PBS and then kept in RPMI as a monolayer of the adherent SPBMCs used for virus isolation.

Pieces of the liver were homogenized with RPMI 1640 in a sterile mortar. The homogenized tissue was clarified by centrifugation at 5000 g and the supernatant filtered using a 0.45 µm syringe filter (Nalgene, Rochester, USA). About 2.0 ml of the filtrate from the supernatant were then added to the adherent SPBMC culture and incubated at 37°C for 2 h for virus adsorption to occur. The unadsorbed inoculum was then rinsed three times with warm sterile PBS and 10 ml of RPMI-1640 maintenance medium added to the infected SPBMC. Thereafter, the culture was incubated at 37°C and observed daily for cytopathic changes. Hemadsorption assays to determine virus growth in the culture were performed on the infected cells and non-infected controls after five days essentially as described by Wilkinson et al. (18).

DNA was extracted from macerated liver and lung tissues and from cell culture supernatant by a standard phenol-chloroform extraction method followed by isopropanol precipitation. Using 5 µl of the DNA sample, a diagnostic PCR was carried out in a 50 µl reaction volume (1.5 mM MgCl₂, 0.2 µM) of each primer in 50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 200 µM of each deoxynucleotide triphosphate (dNTP), and 2.5 U of platinum Taq polymerase (Life Technologies, Grand Island, USA). Specific VP72 capsid primers were designed as follows: ASF 6155: 5' CTT ACC GAT GAA AAT GAT AC 3' (corresponding to position 772-791 in strain DR-1, Genbank accession number L27498), and antisense primer, ASF 6156: 5' A (A/G)G GAT ACC GAG GGA ATA GC 3' (corresponding to position 1047-1030 in strain DR-1). The 280 bp fragment from the diagnostic PCR was gel-purified using the concert rapid PCR product purification kit (GIBCO Life Technologies) and sequenced directly in both directions with ASF 6155 and ASF 6156 primers using the Applied Biosystems Dye Terminator Cycle Sequencing kit (Perkins-Elmer). The sequences were resolved on an ABI Prism 377 automatic sequencer (Applied Biosystems). A BLAST sequence similarity search (1) was carried out to compare the 98/ASF/NgDL

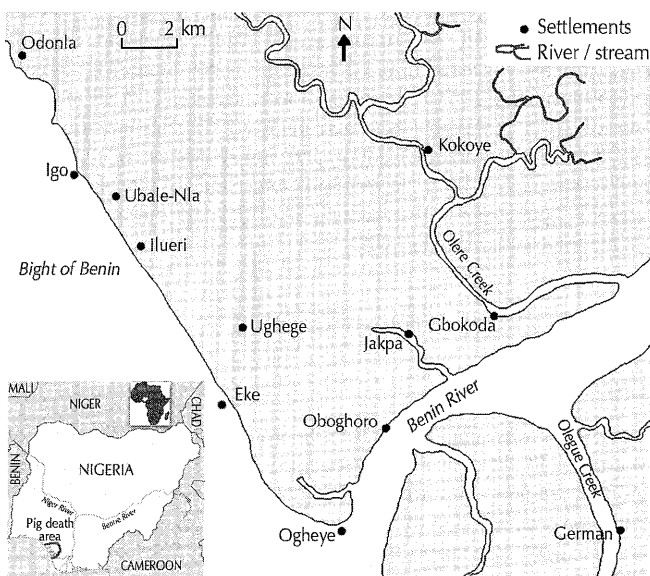


Figure 1: Area of the study involved in pigs' deaths.

280bp sequence from VP72 gene with known sequences on the Genbank database. The virus was also compared with 98/ASF/Ng which was previously isolated from Lagos, Nigeria (13).

Experimental investigation

Six apparently healthy four-month-old Large White x Land Race pigs, obtained from a herd on the Teaching and Research Farm, University of Ibadan, were used for experimental investigation. The pigs were fed a commercial grower's feed and given water *ad libitum*. They were divided into two groups housed separately: an experimental group consisting of four pigs, and a control group consisting of two pigs. Each of the four pigs in the experimental group was inoculated subcutaneously with 5 ml of a pool of refrigerated anticoagulated blood collected from sick pigs involved in the field outbreak, while the control pigs were inoculated with anticoagulated blood from non-infected pigs from the University Farm. Following inoculation, all the pigs were given intramuscular oxytetracycline injections (20 mg/kg) daily for three days postinoculation to forestall potential bacterial infection from the inoculum. The animals were monitored daily for temperature and other clinical signs until death. Four days postinfection, 5 ml of blood were collected from the anterior vena cava of each pig into vials with EDTA for virology. Virus isolation and identification were done as described above. Postmortem examination was conducted on all pigs within 12 h of death and tissues obtained for histopathology as described under the laboratory investigations above.

RESULTS

Investigation of field cases

Postmortem examination revealed multifocal petechial skin hemorrhages occurring along the whole length of the ventral (abdominal) surface in one pig only. Grossly, the lymph nodes, liver, kidneys were congested and hemorrhagic. The lungs were also congested and edematous while the thyroid gland was gelatinous and glassy in appearance. Upon histology, the spleen, lymph nodes, kidneys, liver and thyroid gland showed marked hemorrhage in addition to necrosis. Bacterial colonies were observed in the spleen and lymph nodes of two pigs. The lung lesion was that of marked congestion and edema. No parasites were seen in the blood samples examined. While no growth was found on the bacterial cultures of liver, kidneys, and thyroid gland, *Staphylococcus epidermidis* was isolated from the spleen, lung and lymph nodes.

An agent, which adsorbed pig red blood cells, named 98/ASF/NgDL, was isolated from the samples of blood, liver, spleen and lungs using SPBMC. PCR of DNA samples extracted from the liver, lungs, spleen and blood samples of infected pigs using primer pairs specific for the ASF virus (ASFV) resulted in the amplification of a 280 base pair genomic fragment of the virus. In addition, PCR was used to confirm the replication of ASFV in a culture of SPBMCs infected with homogenates of tissues of infected pigs. Sequencing of the PCR product led to the resolution of 200 bases from the 280 bp product without any ambiguity. While this fragment showed a 100% similarity to the isolate from Lagos, Nigeria, 98/ASF/Ng, it showed a similarity of 98% to the isolate from the Dominican Republic (DR-1) in the short region analyzed.

Experimental investigation

Experimentally-infected pigs showed an initial rise in body temperature by one day postinfection (p.i.), which peaked 2 to 4 days p.i. (Table I). By 3 to 4 days p.i., infected pigs tended to huddle together and refused to feed. Terminally infected pigs went into lateral recumbency with two of them showing labored respiration, jerky expiratory movements and discharge of clear fluid from the mouth and nostrils. Death of infected pigs occurred within 24 h of recumbency and at 5 to 6 days p.i. (Table I). The two uninfected pigs remained apparently healthy throughout the duration of the study.

Postmortem examination of experimentally infected pigs showed that the snout, nasal turbinate, soft palate and thyroid gland were congested. There was excessive serosanguineous fluid with fibrin strands in the thoracic cavity of two pigs. The lungs were edematous, had a rubbery consistency, and showed a mosaic appearance with lobules being red or grey and depressed; the diaphragmatic lobes were most severely affected. Hydropericardium was observed in one pig while the pericardial sac of another contained about 10 ml of blood. The atria and ventricles of two pigs contained chicken fat clot, while the liver and spleen were grossly slightly congested with foci of necrosis. The kidneys and most lymph nodes were enlarged and edematous, especially the mesenteric lymph nodes. Both kidneys of one of the experimentally infected pigs had petechial hemorrhages on the cortical surface with congestion of the pelvis and medulla, while the kidney of another pig showed moderate subcapsular hemorrhage. The stomach of three of the experimentally infected pigs showed congestion with some areas of erosion and hemorrhage in the fundic and pyloric regions. Although the small intestine was also congested, the large intestine was more affected with areas of multifocal hemorrhage. Generally

Table I

Rectal temperature of pigs experimentally infected with African swine fever

	No. of pig	Temperature (°C) by day postinfection						
		0	1	2	3	4	5	6
Infected	1	39.1	39.6	40.5	40.6	41.4	41.4	*
	2	39.2	39.8	40.8	40.8	40.9	38.8*	
	3	38.9	40.2	40.5	40.5	39.8	*	
	4	39.0	38.5	41.0	41.1	41.1	41.4	*
Mean ± sd		39.1 ± 0.1	39.8 ± 0.3	40.7 ± 0.2	40.8 ± 0.3	40.8 ± 0.7	40.5 ± 1.5	—
Control	5	39.3	39.1	39.2	38.9	39.1	39.3	39.1
	6	39.0	39.1	39.3	39.1	39.4	39.2	39.3
Mean ± sd		39.2 ± 0.2	39.1 ± 0	39.3 ± 0.1	39.0 ± 0.1	39.3 ± 0.2	39.3 ± 0.1	39.2 ± 0.1

* Day of death of pig

there was moderate congestion of the blood vessels of the brain. Details of the clinical findings and necropsy of experimentally infected pigs are shown in Tables II and III, respectively.

At histology, the trachea, lungs, esophagus and intestines showed an acute inflammatory reaction characterized by vasculitis, congestion and edema with moderate neutrophilic and macrophage infiltrates. The lesion in the lungs was that of interstitial pneumonia with necrosis of bronchial associated lymphoid tissue. The liver, spleen (Figure 2), kidneys and lymph nodes showed marked focal random necrosis with hemorrhages and loss of lymphocytes from the splenic and lymphoid follicles in addition to edema and disseminated intravascular coagulation in the lymph nodes (Figure 3). The lesions in the testes were that of an acute orchitis with massive neutrophilic and macrophage infiltrates into the connective tissue between seminiferous tubules. Meningitis and focal hemorrhages were observed in the brain and spinal cord. A hemadsorbing agent was also isolated from the blood of each of the four infected pigs using SPBMCs and the identity confirmed as the ASF virus by PCR as described under investigation of field cases above.

Table II

Clinical findings in experimentally infected pigs

Clinical signs	Pig 1	Pig 2	Pig 3	Pig 4
Fever (from 1-2 days p.i.)	+++	++	+++	++
Anorexia (from 3-4 days p.i.)	+	++	+	+
Huddling together (from 4 days p.i.)	+	+	+	+
Lateral recumbency (from 4-5 days p.i.)	+	+	+	+
Jerky respiration (from 5-6 days p.i.)	-	+	+	-
Fluid discharge from mouth and nostrils (from 5-6 days p.i.)	-	+	+	-

p.i. : postinfection

- Absent; + Weak; ++ Moderate; +++ Marked

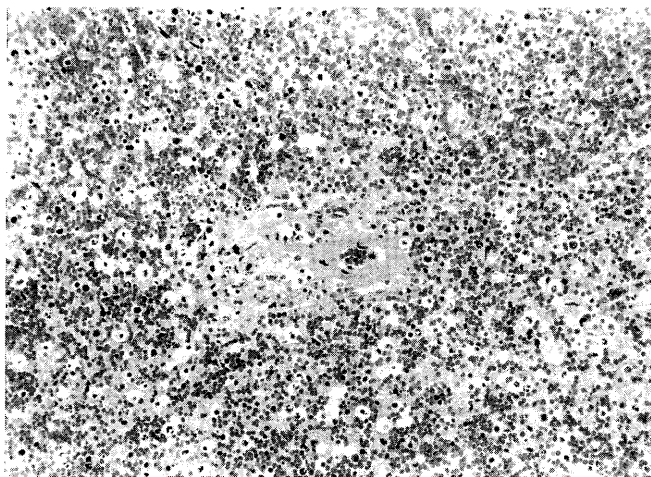


Figure 2: Spleen with hemorrhage, necrosis and vasculitis (x 200).

■ DISCUSSION

The precise land area involved in the present outbreak was not known, but death of pigs was reported from all the settlements in a rural area of over 200 km² with a human population of about 10,000. The crude oil spillage which coincided with the period of pig deaths, and which the pigs' rearers suspected to be the source of intoxication, originated from an off-shore location but did not extend beyond 200 m inland. However death of pigs occurred in locations up to 15 km inland and no evidence of oil was seen on or inside any of the pigs examined. Hence hydrocarbon oil intoxication was ruled out as the cause of the widespread death of pigs.

All the experimentally infected pigs died 5 to 6 days p.i. The short and fatal course of the infection showed that the ASFV strain involved was highly virulent to naive pigs as is characteristic of virgin outbreaks (2, 10). On the basis of clinical signs and necropsy lesions, ASF may be confused with other septicemic diseases such as hog cholera, acute erysipelas, salmonellosis and African trypanosomiasis caused by *Trypanosoma simiae*. Previous workers have

Table III

Gross postmortem findings in experimentally infected pigs

Lesion	Pig 1	Pig 2	Pig 3	Pig 4
Congestion of tissues/organs	+	-	+	+++
Fibrin strands in the thoracic cavity	-	+	+	-
Pulmonary congestion	++	++	+	++
Hydropericardium	-	+	-	-
Hemopericardium	-	-	++	-
Enlarged lymph nodes/spleen	++	++	++	++
Tissue necrosis	++	-	-	++
Tissue hemorrhage	-	+	+	-

p.i. : postinfection

- Absent; + Weak; ++ Moderate; +++ Marked

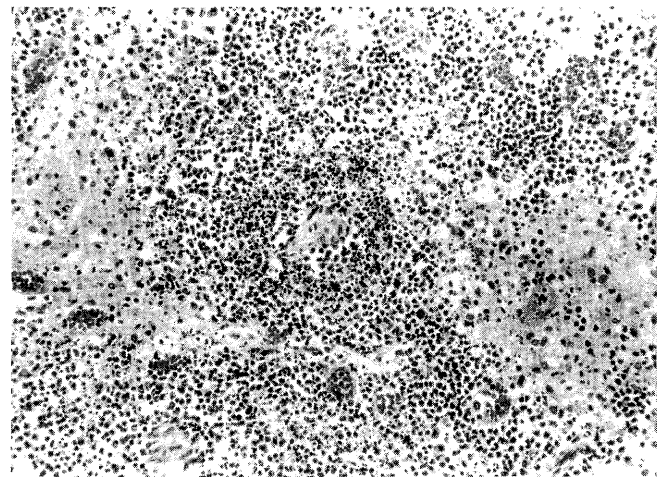


Figure 3: Lymph node with edema, necrosis and vasculitis (x 200).

shown that ASFV causes proliferation, and, later, degeneration and necrosis of lymphocytes and reticular cells (8). It is possible that the bacterial invasion of the spleen and lymph nodes observed in the field cases resulted from opportunistic bacterial infections following immune suppression as a consequence of extensive destruction of the cells of the reticulo-endothelial system by ASFV. The diagnosis of ASF was established in this investigation by amplification of a fragment of the structural protein VP72 of the virus from the tissues of both naturally and experimentally infected pigs using the PCR technique (13). Previous workers have shown that detection of this fragment of the VP72 of ASFV in tissues is specific for the diagnosis of the virus infection (5, 7).

There seemed to have been two likely sources of ASFV infection in the present study. Firstly, swill from the kitchens of the facilities of oil prospecting companies, which included pork products, commonly fed to pigs in the area of study, and garbage containing uncooked pork scraps with viable ASFV were major sources of the disease. Secondly, the disease might have spread from neighboring infected areas through importation of apparently healthy but infected animals incubating the disease, or indirectly by movements of contaminated personnel, equipment, and also by pig carcasses thrown into waterways. ASFV isolated from the present outbreak showed 100% similarity to the virus isolated from Lagos, Nigeria, earlier in the same year (13). It thus seemed that the infection was most likely spread from contiguous infected

areas. In this respect the inter-connectivity of settlements along the Atlantic coast by waterways might have facilitated spread of ASF over a wide area. However, Penrith (14) is of the view that streams and rivers do not constitute a serious risk as large amounts of ASFV are required to infect pigs, and in water the virus generally becomes dispersed so that intake of the virus will be too low to cause the disease: in instances where ASF appeared to spread along the shores of a river, floating carcasses washed off the shore were likely to have been the source of the disease.

Due to the lack of implementation of a slaughter and compensation policy in Nigeria, ASF is likely to become established as an enzootic disease as in several other sub-Saharan African countries, especially since effective vaccines are non-existent (11). The finding of orchitis at histopathology further suggests that ASF may adversely influence reproductive performance in enzootic areas.

Acknowledgments

The authors wish to thank Prof. R.A. Oderinde and Dr P.A. Ajayi for their help during field visits, Prof. B.O. Ikede for the production of photomicrographs and Chevron Nigeria Ltd for logistics. Molecular biology work in the Department of Virology was carried out using equipment donated by the Deutscher Akademischer Austausch Dienst and the Alexander von Humboldt Stiftung to Dr Odemuyiwa and Prof. Olaleye, respectively.

REFERENCES

- ALTSCHUL S.F., MADDEN T.L., SCHAFFER A.A., ZHANG J., ZHANG Z., MILLER W., LIPMAN D.J., 1997. Gapped BLAST PSI-BLAST 1997. A new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Res.*, **25**: 3389-3402.
- Animal health manual No 9, 2004. Recognizing African swine fever. A field manual. Rome, Italy, FAO, p. 1-30.
- BARROW G.H., FELTHAM R.K.A., 1993. Cowan and Steel's manual for identification of medical bacteria, 3rd Edn. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 331 p.
- DEKOCK G., ROBINSON E.M., KEPPEL J.G., 1940. Swine fever in South Africa. *Onderst. J. vet. Sci. Anim. Ind.*, **14**: 31.
- KING D.P., REID S.M., HUTCHINGS G.H., GRIERSON S.S., WILKINSON P.J., DIXSON L.K., BASTOS A.D., DREW T.W., 2003. Development of a TaqMan PCR assay with internal amplification control for the detection of African swine fever virus. *J. Virol. Meth.*, **107**: 53-61.
- KLOOS W.E., BANNERMAN T.L., 1999. Staphylococci and *Micrococcus*. In: Murray P.K., Baron E.J., Tenover F.C., Tenover R.Y., Eds, Manual of clinical microbiology, 7th Edn. Washington DC, USA, American Society of Microbiology Press, p. 264-282.
- LEITAO A., MALUR A., CORNELIS P., MARTINS C.L., 1998. Identification of a 25-aminoacid sequence from the major Africa swine fever virus structural protein VP72 recognised by porcine cytotoxic T lymphocytes using a lipoprotein based expression system. *J. Virol. Meth.*, **75**: 113-119.
- MCDANIEL H.A., 1986. African swine fever. In: Diseases of swine, 5th Edn. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press, p. 237-245.
- MONTGOMERY R.E., 1921. On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony). *J. comp. Pathol.*, **34**: 159-191.
- MEBUS C.A., 1988. African swine fever. *Adv. Virus Res.*, **35**: 251-268.
- MURPHY F.A., GIBBS E.P.J., HORZINEK M.C., STUDDERT M.J., 1999. Viral taxonomy and nomenclature. In: Murphy F.A., Ed., Veterinary virology. Millbrae, CA, USA, California Academic Press, p. 22-30.
- MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **7**: 325-326.
- ODEMUYIWA S.O., ADEBAYO I.A., AMMERLAAN W., AJUWAPE A.T.P., ALAKA O.O., OYEDELE O.I., SOYELU K.O., OLALEYE D.O., OTESILE E.B., MULLER C.P., 2000. An outbreak of African swine fever in Nigeria: Virus isolation and molecular characterization of the VP72 gene of a first isolate from West Africa. *Virus Genes*, **20**: 139-142.
- PENRITH M.L., 1998. Overview of African swine fever. Rome, Italy, FAO.
- PLOWRIGHT W., PARKER J., PIERCE M.A., 1969. The epizootiology of African swine fever in Africa. *Vet Rec.*, **85**: 668-674.
- VELHO E.L., 1956. Observations sur la peste porcine en Angola. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **46**: 335.
- WILKINSON P.J., 1984. The persistence of African swine fever in Africa and the Mediterranean. *Prev. vet. Med.*, **2**: 71-82.
- WILKINSON P.J., DONALSON A.I., GREIG A., BRUCE W., 1977. Transmission studies with African swine fever infection of pigs with air borne virus. *J. comp. Pathol.*, **87**: 487-495.

Reçu le 24.05.2004, accepté le 27.05.2005

Résumé

Otesile E.B., Ajuwape A.T.P., Odemuyiwa S.O., Akpavie S.O., Olaifa A.K., Odaibo G.N., Olaleye O.D., Adetosoye A.I. Enquête expérimentale et sur le terrain d'un foyer de peste porcine africaine au Nigeria

Un foyer de peste porcine africaine (PPA), caractérisé par une mortalité atteignant 50 à 100 p. 100 dans les différents troupeaux, a été diagnostiqué chez des porcs domestiques élevés en liberté dans l'Etat du Delta au Nigeria en août 1998. La confirmation étiologique de la PPA a été obtenue par isolation du virus, PCR et séquençage de 280 paires de bases d'un segment du gène codant pour la protéine majeure (VP72) de la capsid. L'infection expérimentale des animaux avec du sang infecté a provoqué des fièvres, avec les pics les plus élevés deux à quatre jours après l'infection, suivies de mort cinq à six jours après l'infection. Les examens post-mortem ont révélé des hémorragies très étendues, et l'aspect des tissus congestionnés et œdémateux. Les nœuds lymphatiques, la rate, le foie et les reins ont présenté des nécroses focales aléatoires prononcées et une perte des lymphocytes au niveau des follicules de la rate et du tissu lymphoïde. Les porcs ont aussi révélé une orchite aiguë avec des infiltrats neutrophiles et macrophages massifs dans les tissus conjonctifs intertubulaires. Des méningites et des hémorragies focales ont été observées dans le cerveau et la moelle épinière. Il semble que le foyer provenait de la propagation à l'est de la PPA, à partir du Bénin, Etat voisin où la PPA s'était déclarée l'année précédente (1997).

Mots-clés : Porcin – Peste porcine africaine – Epidémie – Etat du Delta – Nigeria.

Resumen

Otesile E.B., Ajuwape A.T.P., Odemuyiwa S.O., Akpavie S.O., Olaifa A.K., Odaibo G.N., Olaleye O.D., Adetosoye A.I. Investigaciones experimentales y de campo de un brote de fiebre porcina africana en Nigeria

En Agosto de 1998, se diagnosticó un brote de fiebre porcina africana (ASF), caracterizado por una mortalidad de 50 a 100% en varios hatos de cerdos domésticos en pastoreo en el estado de Delta, Nigeria. La confirmación etiológica de la ASF se realizó mediante el aislamiento del virus, PCR y secuencias de un fragmento del gen con una base de 280 de las principales proteínas cápside (VP72). La infección experimental de los cerdos con sangre infectada resultó en pirexia, con un pico dos a cuatro días post infección (p.i.), seguido de muerte en cinco a seis días p.i. El examen post mortem reveló extensas hemorragias, congestión y edema de los tejidos. Los linfonodos, bazo, hígado y riñones mostraron una marcada necrosis aleatoria localizada y pérdida de linfocitos de los folículos linfáticos y esplénicos. Se observó una orquitis aguda, con infiltrados masivos de macrófagos y neutrófilos en el tejido conectivo intertubular. Se observó una meningitis y hemorragias localizadas en el cerebro y la espina dorsal. Se cree que el brote fue la continuación de una dispersión de la ASF hacia el este, que comenzó el año anterior (1997) a partir de la vecina República de Benín.

Palabras clave: Cerdo – Peste porcina africana – Epidemia – Estado del Delta – Nigeria.

Learning Affects Host Preference in Tsetse Flies

J. Bouyer^{1,2} D. Cuisance³ S. Messad¹ P.M. Guerin⁴

Keywords

Glossina palpalis gambiensis – Trypanosomosis – Feeding preference – Behavior – Animal learning – Burkina Faso.

Summary

Tsetse flies are very efficient cyclic vectors of African trypanosomosis. Since tsetse are generally infected by the first blood meal, as in the case of sleeping sickness for example, any propensity to feed on the same host a second time will improve transmission within this host species, whereas transmission between host species will decrease. To test this hypothesis we presented a monitor lizard and a cow in a stable to marked tsetse flies that had first fed on one of these two hosts. 80% of the teneral flies that fed did so on the cow when provided the choice. Among the flies having feeding experience, a disproportionately high number of flies that had fed on one host returned to this host for the second meal. We discuss the energetic advantages of such a learning behavior and its importance in sleeping sickness epidemiology. The findings are of relevance to the role played by such learning behavior in disease transmission by other insect vectors of zoonoses.

■ INTRODUCTION

Even though the tsetse fly vectors of African trypanosomosis are sometimes present at modest densities, any relaxation of sanitary measures results in recrudescence of the disease (14). There are therefore some underlying mechanisms serving to optimize transmission cycles. In West Africa, the main vectors of sleeping sickness are tsetse flies of the *palpalis* group (subgenus *Nemorhina*) that thrive in vegetation along rivers (3). These riparian subspecies have a well known host range of reptiles, ruminants and man (1, 4, 16). Local host availability contributes to significant differences in the origins of blood meals between populations of the same tsetse species (6). In hymenoptera, it is well known that foraging experience can affect host selection (8, 13). The existence of such learning mechanisms in insect vectors is being elucidated and has tremendous epidemiological implications (9), but has not been shown, as yet, for tsetse flies. Since tsetse flies are generally infected by *Trypanosoma brucei* in the first blood meal, any propensity to feed on the same host will improve transmission within this host species. Correspondingly, transmission between host species will decrease. Here we show that the first host chosen by teneral tsetse influences them to feed on the same one for the next blood meal.

■ MATERIALS AND METHODS

All the experiments took place at CIRDES, Burkina Faso. To test the effect of the first blood meal on subsequent host choice, separate groups of laboratory-reared male *Glossina palpalis gambiensis* (*palpalis* group) were at first exposed to either a caged (mesh size 2.5 x 5 cm) monitor lizard or a tethered dwarf cow in a stable (10.4 x 4.0 x 2.0 m high) where mosquito netting formed the upper half of the four walls. These groups constituted random samples from a population of more than 100,000 flies bred for more than twenty years at CIRDES using random mating. The experiment was first carried out during the dry season (mean daily temperature of 28.5°C and relative humidity of 10–25%) in February 2002 and repeated during the wet season (mean daily temperature of 25.9°C and relative humidity of 63–94%) in July 2003, in the fly-proof stable where these ambient climatic conditions prevailed. Marked one-day post emergence flies (acrylic paint on the pronotum) were released into the stable with either the cow or the monitor lizard (no-choice situation; 120 flies on the cow and 100 on the monitor lizard in 2002, and 155 each on the cow and the monitor lizard in a repeat experiment in 2003). Engorged flies were captured and released two days later (minimal inter-blood meal period in nature) with a similar number of teneral flies ($n = 56$ in 2002 and 105 in 2003) into the same stable but now holding both hosts (choice situation). Replete flies were caught and dissected to determine the origin of the blood in the crop where it stays for about 30 min. Blood meals were colored (in 10% Giemsa) and twice examined blind by microscope – monitor lizard erythrocytes are oval and nucleated whereas those of bovids are round and anucleated. The monitor lizard (*Varanus niloticus*) was 68 cm long and the dwarf cow (*Bos taurus*, Baoule breed) was 3 years old and weighed 165 kg.

1. Cirad, département d'Élevage et de médecine vétérinaire, TA30/A, campus de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

2. Cirdes, BP 454, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

3. Conseil général vétérinaire, 25 rue de Vaugirard, 75732 Paris Cedex 15, France

4. University of Neuchâtel, Institut de zoologie, rue Emile-Argand 11, 2007 Neuchâtel, Suisse

Statistical analysis of fly preferences was made using contingency cross tables obtained from categorical variables characterizing the origin of the blood meals. Pearson's independence chi-square tests, relative risks and confidence intervals were calculated using R statistical software (7).

RESULTS

In the no-choice situations, 73 and 89% of the recaptured flies were found engorged during the dry and rainy season, respectively, on the cow. These percentages were 59 and 37%, respectively, for the flies exposed to the monitor lizard.

In the choice situations, over 80% of the teneral flies that fed did so on the cow when provided the choice between the cow and the monitor lizard (Table I). Despite this preference for the cow, the feeding preferences of previously fed flies turned out to be largely dependent on the source of their first blood meal (Table I). Disproportionately high numbers (in brackets) of the flies that had first fed on the monitor lizard returned to feed on this less favored host (48% in 2002 and 65% in 2003; Pearson χ^2 test, $p < 0.001$). The probability for a fly that had first fed on the monitor lizard to choose this host for its second blood meal was 4.1 times greater (1.5–10.7, 95% confidence interval) in 2002 and 4.8 times (2.3–10.0) in 2003 in comparison to teneral flies' propensity to feed on this animal. Because of the high preference for the cow, no significant difference was found between flies that had first fed on the cow and teneral flies. However, the probability for a fly that had first fed on the cow to choose this host for its second blood meal was 1.6 times greater (1.2–2.2, 95% confidence interval) in 2002 and 2.8 times (1.7–4.8) in 2003 in comparison to flies that had first fed on the monitor lizard.

DISCUSSION

A significantly higher percentage of flies engorged on the cow in the no-choice experiments. This cannot be attributed to a genetic preference for one host or the other on the part of some flies, for if such a preference existed in the fly groups taken here at random from the same population, then the proportions feeding on the monitor lizard and the cow in these no-choice situations should add up

to 100%. The data differ significantly from such complementarity. Moreover, *G. palpalis gambiensis* is considered to be opportunistic but not host specific (2, 16).

In the choice situations, teneral *G. palpalis gambiensis* showed a clear preference for the bovid over the monitor lizard, a fact that could be accounted for by the host size alone in the confines of the stable. Despite this, a disproportionately high number of flies that had fed on the monitor lizard for the first meal returned to this host for the second meal, even with the simultaneous presence of the cow in the stable. This cannot be ascribed to a density dependent factor since the total fly density bearing on any given fly on each host is the same, leaving no environmental factor but previous experience to influence the feeding preference. It has already been observed that tsetse flies (*G. palpalis gambiensis*) that had fed on goats in captivity persisted to exploit this host upon release into a forest where goats were very rare (2). The present findings are consistent with this observation and show that blood meal sourcing in tsetse flies is influenced by the first meal they take.

Within a given habitat host availability can change between successive generations of a tsetse species as well as between the habitats occupied by the same fly species. Learning permits a widening of the host range: the first choice is very opportunistic but, once a host has been found, tsetse flies become specialists, focusing on this available host species in a given habitat. Tsetse can thus learn to exploit an available, even less preferred, host rather than undertake energetically costly and potentially dangerous long-range flights in search of an unpredictable, though possibly preferred, alternative. The same phenomenon has been identified in hymenoptera (18) and in other insect vectors of disease (9). It is therefore not surprising that a species such as *G. palpalis gambiensis* can exploit a large range of habitats (from natural to man-made; 3) and show variable host preferences (6, 12).

The present findings have a bearing on host-parasite coevolution and pathogenicity of trypanosomes by reducing the probability of inter-host transmission of these parasites (5). In fact, when a trypanosome is transmitted only in cattle, highly pathogenic strains disappear and the disease takes on an endemic character. Where spatial encroachment between cattle and game favors vector confusion this can result in the transmission of highly pathogenic strains of trypanosomes that lead to epidemic situations (14).

Moreover, learning behavior in tsetse flies may play a crucial role in the epidemiology of human sleeping sickness in that animal breeding practices and human habits may inadvertently affect successful exploitation of an alternative host by tsetse simply by its proximity to a targeted species. This may afford a route for trypanosomosis transmission to man when people living in the same place as an infected domesticated or wild host use a common resource such as a water course (17). In current two-host trypanosomosis models, the probability of a tsetse fly to choose one or the other host species is assumed to be constant during its entire life (10, 11). This study shows that it is not the case. The transmission rate of parasites from one host species to another may thus be dependent on spatial encroachment between the host species and not only on innate preferences of the vector. Recently, Sané et al. wrote that "Everything leads one to conclude that the endemic and epidemic phases of sleeping sickness are more linked to vector opportunism than to its eclecticism. The number of hosts of the tsetse fly is less important than its tendency to alternate its blood-meals between animals and man" (12).

It is necessary to integrate such learning behaviors in tsetse into epidemiological models for forecasting risk. The main vectors of sleeping sickness belong to the *morsitans* and *palpalis* groups in East and West Africa, respectively. The former group is a less

Table I

Feeding preferences of three groups of tsetse flies (*G. palpalis gambiensis*) given a choice between a monitor lizard and a cow in the dry and wet seasons

	Origin of the blood meal in the choice situation	Teneral flies ¹ (unfed)	Origin of the first blood meal ² (already fed flies)	
			Monitor lizard	Cow
Dry season	Monitor lizard	12% (4)	48% (21)	17% (10)
	Cow	88% (30)	52% (23)	83% (48)
Wet season	Monitor lizard	14% (7)	65% (17)	2% (1)
	Cow	86% (44)	35% (9)	98% (42)

¹ Flies with no previous feeding experience

² Flies that had taken their first blood meal in a no-choice situation on either a monitor lizard or a dwarf cow; the numbers between brackets are those that fed on each host.

opportunistic feeder and shows rather innate preferences (16). As in certain hymenoptera (15), we believe that learning may be less important in the *morsitans* group, explaining why current tsetse fly feeding and disease transmission models fit well to East African epidemiological patterns. It is worth noting that whereas the two parasites, *Trypanosoma brucei rhodesiense* in East Africa and *T. brucei gambiense* in West Africa, are so closely related as to be hardly distinguishable genetically, the role of animal reservoirs is secondary in West Africa while preponderant in East Africa. This epidemiological difference between the regions cannot be explained by current models of disease transmission nor by trypanosome specificities since *T. b. gambiense* also occurs in a variety of wild and domesticated hosts. We believe that learning in *G. palpalis gambiensis*, which serves to confine the disease cycle to a given host reservoir, could provide an explanation for this epidemiological enigma.

Finally, the existence of this phenomenon in other vectors of zoonoses such as Rift Valley fever and West Nile virus (transmitted by mosquitoes) may have implications for human outbreaks and should be explored.

Acknowledgments

We thank Prof. A.S. Gouro for authorizing the experiments and F. Sanou for his help in manipulating tsetse flies.

REFERENCES

1. BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. An account of the biology of the genus *Glossina* (Diptera); Vol. 10. London, UK, Lewis HK & Co, 816 p.
2. CHALLIER A., 1973. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Paris, France, Orstom, 274 p. (Mémoires Orstom, vol. 64)
3. CHALLIER A., GOUTEUX J.P., 1980. Ecology and epidemiological importance of *Glossina palpalis* in the Ivory Coast forest zone. *Insect Sci. Appl.*, **1**: 77-83.
4. CLAUSEN P.H., ADEYEMI I., BAUER B., BRELOEER M., SALCHOW F.,

- STAAK C., 1998. Host preferences of tsetse (Diptera: Glossinidae) based on bloodmeal identifications. *Med. vet. Entomol.*, **12**: 169-180.
5. COMBES C., 2001. Parasitism - The ecology and evolution of intimate interactions. Chicago, IL, USA, University of Chicago Press, 728 p.
6. DE LA ROCQUE S., MICHEL J.F., CUISANCE D., DE WISPELEARE G., SOLANO P., AUGUSSEAU X., ARNAUD M., GUILLOBEZ S., 2001. Du satellite au microsattellite. Le risque trypanosomien. Une approche globale pour une décision locale. Montpellier, France, Cirad, 151 p.
7. IHAKA R., GENTLEMAN R., 1996. R: A language for data analysis and graphics. *J. comput. graph. Stat.*, **5**: 299-314.
8. LEWIS W.J., TUMINSON J.H., 1988. Host detection by chemically-mediated associative learning in a parasitic wasp. *Nature*, **331**: 257-259.
9. MCCALL P.J., KELLY D.W., 2002. Learning and memory in disease vectors. *Trends Parasitol.*, **18**: 429-433.
10. MILLIGAN P.J.M., 1990. Modelling trypanosomiasis transmission. *Insect Sci. Appl.*, **11**: 301-307.
11. ROGERS D.J., 1988. A general model for African trypanosomiasis. *Parasitology*, **10**: 193-212.
12. SANE B., LAVEISSIERE C., MEDA H.A., 2000. Diversité du régime alimentaire de *Glossina palpalis palpalis* en zone forestière de Côte d'Ivoire : relation avec la prévalence de la trypanosomiase humaine africaine. *Trop. Med. int. Health*, **5** : 73-78.
13. THORPE W.H., JONES F.G.W., 1937. Olfactory conditioning in a parasitic insect and its relation to the problem of host selection. *Proc. R. Soc. London, Ser. B: biol. Sci.*, **124**: 56-81.
14. VAN DEN BOSSCHE P., DE DEKEN R., GEERTS S., 2003. Trypanosomiasis in southern Africa. Old challenges - new threats. *Newsl. integrated Control pathog. Trypanosomes Vectors*, **7**: 11-13.
15. VET L.E.M., DICKE M., 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Ann. Rev. Entomol.*, **37**: 141-172.
16. WEITZ B., 1963. The feeding habits of *Glossina*. *Bull. World Health Organ.*, **28**: 711-729.
17. WELBURN S.C., PICOZZI K., FEVRE E.M., COLEMAN P.G., ODIIT M., CARRINGTON M., MAUDLIN I., 2001. Identification of human-infective trypanosomes in animal reservoir of sleeping sickness in Uganda by means of serum-resistance-associates (SRA) gene. *Lancet (N. Am. Edn)*, **358**: 2017-2019.
18. ZANEN P.O., CARDE R.T., 1991. Learning and the role of host-specific volatiles during in-flight host finding in the specialist parasitoid *Microplitis croceipes*. *Physiol. Entomol.*, **16**: 381-389.

Accepté le 25.04.2005

Résumé

Bouyer J., Cuisance D., Messad S., Guerin P.M. L'apprentissage modifie les préférences trophiques des glossines

Les glossines sont des vecteurs cycliques très efficaces des trypanosomes animaux. Etant généralement infectées dès le premier repas de sang, en particulier dans le cas de la maladie du sommeil, toute tendance à retourner sur la première espèce hôte rencontrée se traduirait par une augmentation de la transmission intra-spécifique du parasite au détriment de sa transmission interspécifique. Pour tester cette hypothèse, un choix entre deux hôtes (vache et varan) a été proposé en étable sous moustiquaire à des glossines marquées (*Glossina palpalis gambiensis*, Diptera : Glossinidae) préalablement nourries sur un de ces deux hôtes. Quatre-vingts pourcent des glossines ténères choisirent d'exploiter la vache lorsque le choix leur fut proposé. Parmi les glossines nourries une première fois sur un des deux hôtes, une proportion significativement supérieure de glossines sont retournées sur le premier hôte rencontré. Les avantages énergétiques et les implications épidémiologiques de ce comportement dans la transmission du parasite de la maladie du sommeil du réservoir animal à l'homme sont discutés. Enfin, la question de l'impact de l'apprentissage dans l'épidémiologie des zoonoses à transmission vectorielle est posée.

Mots-clés : *Glossina palpalis gambiensis* – Trypanosomose – Préférence alimentaire – Comportement – Apprentissage animal – Burkina Faso.

Resumen

Bouyer J., Cuisance D., Messad S., Guerin P.M. El aprendizaje afecta las preferencias de huésped en las moscas tse-tse

Las moscas tse-tse son vectores cíclicos muy eficientes de la trypanosomosis africana. En vista de que las tse-tse generalmente se infectan con su primera alimentación de sangre, como por ejemplo en el caso de la enfermedad del sueño, cualquier propensión a alimentarse una segunda vez en el mismo huésped mejora la transmisión al interior de las especies huéspedes mientras que la transmisión entre especies huéspedes disminuye. Para probar esta hipótesis, presentamos una lagartija monitor y una vaca en un establo, para marcar las moscas tse-tse que se alimentan por primera vez en uno de estos huéspedes. 80% de las moscas tenerales que se alimentaron, lo hicieron en la vaca cuando la escogencia les fue propuesta. Entre las moscas que experimentaron la alimentación, un número desproporcionado de moscas que se alimentaron en uno de los huéspedes volvieron a este huésped para su segunda comida. Discutimos las ventajas energéticas de este comportamiento aprendido y su importancia en la epidemiología de la enfermedad del sueño. Estos hallazgos son relevantes para el papel que juegan estos comportamientos aprendidos en la transmisión de la enfermedad por otros insectos vectores de zoonosis.

Palabras clave: *Glossina palpalis gambiensis* – Tripanosomosis – Preferencia alimentaria – Comportamiento – Aprendizaje animal – Burkina Faso.

Livestock Trypanosomoses and their Vectors in Latin America

By Marc *DESQUESNES*

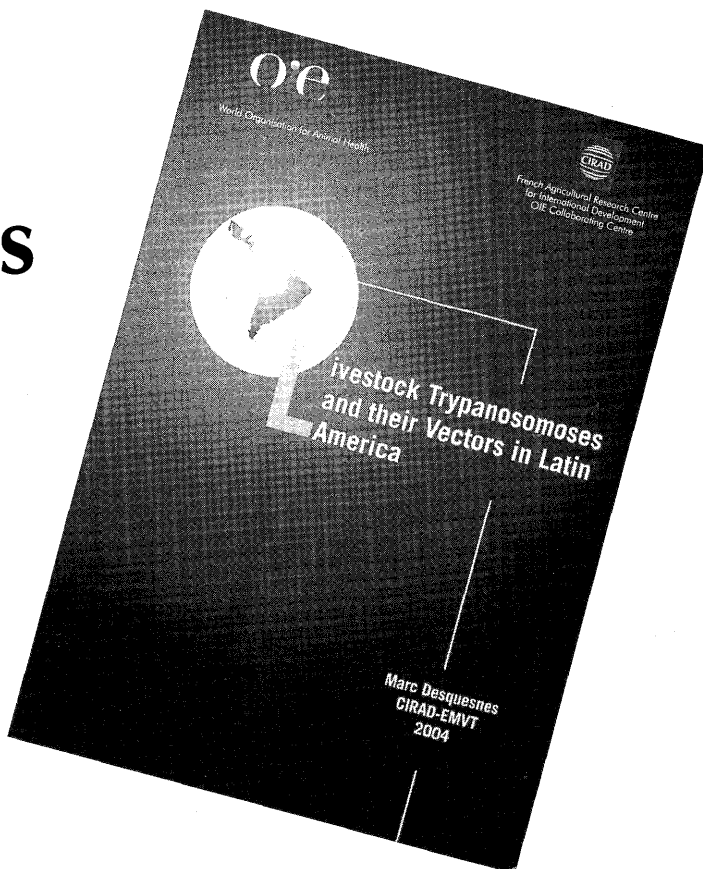
This study of livestock trypanosomoses in Latin America, the first of its kind, provides an overview of the situation as it was between 1990 and 1995, and will serve as a benchmark for future studies and comparisons. The study's appraisal of mechanical vectors and their harmful effects focuses on the damage that Tabanids can cause, and provides statistics on their impact on the livestock industry. These statistics alone provide sufficient justification for undertaking seasonal strategic control measures against these insects, whose effect on livestock, while often localised and short-lived, has not thus far been given proper consideration.

This book's analysis of the typical epidemiology of mechanically transmitted bovine trypanosomosis can be used as a model not only for Latin America, but also for areas of Africa where *Glossina* populations have receded, and where, therefore, biologically transmitted trypanosomosis has been eradicated. As a result of the elimination of this biological vector (even after the Pan African Tsetse and Trypanosomosis Eradication Campaign [PATTEC]), a pattern of purely mechanical transmission may become

established in these areas and this study will be useful for veterinarians in Africa as they investigate ways to control this type of transmission cycle.

The general overview of diagnostic tools and methods of controlling trypanosomoses can be applied to America, Africa and Asia. Similarly, the data on mechanically transmitted trypanosomes provides a model for different mechanically transmitted pathogens on several continents and as such, this book will be of interest to a broad range of readers.

Students, teachers and researchers will find this review useful, as will physicians and epidemiologists dealing with Chagas' disease, an important human disease caused by the parasite *Trypanosoma cruzi*. Although largely found in Latin America it has been reported in eight southern states of the United States of America and appears to be progressing northwards. The disease is not well-defined, but this publication contains the information that is currently available and highlights the crucial role played by wild and domestic animals in the epidemiology of this disease.



ISBN 92-9044-634-x
Format 21 x 29,7 cm
192 p. ◆ 40 euros
OIE ◆ 12, rue de Prony
75017 Paris ◆ France
Tel.: +33 (0)1 44 15 18 88
Fax: +33 (0)1 42 67 09 87
www.oie.int ◆ oie@oie.int

Current Tsetse and Trypanosomosis Situation on Jos Plateau, Nigeria. Epizootiological Factors that May Enhance Disease Transmission and Spread

P.M. Dede¹ I. Halid¹ G.A. Omoogun¹ N.R. Uzoigwe¹
C.I. Njoku¹ A.D. Daniel¹ A.J. Dadah¹

Keywords

Cattle – *Glossina* – Trypanosomosis –
Risk factor – Vectorborne disease –
Jos Plateau – Nigeria.

Summary

Tsetse and trypanosomosis surveys were carried out in Jos-East, Riyom, Bassa and Bokkos local government areas (LGAs) of Jos Plateau, Nigeria. They followed reports of cases of trypanosomosis that led to the death of several livestock animals in the areas. Biconical and Nitse traps were pitched in suspected tsetse habitats. Also, cattle and sheep from selected native and Fulani herds within the areas surveyed were screened. Altogether 240 tsetse flies were caught, comprising 114 *Glossina tachinoides* and 126 *G. palpalis palpalis*, and revealing an overall apparent density of 4.63 flies/trap/day. Fly dissection showed an overall infection rate of 1.67% due to *Trypanosoma brucei* and *T. vivax*. Also, 87 *G. tachinoides* pupae were collected from Bassa and Jos-East LGAs. Other biting flies totaling 1536 were caught (*Stomoxys*, *Tabanus* and *Haematopota*). A total of 1053 cattle and 65 sheep were screened for trypanosome infection. The hematocrit centrifugation, animal inoculation, and morphological differential techniques were used to determine trypanosome species and prevalence rates. Results revealed a 7.79% prevalence rate in cattle due to *T. brucei*, *T. congolense*, *T. vivax*, and *T. theileri*, and a 3.08 prevalence rate in sheep due to *T. vivax*. The main factors that may predispose Jos Plateau to tsetse presence and trypanosomosis infection include dry and rainy seasons' cattle migrations across the plateau to and from tsetse infested areas, abundance of other biting flies, changes in climatic conditions and increased human activities. These findings have debunked the protracted notion upholding Jos Plateau to be tsetse and trypanosomosis free; hence the safety of resident and migrant livestock, which unfortunately have increased in recent times, may no longer be guaranteed because of the trypanosomosis risk.

INTRODUCTION

Despite tsetse reclamation programs embarked upon by the Nigerian Government nearly forty years ago, 75% of the country's land mass is still infested by 11 species of *Glossina*, main transmitters of trypanosomoses in humans and livestock. These species altogether are of countrywide distribution, from the Atlantic coastline to latitude 13°N, with the exception of the uninfected area made up of the high grounds of the Mambilla and Obudu Plateaux (17, 24). Although trypanosomosis occurs wherever the tsetse fly vector is

found, its distribution in Nigeria is wider and occurs outside tsetse infested areas in the far north (22, 26).

Although situated within the subhumid zone of central Nigeria, Jos Plateau rises above the surrounding region of extensive plains and broad valleys to a height over 1200 m above sea level. The plateau together with the high grounds to its northwest form a watershed between the rivers running into the Niger in the west, the Benue in the east and lake Chad in the northeast (7, 9, 30). Also, it has relatively higher rainfall (1400-1500 mm) and lower temperatures than the adjacent areas (25). The vegetation is typical of a montane community consisting primarily of grassland with forest and woodland along rivers and stream courses, and steep slopes. The above factors, the supposedly tsetse and trypanosomosis free

1. Entomology and Parasitology Division, Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research, PMB 03, Vom, Plateau State, Nigeria

nature, plentiful water supply, and the provision of limited perennial grazing grounds, combine to make Jos Plateau very attractive and conducive for human habitation, and suitable for animal husbandry. Thus, Jos Plateau attracted over the years a constant influx of cattle, which often resulted in permanent settlement of Fulani herdsmen. Their numbers over the years have increased rapidly and the plateau is estimated to support one of the highest cattle concentrations in Nigeria (1).

Early investigations on tsetse and trypanosomosis on Jos Plateau were carried out by Marshal (20) and Ajayi et al. (2), who reported cases of natural trypanosome infection with *Trypanosoma congolense* and *T. vivax* in work oxen and Friesian heifers, respectively, which were exclusively kept on the plateau. They attributed these infections to mechanical transmission by some biting Muscidae. Similarly, Joshua (12), Joshua and Shanthikutmar (13), and Kalu (14) also reported positive trypanosome infections in cattle herds kept on the lower Jos Plateau. In addition, the above-mentioned studies revealed the presence of tsetse species, namely *Glossina tachinoides*, *G. palpalis* and *G. morsitans submorsitans*, and these latter also harbored matured trypanosome infections.

This survey aimed at updating the status of tsetse and trypanosomosis on Jos Plateau, and determining epidemiological factors that might enhance and sustain disease transmission and spread.

■ MATERIALS AND METHODS

Four local government areas (LGAs) (Bassa, Bokokos, Riyom and Jos-East) of Jos Plateau (Figure 1) were selected based on reported cases of trypanosomosis. Affected districts within the LGAs were surveyed for tsetse and trypanosomosis. Thirty biconical and Nitse traps were pitched between 100 and 120 m apart in suspected tsetse habitats along rivers and streams, human settlements, forest islands, ranches and plantations. They were monitored for 48-72 h before relocation to another trapping site. Whirling hygrometer was used to determine the percentage of relative humidity and temperatures of the experimental areas. Tsetse species caught were identified,

sexed, dissected and examined for trypanosome infection (16). The age determination of flies was based on the use of the modified wing fray analysis technique for males (3) and the use of the ovarian configuration technique (27). Pupae were sought and collected from breeding sites on receded rivers, streambeds and banks. Cattle and sheep from selected native and Fulani herds within areas surveyed were screened. About 5 ml of blood was drawn from the jugular vein of each animal into bottles containing an anticoagulant (EDTA). The hematocrit centrifugation technique (HCT) (31), animal inoculation technique (AIT) (10) and morphological differentiation technique (MDT) from wet and Giemsa-stained thin and thick films (11) were employed in the determination of trypanosome species and prevalence rates in the livestock screened. Animals found positive were treated with Berenil.

■ RESULTS

The average daily mean minimum and maximum temperatures were 22 and 32°C, respectively, whereas the average daily mean relative humidity at noon varied from 23 to 47%. A total of 240 tsetse flies, comprising 114 *G. tachinoides* and 126 *G. palpalis palpalis* were caught in both biconical and Nitse traps (Table I), revealing an overall apparent density of 4.63 flies/trap/day. A breakdown of these catches showed that 79 *G. tachinoides* were caught in Federe on the northeastern escarpment in Jos-East LGA, with more than one third of these catches made from human habitations. In Bassa LGA, 35 *G. tachinoides* were caught in two locations, 11 at Kwall near Miango on the plateau and 24 at Binchin on the northwestern escarpment of the plateau. A total of 126 *G. palpalis* were caught in two LGAs, 17 flies at Kumai on the southeastern escarpment in Bokokos LGA, and 109 flies at Sop on the eastern escarpment of the plateau in Riyom LGA. A breakdown of catches by sex favored females, which in most cases were hungry flies. A total of 87 *G. tachinoides* pupae were collected from the dry season breeding sites as follows: 58 at Federe, 21 at Binchin and 8 at Kwall. Fly dissection revealed an overall trypanosome infection rate of 1.67% (Table I).

Other biting flies (Table II) totaling 1536 were caught in the following ratios: 1205 *Stomoxys* spp., 242 *Tabanus* spp. and 89 *Haematopota* spp. The cattle and sheep prevalence rate reached 7.51%, with a 7.79% prevalence due to *T. brucei*, *T. congolense*, *T. vivax* and *T. theileri* in cattle and a 3.08% prevalence due to *T. vivax* in sheep (Table III). Chi-square comparison of virulence by location did not yield any significant variation ($P > 0.05$).

■ DISCUSSION

Past and recent investigations on tsetse and trypanosomosis on Jos Plateau have reported the presence of both the vectors and the disease in livestock (2, 12-14, 20, 22). The present findings have undoubtedly lent support to these reports. In addition, as evidenced by the pupae collected, the authors confirmed the breeding of *G. tachinoides* on the escarpments of Jos Plateau. The failure to find pupae during the rainy season may not be attributed to cessation in breeding (21), in view of the dissection results that revealed the majority of females caught during the same period having instar larval stages *in utero*, thus indicating high reproductive potentials. Perhaps it was due to difficulty in locating rainy season breeding sites. The sustenance of the adult population all year round may be indicative of the continuity in breeding.

The high proportion of females caught in traps during this investigation was normal, in view of a similar observation made by Glasgow and Duffy (8), who concluded that traps are valuable because

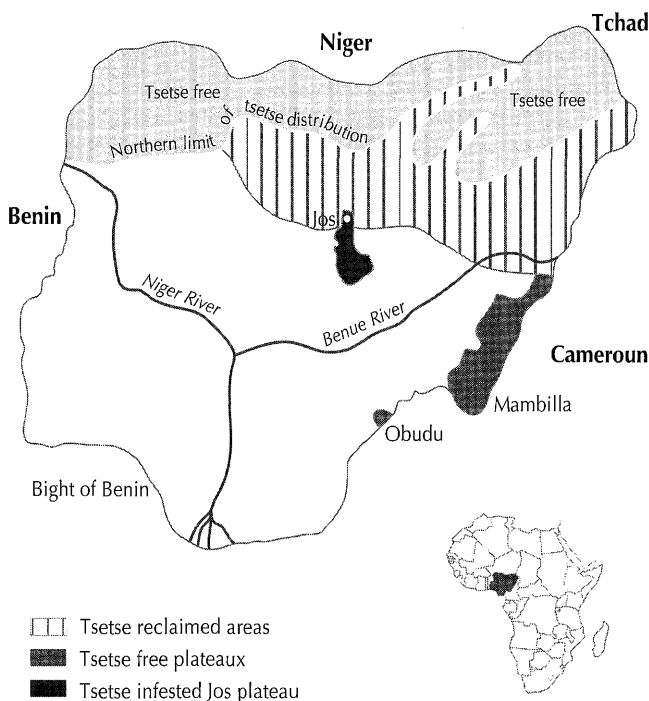


Figure 1: Current tsetse distribution map of Nigeria.

Table I

Number of tsetse flies, pupae, and trypanosome infection rates recorded at LGAs of Jos Plateau

LGA (location)	Num. pupae (female ratio)	Num. <i>G. tachinoides</i> (female ratio)	Num. <i>G. palpalis</i>	Apparent density (flies/trap/day)	Infection rate with trypanosomes (%)
Jos-East (Federe)	58	79 (45)	0	5.64	2.53
Bassa (Binchin)	21	24 (19)	0	1.71	8.33
Bassa (Kwall)	8	11 (7)	0	0.78	0.00
Bokkos (Kumai)	0	0	17 (10)	0.28	0.00
Riyom (Sop)	0	0	109 (78)		
Total	87	114 (71)	126 (92)	4.63	1.67

LGA: local government area

Table II

Number of other biting flies caught from LGAs of Jos Plateau

LGA (location)	<i>Stomoxys</i> spp.	<i>Tabanus</i> spp.	<i>Haematopota</i> spp.
Jos-East (Federe)	296	45	10
Bassa (Binchin)	187	62	23
Bassa (Kwall)	321	69	19
Bokkos (Kumai)	289	53	37
Riyom (Sop)	112	12	0
Total	1205	242	89

LGA: local government area

they catch a high proportion of females. The low prevalence recorded in the present investigation compared to those reported by Kalu (14) might have arisen due to differences in the points of intervention. Whereas Kalu might have performed his investigation during the peak of the outbreak, the present study and that of Joshua (12) might have been carried out at the onset of the outbreak, hence the low recorded prevalence.

In Nigeria in the last thirty years, increased human activities such as farming, hunting, road construction and rural expansion have led to major increases in the human population. This has resulted in an overall reduction in natural tsetse habitats, wildlife hosts of several *Glossina* spp. (28), and the corresponding alteration in the pattern of tsetse distribution, with tsetse species now seeking for more conducive habitats with abundant hosts. Human habitats are fast becoming tsetse conducive, with the riverine group species exhibiting peridomestic behaviors. An example of such behaviors has been reported for *G. tachinoides* and *G. palpalis* in Nsukka area (19), and for *G. palpalis* in Donga's (5). Similarly, the *G. tachinoides* caught at Federe in this investigation were also found to exhibit peridomestic behavior, feeding on domestic pigs, cattle, sheep and goats, and a biting nuisance to humans in their houses.

Known for its conducive climate, Jos Plateau has continued to be the site of increased human settlements originating from all over the country, leading to a population explosion, increased human activities and profound pressure on the land, wildlife and forest resources

Table III

Prevalence of trypanosomosis in the livestock screened at LGAs of Jos Plateau

LGA (location)	Num. of animals screened	Prevalence	<i>Trypanosoma</i> spp.*
Jos-East (Federe)	28 (cattle)	14.26	<i>T. brucei</i> <i>T. congolense</i>
Bassa (Binchin)	563 (cattle)	9.59	<i>T. brucei</i> <i>T. congolense</i> <i>T. vivax</i> <i>T. theileri</i> <i>T. vivax</i>
	43 (sheep)	4.65	<i>T. vivax</i>
Bassa (Kwall)	31 (cattle)	9.67	<i>T. vivax</i>
Bokkos (Kumai)	431 (cattle)	4.87	<i>T. congolense</i> <i>T. vivax</i>
	22 (sheep)	—	
Total	1053 cattle	7.79	
	65 sheep	3.08	

LGA: local government area

* Identified from infected animals

(4). These effects on land use in conjunction with local (or global) changes in climatic parameters have become so pronounced that severe climate degradation with decline of rainfalls and increase in temperatures occurs now on the plateau. The daily mean minimum and maximum temperatures of 22 and 32°C, respectively, and the daily mean relative humidity at noon, which varied from 23 to 47%, were far above the values obtained previously on the same Jos plateau (15). The impact of these parameters on tsetse distribution needs to be more precisely evaluated.

The absence of *G. morsitans submorsitans* in this investigation contradicts earlier reports on the presence of this fly in the area (12, 13). The disappearance of this tsetse species from its known belts on the low-lying areas nearest to Jos Plateau might have happened because of its fast disappearing preferred habitat (savannah woodlands) and hosts (wild bovids) (23, 26). The reported decline or disappearance of *G. m. submorsitans* and *G. longipalpis* from their known defined belts in the northeast, northwest and central agroecological zones of Nigeria (23, 26) is similar to the alterations that occur in tsetse distribution resulting from habitat modifications (6). This therefore shows

that the *morsitans* group of tsetse is the most affected when habitat and wildlife are interrupted. Undoubtedly, Jos Plateau might be regarded as one of the areas the most affected by this phenomenon.

The ascension of *G. tachinoides* from the lowland escarpment to the plateau may be similar to the pattern observed in *G. palpalis* at Ganawuri, on the southwestern escarpment of Jos Plateau (29). These flies, at certain periods of the year most especially when climatic conditions in the low lying areas become unbearable, associated with the absence of animal hosts resulting from the desertion of the area by Fulani herdsmen in view of high tsetse challenge, may as a survival strategy tend to increase their spread to the conducive top of the plateau, through riverine vegetation that still persists along streams and rivers that drain from Jos Plateau into the low-lying tsetse infested areas. They may also follow migrant cattle routes that cross the plateau (18). In villages or Jos metropolis, they may feed on bountiful domestic animal hosts kept by the natives and Fulani herdsmen who either are migrants or had settled to take advantage of the supposedly tsetse and trypanosomiasis free Jos plateau. These flies probably rest and/or breed under shady clusters of mango trees, pockets of forest islands, which are mostly used as forest reserves, sacred rites or cemeteries as observed in Donga (5). They may prevail throughout the year or might retreat when environmental conditions on the plateau become unfavorable, particularly during the coldest and driest periods (December-February). This corroborated observations by Swynneton (28), i.e. the establishment of a new permanent focus of infestation by any tsetse species depends on the suitability of the environment for breeding.

Migratory cattle from the low-lying tsetse infested areas might provide sources of infection for the susceptible livestock breeds that are solely kept in the area. Such flies and cattle movements can be accompanied by the introduction of new and virulent trypanosome strains, which often result in outbreak cases (14, 22). *G. tachinoides* have been caught along streams and at a livestock market within Jos metropolis (Onah, pers. commun.). Similarly, several cases of trypanosome infections in domestic ruminants kept by staff of the National Veterinary Research Institute (NVRI) and the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR) have been observed in Vom. Such infections most often resulted in abortion, stillbirth or death of pregnant animals. Efforts made to trap tsetse flies in Vom area were unsuccessful. Once the disease has been introduced, the spread in the absence of the tsetse vector might be sustained through the activities of mechanical transmitters such as *Stomoxys* spp., *Tabanus* spp. *Haematopota* spp., etc., which abound in the area.

■ CONCLUSION

The present findings have established the territorial expansion of the riverine tsetse species to Jos Plateau and it is likely that this may have resulted in a corresponding countrywide increase in the distribution of the fly, since there has not been any report of its decline from the known areas of infestation to suggest otherwise. Hence, the protracted notion upholding Jos Plateau as tsetse and trypanosomiasis free is no longer valid. It is recommended that the establishment of cattle ranches on the plateau must be based on recommendations from tsetse and trypanosomiasis surveys. Also, tsetse and trypanosomiasis status of other plateaux such as those of Mambilla and Obudu may therefore need to be reassessed. Finally, due to the dynamic nature of tsetse distribution, it is recommended that periodic country-wide distribution surveys should be intensified to determine the full extent of tsetse and trypanosomiasis advances and their impact on the economy.

Acknowledgments

We wish to thank Mal. T. Tanko, Mal. D. Bayei and other staff of the NITR, who either singly or collectively have made this work a success. To Dr I. Halid, NITR Director, we owe special thanks for providing funds that were used in the execution of this project and for permitting us to publish the work.

REFERENCES

1. Abundance and distribution of cattle on the Jos Plateau, Nigeria, 1980. Report of the sub humid programme aerial survey. Kaduna, Nigeria, ILCA, 22 p.
2. AJAYI S.A., OYETUNDE I.L., EKWONU N.P., 1983. In: Ilemobade A.A., Ed., A last report of natural infection of Friesian heifer with *T. vivax* in Vom, a tsetse free area. Kaduna, Nigeria, ILCA, p. 115-117.
3. BALDREY D.A.T., VAN DER VLOEDT A.M.V., 1982. A modified wing-fray analysis technique for age determination in *Glossina*. In: Sterile insect technique and radiation in insect control. Vienna, Austria, IAEA, p. 255-256.
4. BOURN D., 1983. Tsetse control, agricultural expansion and environmental change in Nigeria. PhD Thesis, Oxford University, UK, 250 p.
5. DEDE P.M., ONYIAH J.A., OMOOGUN G.A., DADAH A.J., 1998. Current status of tsetse distribution in Donga LGA, Taraba State, Nigeria: Observation on the peridomestic behaviour of *G. p. palpalis* (R.D.) and the epidemiological/epizootiological significance. In: 29th annu. Conf. Entomological Society of Nigeria, Nnamdi Azikiwe University, Awka, 6-8 Oct. 1998.
6. ESURUOSO G.O., 1973. The epizootiology, prevalence and economic aspects of bovine trypanosomiasis in Nigeria. In: Proc. 7th annu. Health Assoc., Missouri, USA, October 13-19, p. 160-174.
7. FORD J., 1971. The role of trypanosomiasis in African ecology. Oxford, UK, Clarendon, 568 p.
8. GLASGOW J.P., DUFFY B.J., 1961. Traps in field studies of *Glossina pallidipes* Austen. *Bull. Entomol. Res.*, **52**: 795.
9. GLOVER P.E., 1965. The tsetse problem in northern Nigeria. Nairobi, Kenya, Patuma News Agencies.
10. GODFREY D.G., LEACH T.M., KILLICK-KENDRICK R., 1961. Bovine trypanosomiasis in Nigeria. I. The inoculation of blood into rats as a method of survey in the Donga valley, Benue province. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **55**: 287-297.
11. HOARE C.A., 1938. Morphological and taxonomical studies of mammalian trypanosomes. The diagnostic value of the kinetoplast. *Trans. R. Soc. Med. Hyg.*, **32**: 333-345.
12. JOSHUA R.A., 1986. The prevalence of trypanosomiasis in cattle at the low-lying zone of the Jos Plateau, Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **34**: 71-74.
13. JOSHUA R.A., SHANTHIKUTMAR S., 1989. Naturally occurring trypanosomiasis in some cattle herds around the Jos Plateau of Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **37**: 86-95.
14. KALU A.U., 1991. An outbreak of trypanosomiasis on the Jos Plateau, Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **23**: 215-216.
15. KNUDSEN P.B., SOHAEL A.S., 1970. The Vom herds: a study of the performance of a mixed Friesian/zebu herd in a tropical environment. *Trop. Agric. Trin.*, **47**: 189-203.
16. LLOYD L.L., JOHNSON W.B., 1924. The trypanosome infections of tsetse flies in northern Nigeria and a new method of estimation. *Bull. Entomol. Res.*, **14**: 265-288.
17. MACLENNAN K.J.R., 1963. Cattle trypanosomiasis in Northern Nigeria: The problem in the field. *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, **11**: 381-390.
18. MACLENNAN K.J.R., 1990. Tsetse transmitted trypanosomiasis in relation to the rural economy in Africa. Part I. Tsetse infestation. *World Anim. Rev.*, **36**: 2-17.
19. MADUBUNYI L.C., 1990. Ecology of *Glossina* spp. inhabiting peridomestic agro ecosystems in relation to options for tsetse fly control. SIT for control and eradication. Vienna, Austria, IAEA, p. 45-65.
20. MARSHAL R.S., 1948. Annual report for the year 1947. Zaria, Nigeria, Veterinary Department, Northern Province, p. 10-22.
21. NASH T.A.M., 1948. Tsetse in British West Africa. London, UK, HM Stationery office.
22. NITR/NARP, 1986. External review mission report for visiting NARP officials. Kaduna, Nigeria, NITR/NARP, 112 p.

23. OMOOGUN G.A., DIPEOLU O.O., AKINBOADE A.A., 1991. The decline of a *G. m. submorsitans* belt in the Egbe area of the derived savannah zone, Kwara State, Nigeria. *Med. vet. Entomol.*, **5**: 43-50.

24. ONYIAH J.A., 1980. Tsetse distribution and epidemiology of human and animal trypanosomiasis in Nigeria. In: 10th int. Congr. Tropical Medicine and Malaria, Manila, Philippines, Nov. 1980, p. 214.

25. OVERSEAS DEVELOPMENT AUTHORITY, 1989. Nigeria: profile of agricultural potentials. Chatham, UK, ODNRI, 15 p.

26. PUTT S.N.N., SHAW A.P.M., MATTHEWMANN R.W.S., BOURN D.M., UNDERWOOD M., JAMES A.D., HALLMA M.J., ELLIS P.R., 1980. The social and economic implication of trypanosomiasis control. A study of its impact on livestock production and rural development in northern Nigeria. Reading, UK, University of Reading, 549 p.

27. SAUNDERS D.S., 1960. The ovulation cycle in *G. morsitans* Westwood (Diptera: Muscidae) and a possible method of age determination

for female tsetse flies by examination of their ovaries. *Trans. R. Entomol. Soc. Lond.*, **112**: 221-238.

28. SWYNNETON C.F.M., 1936. The tsetse flies of East Africa. A first study of their ecology, with a view to their control. *Trans. R. Entomol. Soc. Lond.*, **84**: 1-579.

29. TAYLOR A.W., 1930. *G. palpalis* and sleeping sickness at Ganawuri, Plateau province, Northern Nigeria. *Bull. Entomol. Res.*, **21**: 333-335.

30. UDO R.K., 1970. Geographical regions of Nigeria. London, UK, Heinemann.

31. WOO P.T.K., 1971. Evaluation of haematocrit centrifuge and other techniques for field diagnosis of trypanosomiasis and filariasis. *Acta trop.*, **28**: 298-303.

Reçu le 29.03.2004, accepté le 13.05.2005

Résumé

Dede P.M., Halid I., Omoogun G.A., Uzoigwe N.R., Njoku C.I., Daniel A.D., Dadah A.J. Situation actuelle sur les glossines et la trypanosomose sur le plateau de Jos au Nigeria : facteurs épizootiologiques pouvant faciliter la transmission et la propagation de la maladie

Des enquêtes ont été menées sur les mouches tsé-tsé et la trypanosomose dans les régions administratives locales de Jos-Est, Riyom, Bassa et Bokkos, sur le plateau de Jos au Nigeria, suite à des cas de trypanosomose ayant causé des mortalités chez le bétail. Des pièges biconiques et Nitse ont été posés dans les zones favorables aux glossines. Des bovins et des ovins sélectionnés dans la zone étudiée dans des troupeaux de race indigène ou Fulani ont été examinés. Au total, 240 glossines ont été capturées, parmi lesquelles 114 *Glossina tachinoides* et 126 *G. palpalis palpalis*, correspondant à une densité apparente par piège et par jour de 4,63 mouches. La dissection a révélé un taux d'infection à *Trypanosoma brucei* et *T. vivax* de 1,67 p. 100. Quatre-vingt-sept pupes de *G. tachinoides* ont été recueillies dans la zone de Bassa et de Jos-Est. Par ailleurs, 1 536 insectes piqueurs autres ont été capturés (*Stomoxys*, *Tabanus* et *Haematopota*). En tout, 1 053 bovins et 65 ovins ont été examinés pour la recherche de trypanosomose. Les techniques de l'hématocrite, d'inoculation à l'animal, et de diagnostic différentiel morphologique ont été utilisées pour déterminer les espèces de trypanosomes et les taux de prévalence. Un taux de prévalence de 7,79 p. 100 (due à *T. brucei*, *T. congolense*, *T. vivax* et *T. theileri*) a été trouvé chez les bovins, et de 3,08 (*T. vivax*) a été obtenu chez les ovins. Les facteurs principaux prédisposant le plateau de Jos aux infestations glossiniennes et à la trypanosomose ont été : les migrations saisonnières des bovins transitant par le plateau vers ou à partir des zones infestées de tsé-tsé, l'abondance d'autres insectes piqueurs, les changements des conditions climatiques et l'accroissement des activités humaines. Ces résultats contredisent la notion longtemps gardée consistant à considérer le plateau de Jos comme n'hébergeant pas de tsé-tsé et donc indemne de trypanosomose ; ainsi, la sécurité des troupeaux, résidant ou migrant sur le plateau et dont la population a malheureusement augmenté récemment, ne peut plus être assurée à cause du risque de trypanosomose.

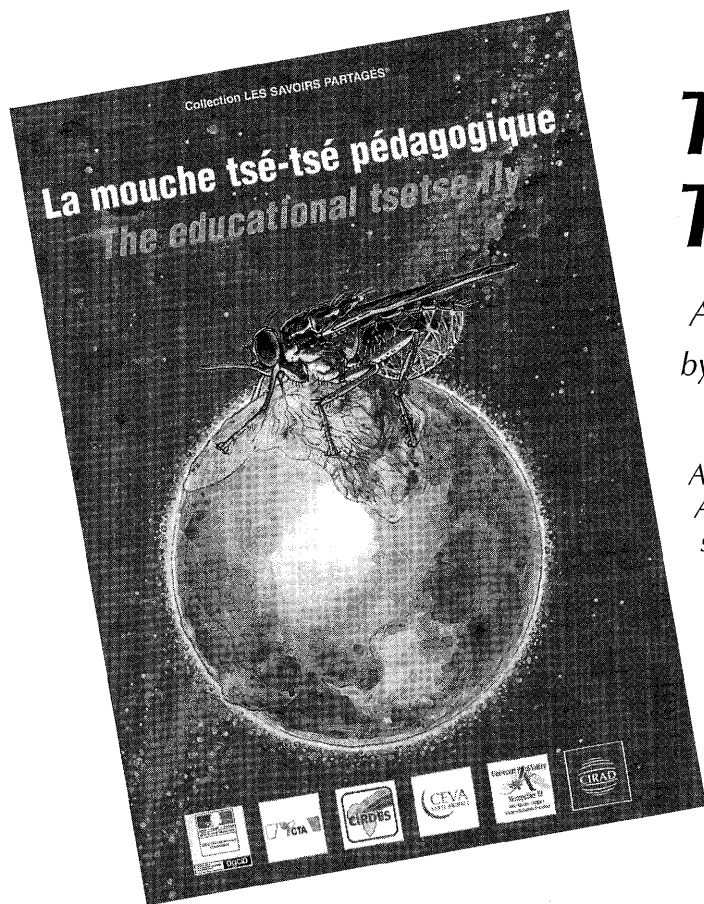
Mots-clés : Bovin – *Glossina* – Trypanosomose – Facteur de risque – Maladie transmise par vecteur – Plateau de Jos – Nigeria.

Resumen

Dede P.M., Halid I., Omoogun G.A., Uzoigwe N.R., Njoku C.I., Daniel A.D., Dadah A.J. Situación actual de la tsé-tsé y de la tripanosomosis en la meseta de Jos, Nigeria, Factores epizootológicos que pueden fomentar la transmisión y la distribución de la enfermedad

Se llevaron a cabo encuestas sobre la tsé-tsé y la tripanosomosis en zonas del gobierno local (LGA) en Jos Este, Riyom, Bassa y Bokkos de la meseta de Jos, Nigeria. Estas fueron seguidas a reportes de casos de tripanosomosis que llevaron a la muerte de varias cabezas de animales en estas áreas. Se instalaron trampas bicónicas y Nitse en hábitat sospechosos. También se examinaron bovinos y ovinos de hatos Fulani y nativos seleccionados dentro de las áreas estudiadas. En total, se capturaron 240 moscas tsé-tsé, incluyendo 114 *Glossina tachinoides* y 126 *G. palpalis palpalis*, y revelando una densidad total aparente de 4,63 moscas/trampa/día. La disección de las moscas mostró una tasa de infección general de 1,67% debida a *Trypanosoma brucei* y *T. vivax*. También, 87 pupas de *G. tachinoides* fueron colectadas en LGA Bassa y Jos Este. En total, se capturaron 1536 otras moscas picadoras (*Stomoxys*, *Tabanus* y *Haematopota*). Un total de 1053 bovinos y 65 ovinos fueron estudiados para la infección de tripanosomas. La centrifugación del hematocrito, la inoculación de los animales y las técnicas diferenciales de morfología fueron utilizadas para determinar las especies de tripanosomas y las tasas de prevalencia. Los resultados revelaron una tasa de prevalencia de 7,79% de *T. brucei*, *T. congolense*, *T. vivax*, y *T. theileri* en ganado y una prevalencia de 3,08% de *T. vivax* en ovejas. Los principales factores que predisponen la meseta de Jos a la presencia de tsé-tsé y a la infección por tripanosomosis incluyen las migraciones de ganado durante las estaciones seca y lluviosa a través de la meseta desde y hacia zonas infestadas con tsé-tsé, la abundancia de otras moscas picadoras, cambios en las condiciones climáticas y el aumento de las actividades humanas. Estos hallazgos eliminan la noción anterior que mantenía que la meseta de Jos es una zona libre de tsé-tsé y de tripanosomosis. Por lo tanto, la seguridad del ganado residente y migratorio, el cual ha desgraciadamente aumentado en tiempos recientes, podría no estar garantizada debido al riesgo de tripanosomosis.

Palabras clave: Ganado bovino – *Glossina* – Tripanosomosis – Factor de riesgo – Enfermedad transmitida vectores – Meseta de Jos – Nigeria.



The Educational Tsetse Fly

A new CIRAD bilingual Compilivre®
by Michel Launois

Amongst the 42 poorest countries in the world, 32 are African and they host the tsetse fly, vector of trypanosomes, which cause animal trypanosomosis called Nagana disease, and human trypanosomosis known as sleeping sickness. This bilingual English/French Compilivre highlights the complexity of vector-borne parasitic diseases by interlacing the knowledge of entomologists on tsetse flies, parasitologists on trypanosomes, veterinarians on livestock and wildlife, and physicians on human health.

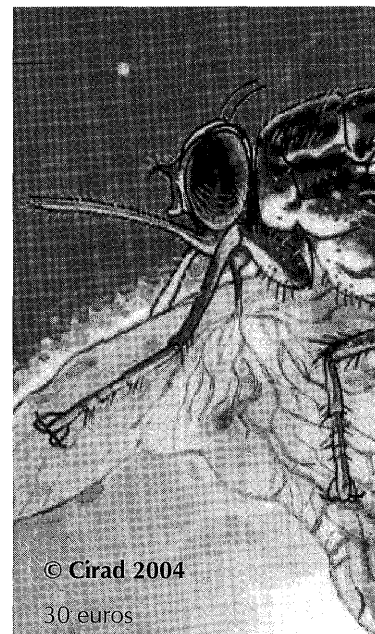
La mouche tsé-tsé pédagogique

par Michel Launois

Parmi les 42 pays les plus pauvres de la planète, 32 sont africains et hébergent la mouche tsé-tsé, vecteur du trypanosome responsable de la trypanosomose animale appelée maladie nagana et de la trypanosomose humaine, dite maladie du sommeil.

Ce compilivre® bilingue français-anglais illustre la complexité des interactions biologiques liées aux maladies parasitaires à vecteurs. Il met en relation sous une forme pédagogique les connaissances scientifiques et pratiques des entomologistes pour la mouche tsé-tsé, des parasitologues pour le trypanosome, des vétérinaires pour le bétail et la faune sauvage, et des médecins pour l'homme. Mêlant textes, illustrations et liens pédagogiques, il contribue à la compréhension du risque sanitaire auquel sont soumis les hommes et les animaux domestiques qui vivent dans les zones infestées de glossines et à sa prise en compte dans les stratégies de développement durable agricole, pastoral et forestier de ces immenses régions du continent africain.

Ce nouveau compilivre® est publié par le Cirad avec le soutien de l'université Paul Valéry Montpellier III, du Ceva Santé animale, du Cirades, du Cta et du ministère français des Affaires étrangères.



© Cirad 2004

30 euros
56 p. ; 21 x 29,7 cm
ISBN : 2-87614-585-5
ISSN : 1620-0705

To order / pour commander

Cirad-dic
Délégation aux productions
pédagogiques innovantes
TA 173/05, avenue Agropolis
34398 Montpellier Cedex 5
France
Tél. : +33 (0)4 67 61 57 88
Fax : +33 (0)4 67 61 59 73
Email : espace.idees@cirad.fr
<http://www.cirad.fr>

Variations saisonnières des helminthes gastro-intestinaux chez la chèvre du plateau central du Burkina Faso

A.M.G. Belem¹* A. Kaboré² R. Bessin³

Mots-clés

Caprin – Helminthe – Nematoda – Cestoda – Trematoda – Burkina Faso.

Résumé

Des nécropsies pendant une année de 60 chèvres ont permis d'identifier les parasites de la cavité abdominale, du foie et du tube digestif. Au total, 10 nématodes, 4 cestodes et 2 trématodes ont été identifiés. *Cysticercus tenuicollis* a été trouvé dans la cavité péritonéale, *Dicrocoelium hospes* dans le foie, et *Gongylonema verrucosum* et des paramphistomes dans l'ensemble réseau-rumen-feuillet. Dans la caillette, il y avait *Haemonchus contortus* et *Trichostrongylus colubriformis*. L'intestin grêle abritait *T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *Strongyloides papillosus*, *Gaigeria pachyscelis*, *Avitellina centripunctata*, *Stilesia globipunctata* et *Moniezia expansa*. Quant au gros intestin, il hébergeait *Oesophagostomum columbianum*, *Skjabinema ovis*, *Trichuris ovis* et *Trichuris globulosa*. Les plus prévalents de ces parasites ont été *T. colubriformis* (98,3 p. 100), *Oesophagostomum columbianum* (88,3 p. 100), les larves L4 (85 p. 100), puis les adultes (65 p. 100) d'*Haemonchus contortus*, *T. vitrinus* (41,7 p. 100), *Avitellina centripunctata* (30 p. 100) et *Cysticercus tenuicollis* (30 p. 100). L'abondance moyenne des nématodes a globalement été faible à l'exception de celle des larves d'*H. contortus* dans la caillette et des adultes de *T. colubriformis* dans l'intestin grêle à la fin de la saison pluvieuse, et pendant la période sèche et froide. Cette période serait idéale pour l'application du deuxième déparasitage stratégique annuel des chèvres de la région.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, les petits ruminants procurent une source importante de protéines animales dans l'alimentation en particulier des populations rurales. De plus, ils sont souvent vendus pour les besoins financiers des éleveurs et utilisés dans les cérémonies coutumières. Malgré cela, peu d'études ont été réalisées sur la pathologie parasitaire des petits ruminants, notamment des chèvres, alors qu'il est connu que les parasites gastro-intestinaux entraînent des pertes économiques importantes pour les éleveurs (1, 4, 10, 15).

Avant d'étudier l'impact pathologique des parasites gastro-intestinaux sur la productivité des ruminants, il apparaît indispensable de donner les précisions suivantes sur la nature exacte des parasites incriminés, leur importance numérique, leur localisation anatomique sur les hôtes et l'impact des saisons sur leur biologie. L'amélioration de la productivité des petits ruminants, tant recherchée au Burkina Faso, passe par la connaissance de ces données épizootiologiques de base non encore élucidées. Pour contribuer à cela, cette

1. IDR, université polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 3770, Ouagadougou 01, Burkina Faso
Tél. : +226 50 35 72 95 ; e-mail : amg.belem@fasonet.bf
amgbelem@hotmail.com

2. Inera, DPA-Kamboinsé, 01 BP 476, Ouagadougou 01, Burkina Faso

3. UA, IBAR, PACE, BP 30786, 00100 Nairobi, Kenya

* Auteur pour la correspondance

étude a eu pour objectif spécifique l'identification et l'énumération de tous les helminthes gastro-intestinaux dans leurs sites anatomiques de prédilection et à leurs stades spécifiques de développement, l'évaluation de l'impact des saisons sur la faune parasitaire et la proposition de périodes stratégiques adaptées de déparasitage.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone et animaux de l'étude

De février 2002 à janvier 2003, cinq chèvres de race locale Mossi ont été abattues mensuellement pour l'étude. Tous ces animaux provenaient du plateau central du Burkina Faso, localisé dans les zones climatiques sahélienne et nord-soudanienne (7). Les cinq chèvres étaient choisies chaque mois au hasard parmi un grand lot d'animaux conduits par des éleveurs ou des commerçants au marché à bétail de Pouytenga, localisé dans la région de l'étude. Etant conduites au marché pour être vendues, les chèvres étaient globalement d'âge assez semblable tout au long de l'année. Les élevages d'origine des chèvres étudiées étaient des élevages traditionnels mixtes de bovins, ovins et caprins où les animaux n'étaient pas traités avec des anthelminthiques et ne subissaient aucun regroupement particulier des mises bas. La pluviométrie annuelle dans la zone varie entre 500 à 900 mm. On y trouve également deux grandes saisons climatiques : la saison pluvieuse de juin à octobre et la saison sèche de novembre à mai. Cette dernière peut être subdivisée en deux plus petites saisons : la saison sèche froide, allant d'environ novembre à février avec des extrêmes de températures de 8 à 15 °C la nuit et de 30 à 37 °C le jour, et la saison sèche chaude, allant d'environ mars à mai avec des extrêmes de températures de 27 à 35 °C la nuit et de 31 à 45 °C le jour.

Avant l'abattage à l'abattoir frigorifique d'Ouagadougou, chaque chèvre était soigneusement examinée et les informations suivantes étaient notées : village d'origine, sexe, poids, âge estimé par l'observation de la table dentaire, pathologie visible, aspect général et date d'abattage.

Méthode d'échantillonnage à l'abattoir

Après la saignée de l'animal, l'abdomen a été ouvert et la cavité péritonéale examinée pour la recherche de vésicules du ténia *Cysticercus tenuicollis*. Ensuite, l'ensemble du tube digestif a été retiré de la cavité abdominale. A l'aide de fil, des doubles ligatures ont été réalisées autour de la caillette à la jonction iléo-cæcale et une seule ligature au bout du rectum avant de séparer avec un couteau les différentes portions du tube digestif que sont l'ensemble réseau-ruumen-feuillet, la caillette, l'intestin grêle et le gros intestin. Ces opérations ont été réalisées le plus rapidement possible pour limiter les transferts éventuels des contenus des différentes portions du tube digestif après la mort de l'animal. Enfin, les graisses et les mésentères au niveau des viscères ont été dégarnis au maximum. Les différentes portions du tube digestif et le foie ont été individuellement placés dans un seau en plastique identifié et envoyé au laboratoire pour l'analyse.

Récupération, identification et énumération des parasites

Les méthodes de récupération, d'identification et d'énumération de nématodes digestifs décrites par Couvillion et coll. (5), et Belem et coll. (2, 3) ont été suivies avec de légères modifications. Pour les parasites de la cavité péritonéale, de l'ensemble réseau-ruumen-feuillet et du foie, une observation qualitative a été réalisée, suivie de la récolte pour identification de quelques parasites dans du formol à 10 p. 100 (v/v). Pour ce faire, la cavité péritonéale a été

simplement examinée, alors que l'ensemble réseau-ruumen-feuillet a été ouvert avec un couteau et son contenu soigneusement fouillé pour la recherche de paramphistomes ou autres parasites. Sur le foie, la vésicule et les canaux biliaires ont été ouverts, puis lavés sur un tamis à ouvertures de 38 µm. Ce qui est resté du tamisage a été observé à la loupe binoculaire pour la recherche de douves ou autres parasites qui ont été préservés dans le formol à 10 p. 100.

La caillette a été ouverte longitudinalement et son contenu versé dans un seau en plastique gradué. Dans le même seau gradué et sous un fin jet d'eau de robinet, la muqueuse de la caillette a été soigneusement rincée. L'ensemble des liquides diluant le contenu de la caillette dans le seau a été porté à 5 l, puis a été correctement homogénéisé avant que ne soient prélevées deux aliquotes de 500 ml (environ 10 p. 100 du volume total), chacune à l'aide d'un gobelet. Chacune des deux aliquotes a été clarifiée sous des jets d'eau de robinet à travers le tamis, réduite à un plus petit volume et conservée à l'aide du formol à 10 p. 100 dans un flacon approprié et étiqueté jusqu'au moment de l'observation à la loupe binoculaire pour la récupération des parasites. La première et la deuxième aliquote ont été successivement étiquetées aliquotes originale et double. Entre deux échantillons, tout le matériel utilisé a été soigneusement rincé à l'eau de robinet et au savon.

Après son lavage, la caillette a été placée dans un récipient, trempée dans de l'eau et incubée à la température ambiante du laboratoire pendant 16 à 18 h. Pendant cette période les récipients ont été couverts pour éloigner les mouches. Après l'incubation, la muqueuse de la caillette a été légèrement grattée avec un couteau sous un jet d'eau de robinet. Tous ces liquides issus de l'incubation et du nettoyage de la caillette ont été portés à 5 l dans un seau gradué et comme précédemment deux aliquotes ont été prélevées et préservées chacune avec du formol dans un flacon étiqueté.

L'intestin grêle et le gros intestin ont été traités séparément mais de la même manière que la caillette. Ils ont été ouverts longitudinalement et leur contenu a été versé dans un seau gradué. Les muqueuses ont été rincées trois fois de suite sous un jet d'eau de robinet. L'ensemble des liquides obtenus a été porté à 5 l et deux aliquotes ont été prélevées et traitées comme mentionné ci-dessus. Entre deux échantillons traités, tout le matériel utilisé a été soigneusement rincé à l'eau et au savon. Les intestins n'ont pas été incubés dans l'eau de robinet comme la caillette.

Toutes les aliquotes réalisées dans le formol ont été gardées à la température ambiante du laboratoire jusqu'à leur utilisation. L'aliquote originale a été utilisée pour la récolte des parasites. Avant son utilisation pour la récolte de parasites, l'aliquote a été à nouveau passée à travers le tamis de 38 µm sous un jet d'eau de robinet pour diminuer la forte odeur de formol lors de la récolte des parasites sous la loupe binoculaire. Les parasites de la caillette récoltés de l'incubation ont été traités séparément de ceux récoltés du contenu. Versée en petites quantités dans une boîte de Petri marquée par des grilles, l'aliquote a été entièrement observée sous une loupe binoculaire. Tout élément parasitaire ou ressemblant à un parasite a été récupéré de nouveau dans du formol à 10 p. 100. Ensuite, les larves et les adultes des parasites ont été transférés sur des lames de microscope avec des gouttes de lactophénol et recouverts par des lamelles jusqu'à leur identification et énumération. Ces lames bien identifiées ont été gardées dans des boîtes de rangement à l'abri de la poussière. A chaque fois qu'un très grand nombre de parasites étaient observés dans une aliquote, des sous-aliquotes étaient réalisées et utilisées pour la récolte de parasites.

L'identification des parasites gastro-intestinaux a été faite à l'aide d'un microscope équipé d'un oculaire micrométrique et d'objectifs calibrés à l'aide d'un micromètre objet (2, 12). Si possible, chaque parasite a été identifié selon le sexe, le stade de développement,

Tableau I
Prévalences mensuelles et annuelles des parasites collectés dans la cavité péritonéale, l'ensemble réseau-rumen-feuillet, la caillette et le gros intestin (%)

	Cavité péritonéale		Foie		Réseau-rumen-feuillet		Caillette		Gros intestin				
	<i>Cysticercus tenuicollis</i>	<i>Dicrocoelium hospes</i>	Paramphistomes	<i>Gongylonema verrucosum</i>	<i>Haemonchus contortus</i>	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Oesophagostomum columbianum	<i>Skrjabinema ovis</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Trichuris globulosa</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Trichuris ovis</i>
Fév.	0	40	20	0	40	40	100	0	0	0	0	0	0
Mars	20	0	20	0	60	40	100	20	0	0	0	0	0
Avr.	20	20	0	0	60	60	80	0	0	0	0	0	0
Mai	40	0	0	0	80	80	80	20	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	100	60	100	0	0	0	20	20	20
Juillet	40	0	0	20	80	0	100	0	20	0	0	20	20
Août	0	0	0	0	100	80	100	60	0	0	0	0	20
Sept.	20	0	0	0	100	40	80	0	20	0	0	0	20
Oct.	60	20	0	0	60	80	80	0	20	0	0	0	20
Nov.	80	0	20	0	80	20	100	20	0	0	0	0	0
Déc.	60	0	0	0	20	60	60	0	0	0	0	0	20
Jan.	20	0	0	0	0	80	80	0	20	0	0	0	20
Moyenne annuelle	30	6,7	5	1,7	65	53,3	88,3	10	6,7	1,7	11,7	11,7	11,7

le genre et l'espèce. Le nombre total d'un type de parasite pour une localisation donnée a été calculé en fonction du coefficient de dilution de l'aliquote utilisée. Pour la caillette, a été réalisée la somme des effectifs du parasite dans le contenu et les liquides d'incubation pour le calcul du nombre total du parasite.

Analyses statistiques

Alors que les taux de prévalence ou les pourcentages ont été analysés par le test du Chi deux, les nombres moyens de parasites ont été comparés par l'analyse des variances (Anova) suivie de la méthode de séparation des moyennes de Student-Newman-Keuls (SNK), au seuil de 5 p. 100. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel SAS (14).

■ RESULTATS

Nature des helminthes gastro-intestinaux

Les différents parasites collectés dans la cavité péritonéale, le foie et le tube digestif des chèvres examinées ont été représentés par 10 nématodes, 4 cestodes (3 formes adultes et 1 cysticerque) et 2 trématodes (tableaux I et II). Pendant l'année de l'étude, les parasites les plus fréquemment rencontrés ont été les suivants : *Trichostrongylus colubriformis* (98,3 p. 100), *Oesophagostomum columbianum* (88,3 p. 100), les larves L4 et les adultes d'*Haemonchus contortus* (respectivement 85 et 65 p. 100), *Trichostrongylus vitrinus* (41,7 p. 100), *Avitellina centripunctata* (30 p. 100), et *Cysticercus tenuicollis* (30 p. 100).

Les tableaux I et II montrent la localisation anatomique de chaque type de parasite récolté. Il est intéressant de noter la présence de *T. colubriformis* aussi bien dans l'intestin grêle que dans la caillette avec toutefois une plus grande importance dans le premier site (tableaux I à IV). Les larves L4 ont été identifiées selon l'espèce dans la caillette et seulement selon le genre dans l'intestin grêle où elles étaient moins importantes (tableaux I à IV). Elles ont été représentées dans la caillette par *H. contortus* et dans l'intestin grêle par *Trichostrongylus* sp. avec des prévalences annuelles respectives de 85 et 16,7 p. 100.

Variations saisonnières des prévalences parasitaires

Parasites de la cavité péritonéale, du foie et de l'ensemble réseau-rumen-feuillet

C. tenuicollis, la larve de *Taenia hydatigena*, a été trouvé dans la cavité péritonéale durant presque toute l'année avec toutefois de plus grandes fréquences en fin de saison pluvieuse, d'octobre à décembre. Le trématode *Dicrocoelium hospes* et des paramphistomes ont été présents respectivement dans le foie et le réseau-rumen-feuillet en saison sèche de février à avril et en fin de saison pluvieuse en octobre et novembre. Le nématode *Gongylonema verrucosum* a été observé dans le réseau-rumen-feuillet seulement en juillet (20 p. 100) pendant la saison pluvieuse (tableau I).

Parasites de la caillette

La caillette a été principalement habitée par les larves et les adultes d'*H. contortus* et secondairement par les adultes de *T. colubriformis* (tableau I). Les prévalences mensuelles des larves et des adultes d'*H. contortus* ont été similaires et élevées la plupart du temps à l'exception de la période allant de la fin de la saison pluvieuse à la petite saison sèche et froide (octobre à février) où les prévalences des larves ont été très significativement élevées ($\chi^2 = 27,6$; d.d.l. = 11 ; p = 0,004) et celles des adultes significativement faibles ($\chi^2 = 24,8$; d.d.l. = 11 ; p = 0,01). A l'exception du mois de juillet,

Tableau II

Prévalences mensuelles et annuelles des parasites collectés dans l'intestin grêle (%)

	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	<i>T. vitrinus</i>	<i>T. sp.</i> larves	<i>Strongyloides papillosus</i>	<i>Gaigeria pachyscelis</i>	<i>Avitellina centripunctata</i>	<i>Stilesia globipunctata</i>	<i>Moniezia expansa</i>	Total ténias
Fév.	100	0	20	0	0	20	0	0	20
Mars	100	60	20	0	20	0	0	0	0
Avr.	100	80	0	20	0	20	0	20	20
Mai	100	60	20	40	20	20	0	0	20
Juin	100	20	0	20	0	40	20	0	40
Juil.	100	20	40	0	0	60	0	0	60
Août	80	20	0	20	20	40	0	0	40
Sept.	100	60	20	0	0	20	0	0	20
Oct.	100	20	20	0	0	20	0	0	20
Nov.	100	80	20	0	40	40	20	0	60
Déc.	100	60	0	0	20	60	0	0	60
Jan.	100	20	40	0	20	20	0	0	20
Moyenne annuelle	98,3	41,7	16,7	8,3	11,7	30	3,3	1,7	31,7

les adultes du parasite intestinal *T. colubriformis* ont été observés toute l'année dans la caillette mais à des prévalences mensuelles faibles de 20 à 80 p. 100.

Parasites de l'intestin grêle

Les prévalences mensuelles de *T. colubriformis* ont été beaucoup plus importantes dans l'intestin grêle (80 à 100 p. 100) que dans la caillette (0 à 80 p. 100). La presque totalité des 60 chèvres autopsiées au cours de l'étude en possédait dans les intestins grêles. *T. vitrinus* n'a été observé que dans les intestins grêles, et cela à des prévalences mensuelles inférieures à celles de *T. colubriformis* (0 à 80 p. 100). Les larves des *Trichostrongylus* qui n'ont pu être identifiées selon l'espèce ont été relativement moins fréquentes que les adultes avec une prévalence annuelle de 16,7 p. 100 (tableau II). *Strongyloides papillosus* a été trouvé dans l'intestin grêle des chèvres à des prévalences mensuelles de 0 à 40 p. 100, essentiellement en saison pluvieuse d'avril à août. *Gaigeria pachyscelis* a été observée dans les intestins grêles à des prévalences mensuelles allant de 0 à 40 p. 100. Trois différentes espèces de cestodes ont été trouvées dans les intestins grêles : *Moniezia expansa*, *Stilesia globipunctata* et *Avitellina centripunctata* à des prévalences annuelles respectives de 1,7, 3,3 et 30 p. 100. Ensemble, la prévalence annuelle des cestodes adultes a été de 31,7 p. 100.

Parasites du gros intestin

Quatre espèces de parasites ont été trouvées dans le gros intestin des chèvres : *Oesophagostomum columbianum* (88,3 p. 100), *Trichuris ovis* (6,7 p. 100), *T. globulosa* (1,7 p. 100) et *Skrjabinema ovis* (10 p. 100) (tableau I). Les femelles des *Trichuris* qui n'ont pu être identifiées selon l'espèce ont contribué à élever la prévalence annuelle du genre à 11,7 p. 100, répartie en saison pluvieuse (juin à octobre) et en saison sèche et froide (décembre à janvier).

Variations saisonnières des abondances moyennes des nématodes

Nématodes de la caillette

Les abondances moyennes mensuelles de *H. contortus* ont été la plupart du temps plus élevées pour les larves que pour les adultes, sauf en juin et en août, en pleine saison pluvieuse (tableau III).

Pour les larves d'*H. contortus*, l'abondance moyenne mensuelle la plus élevée a été observée en décembre avec 6 676 larves par chèvre (l'abondance maximale de larves étant de 15 230, observée en janvier) ; l'abondance moyenne la moins élevée a été observée en août avec 147 larves par chèvre (l'abondance minimale de larves étant de 10, observée en avril et mai). L'abondance moyenne mensuelle des adultes d'*H. contortus* la plus élevée a été observée en septembre avec 946 adultes par chèvre (le maximum étant de 2 330 parasites adultes) ; l'abondance moyenne la moins élevée a été de 0 adulte par chèvre en janvier. Les comparaisons statistiques des abondances moyennes mensuelles des larves d'*H. contortus* par la méthode d'Anova complétée par la méthode SNK de séparation des moyennes ont montré que le mois de décembre était très significativement différent des autres mois ($p < 0,001$). Les comparaisons statistiques des abondances moyennes mensuelles des adultes d'*H. contortus* par la méthode d'Anova ont montré qu'il existait des différences très significatives entre les mois ($p < 0,001$).

Pour les adultes de *T. colubriformis* récoltés dans la caillette, les abondances moyennes mensuelles observées ont varié de 0 parasite par chèvre en juillet à 272 parasites en janvier.

Nématodes des intestins

L'abondance parasitaire mensuelle de *T. colubriformis* chez les chèvres a été de loin plus importante dans les intestins grêles que dans les caillettes. De même, les adultes de ce parasite ont été beaucoup plus nombreux que ses larves tous les mois de l'année (tableaux III et IV). L'abondance parasitaire mensuelle de *T. colubriformis* a varié de 396 à 3 736 parasites par mois et par animal pour les adultes et de 0 à 200 pour les larves. Le mois de novembre a été le mois avec l'abondance moyenne la plus élevée pour les adultes de *T. colubriformis*, le maximum observé étant de 8 400. L'abondance parasitaire moyenne de *T. colubriformis* a été statistiquement plus élevée ($p < 0,001$) aux mois de novembre, janvier et février de la saison sèche et froide qu'aux autres mois de l'année. Pour *T. vitrinus*, les abondances moyennes mensuelles ont été plus faibles, variant de 0 à 80 parasites par chèvre examinée. *Strongyloides papillosus*, observé en fin de saison sèche et début de saison pluvieuse, a montré des abondances moyennes mensuelles relativement faibles, allant de 0 à 40 parasites par animal. *G. pachyscelis*, récolté surtout en saison sèche et froide, a présenté également

Tableau III

Moyennes \pm écarts-types (et extrêmes) des effectifs de nématodes récoltés dans la caillette et le gros intestin

	Caillette		Gros intestin					
	<i>Haemonchus contortus</i>	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	<i>Oesophagostomum columbianum</i>	<i>Skrjabinema ovis</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Trichuris globulosa</i>	<i>Trichuris</i> sp.	
	Adultes	Larves						
Fév.	100 \pm 28 (80 - 120)	1966 \pm 1 147 (840 - 3870)	115 \pm 78 (60 - 170)	96 \pm 82 (20 - 200)	0	0	0	0
Mars	97 \pm 60 (40 - 160)	493 \pm 392 (40 - 720)	70 \pm 71 (20 - 120)	80 \pm 42 (20 - 120)	620 \pm 0 (620 - 620)	0	0	0
Avr.	183 \pm 193 (30 - 400)	1482 \pm 1 672 (10 - 3 000)	37 \pm 15 (20 - 50)	110 \pm 89 (40 - 240)	0	0	0	0
Mai	162 \pm 59 (80 - 220)	420 \pm 709 (10 - 1 480)	72 \pm 70 (20 - 170)	90 \pm 50 (40 - 160)	600 \pm 0 (600 - 600)	0	0	0
Juin	892 \pm 711 (200 - 2 080)	432 \pm 673 (40 - 1 440)	147 \pm 46 (120 - 200)	216 \pm 308 (40 - 760)	0	0	40 \pm 0 (40 - 40)	80 \pm 0 (80 - 80)
Juil.	540 \pm 52 (480 - 600)	632 \pm 468 (50 - 1 160)	0	54 \pm 46 (10 - 120)	0	20 \pm 0 (20 - 20)	0	20 \pm 0 (20 - 20)
Août	882 \pm 868 (240 - 2 330)	147 \pm 122 (40 - 280)	150 \pm 124 (40 - 320)	86 \pm 131 (10 - 320)	427 \pm 636 (20 - 1 160)	0	0	20 \pm 0 (20 - 20)
Sept.	946 \pm 651 (200 - 1 600)	1460 \pm 2 506 (20 - 5 210)	60 \pm 28 (40 - 80)	110 \pm 68 (40 - 200)	0	40 \pm 0 (40 - 40)	0	40 \pm 0 (40 - 40)
Oct.	280 \pm 160 (120 - 440)	714 \pm 778 (50 - 2 030)	210 \pm 136 (40 - 320)	52 \pm 34 (10 - 80)	0	10 \pm 0 (10 - 10)	0	10 \pm 0 (10 - 10)
Nov.	410 \pm 376 (120 - 960)	4 522 \pm 4 498 (200 - 10 160)	80 \pm 0 (80 - 80)	80 \pm 40 (40 - 120)	200 \pm 0 (200 - 200)	0	0	0
Déc.	640 \pm 0 (640 - 640)	6 676 \pm 5 677 (300 - 13 350)	137 \pm 40 (90 - 160)	93 \pm 46 (40 - 120)	0	0	0	80 \pm 0 (80 - 80)
Jan.	0	3 990 \pm 6 372 (130 - 15 230)	272 \pm 379 (50 - 840)	100 \pm 52 (40 - 160)	0	40 \pm 0 (40 - 40)	0	40 \pm 0 (40 - 40)

des abondances moyennes mensuelles relativement faibles allant de 0 à 60 parasites par chèvre.

Comparativement aux autres compartiments du tube digestif, le gros intestin a été le moins chargé en parasites. *O. columbianum*, le plus fréquent des parasites à ce niveau, a présenté l'abondance moyenne mensuelle la plus élevée en juin avec une moyenne de 216 parasites par chèvre (l'abondance maximale observée étant de 760 parasites). *Skrjabinema ovis* a été plus rare qu'*O. columbianum* mais a présenté des abondances moyennes plus élevées, particulièrement en mars avec 620 parasites par chèvre. Les parasites du genre *Trichuris* ont été les moins nombreux dans le gros intestin, avec des abondances moyennes mensuelles variant de 0 à 80 parasites par chèvre.

Impact de l'âge, du poids et du sexe de l'animal sur l'abondance parasitaire

Le nombre de dents adultes (DA) de l'animal examiné a été considéré pour la détermination de l'âge, permettant ainsi de constituer cinq catégories de chèvres par rapport à l'âge : les chèvres de 0, 2, 4, 6 et 8 DA. Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a pu être trouvée entre les abondances moyennes mensuelles des parasites pour tous les groupes d'âge constitués. L'abondance parasitaire des animaux regroupés en trois catégories différentes en fonction du poids de la carcasse (moins de 9 kg, entre 10 et 12 kg et au-delà de 13 kg) n'a également pas révélé de différence significative

($p > 0,05$) entre les groupes. Pareillement, aucune différence significative n'a été trouvée ($p > 0,05$) entre les chèvres mâles et femelles par rapport à l'abondance parasitaire mensuelle.

DISCUSSION

Les méthodes de recherche des parasites utilisées dans cette étude ont permis d'identifier sur la chèvre du plateau central du Burkina Faso 16 espèces différentes de parasites dans la cavité péritonéale, le foie et le tube digestif. Il y avait 10 espèces de nématodes (*Gongylonema verrucosum*, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *T. vitrinus*, *Strongyloides papillosus*, *Gaigeria pachyscelis*, *Oesophagostomum columbianum*, *Skrjabinema ovis*, *Trichuris ovis* et *Trichuris globulosa*), 4 espèces de cestodes (*Avitellina centripunctata*, *Moniezia expansa*, *Stilesia globipunctata* et *Cysticercus tenuicollis*) et 2 types de trématodes (*Dicrocoelium hospes* et des paramphistomes). Ces méthodes n'ont pas permis de collecter d'autres types de parasites tels que les protozoaires.

Les parasites trouvés sur les chèvres du plateau central du Burkina Faso ont déjà été décrits sur ces animaux dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest (1, 4, 9, 11, 12, 13). Néanmoins, il est important de noter que des parasites tels que *Trichostrongylus axei*, *Cooperia* sp. et *Oesophagostomum radiatum* trouvés ailleurs (1, 11, 13) n'ont pas été observés dans cette étude.

Tableau IV

Moyennes \pm écart-types (et extrêmes) des effectifs de nématodes récoltés dans l'intestin grêle

	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	<i>T. vitrinus</i>	<i>Trichostrongylus</i> sp. larves	<i>Strongyloides papillosus</i>	<i>Gaigeria pachyscelis</i>
Fév.	3 024 \pm 2 097 (760 - 5 320)	0	80 \pm 0 (80 - 80)	0	0
Mars	396 \pm 653 (40 - 1560)	27 \pm 11 (20 - 40)	200 \pm 0 (200 - 200)	0	60 \pm 0 (60 - 60)
Avr.	1 040 \pm 872 (520 - 2 560)	55 \pm 30 (40 - 100)	0	40 \pm 0 (40 - 40)	0
Mai	1 340 \pm 1 681 (220 - 4 320)	73 \pm 50 (20 - 120)	10 \pm 0 (10 - 10)	25 \pm 7 (20 - 30)	10 \pm 0 (10 - 10)
Juin	1 592 \pm 1 437 (80 - 3 920)	80 \pm 0 (80 - 80)	0	40 \pm 0 (40 - 40)	0
Juil.	572 \pm 496 (140 - 1360)	40 \pm 0 (40 - 40)	30 \pm 14 (20 - 40)	0	0
Août	500 \pm 539 (80 - 1240)	40 \pm 0 (40 - 40)	0	40 \pm 0 (40 - 40)	40 \pm 0 (40 - 40)
Sept.	1 768 \pm 458 (1280 - 2 400)	67 \pm 23 (40 - 80)	80 \pm 0 (80 - 80)	0	0
Oct.	1 176 \pm 832 (280 - 2 280)	40 \pm 0 (40 - 40)	120 \pm 0 (120 - 120)	0	0
Nov.	3 736 \pm 2 959 (1360 - 8 400)	70 \pm 20 (40 - 80)	200 \pm 0 (200 - 200)	0	60 \pm 28 (40 - 80)
Déc.	1 024 \pm 460 (400 - 1 600)	67 \pm 46 (40 - 120)	0	0 (40 - 40)	40 \pm 0
Jan.	2 824 \pm 2 484 (40 - 6 040)	80 \pm 0 (80 - 80)	60 \pm 28 (40 - 80)	0	40 \pm 0 (40 - 40)

Dans le travail mené, les parasites suivants ont été les plus prévalents sur les chèvres étudiées : *T. colubriformis* (98,3 p. 100), *O. columbianum* (88,3) et *H. contortus* (85 p. 100). A cause de leurs larves, les parasites d'*H. contortus* ont été cependant les plus nombreux, pouvant atteindre un maximum de 15 230 larves sur une chèvre. L'infestation par des parasites gastro-intestinaux dans la zone d'étude peut être considérée très commune car aucun animal examiné n'a été trouvé indemne de parasites. De plus, les polyinfestations semblaient plutôt être la règle, ce qui devrait susciter un intérêt particulier pour l'étude de l'impact pathologique des associations parasitaires sur les chèvres.

L'analyse des prévalences et des abondances mensuelles laisse percevoir que la période d'explosion parasitaire sur les chèvres du plateau central du Burkina Faso se situerait de la fin de la saison pluvieuse à janvier. Même si la saison pluvieuse est la période climatique la plus favorable pour la phase externe de développement des parasites dans la nature et la période par excellence d'infestation des animaux, leurs prévalences et leurs effectifs seraient maximaux de la fin de la saison pluvieuse (septembre) à la période sèche et froide (décembre et janvier). *H. contortus* connaîtrait apparemment un cycle de développement très complexe impliquant la possibilité de traverser la dure période sèche de l'année dans les deux états larvaires L4 et adultes. L'arrêt de développement chez ce parasite a déjà été décrit par certains auteurs (11, 15) et pourrait être dû à des réactions immunologiques de leurs hôtes ou bien être sous l'influence du climat. De février à août, la prévalence d'*H. contortus* aux stades de larves et d'adultes augmenterait chez les animaux. Alors que d'octobre à janvier, tout en existant toujours à l'état adulte, ils seraient plus nombreux à l'état larvaire.

Les résultats de cette étude montrent alors qu'*H. contortus* se préserverait en tant qu'espèce biologique dans la nature en utilisant cette stratégie d'augmentation de sa prévalence sur les animaux et d'inhibition de son développement au stade larvaire L4 au cours, en particulier, des périodes climatiques très défavorables de l'année. Les autres espèces de nématodes observées ne présenteraient qu'une stratégie unique au cours de cette même période, celle de rester au stade adulte.

O. columbianum, collecté tous les mois, apparaît comme un parasite constant des chèvres de la région d'étude. Il serait judicieux de poursuivre cette étude sur des animaux plus jeunes pour évaluer l'importance des parasites tels que les coccidies et *Strongyloides* sp. Egalement, il serait très utile de connaître l'impact de ces parasites sur l'état sanitaire des chèvres au Burkina Faso.

■ CONCLUSION

Cette étude, menée au cours d'une année entière, a permis de confirmer l'existence réelle de parasites dans le tractus digestif des chèvres du plateau central du Burkina Faso, de préciser la nature exacte des espèces et d'évaluer leur importance numérique. Au niveau des responsables de l'élevage des chèvres, une plus grande attention devrait être accordée à la présence d'*H. contortus* dans la caillette, de *T. colubriformis* et des cestodes dans l'intestin grêle et d'*O. columbianum* dans le gros intestin. Les traitements anthelminthiques stratégiques habituellement effectués dans la région en fin de saison sèche et de saison pluvieuse devront être poursuivis, en effectuant toutefois le deuxième traitement de fin de saison sèche

le plus tard possible, de préférence au cours de la saison sèche et froide. De plus, les résultats confirment la nécessité de traiter tous les animaux du troupeau et d'utiliser des produits à très large spectre pour lutter contre les polyinfestations constatées.

Remerciements

Les auteurs sont très reconnaissants à la Fondation internationale pour la science (FIS) pour le soutien financier accordé à la réalisation de cette étude (bourse n° B/2358-2). Ils voudraient par ailleurs adresser leurs remerciements à tout le personnel technique et administratif du Laboratoire national d'élevage du ministère des Ressources animales du Burkina Faso qui a bien volontiers aménagé de l'espace pour l'équipe de recherche.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSOKU R.K.G., 1983. Gastro-intestinal helminth parasites of cattle in Ghana. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **31**: 223-230.
- BELEM A.M.G., COUVILLON C.E., SIEFKER C., GRIFFIN R.N., 1993. Evidence for arrested development of abomasal nematodes in white-tailed deer. *J. Wild. Dis.*, **29**: 261-265.
- BELEM A.M.G., OUEDRAOGO O.P., BESSIN R., 2001. Gastro-intestinal nematodes and cestodes of cattle in Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **5**: 17-21.
- CHOLLET J.Y., MARTRENCHAR A., BOUCHEL D., NJOYA A., 1994. Epidémiologie des parasitoses digestives des jeunes bovins dans le Nord-Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47**: 365-374.
- COUVILLON C.E., CROW C.B., WILLIAM R.D., 1982. An evaluation of hunter-killed deer for abomasal parasite count (APC) studies. *Proc. annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish Wildl. Agencies*, **36**: 427-435.
- EYSKER M., KOOYMANN F.N.J., 1993. Notes on necropsy and herbage processing techniques for gastro-intestinal nematodes of ruminants. *Vet. Parasitol.*, **46**: 205-213.
- GUINKO S., 1984. Végétation de la Haute Volta. Thèse Doct. Sci., université de Bordeaux III, France, 318 p.
- HART J.A., 1964. Observations on the dry season strongyle infestations of zebu cattle in Northern Nigeria. *Br. vet. J.*, **120**: 87-95.
- HORAK I.G., 1978. Parasites of domestic and wild animals in South Africa. XI. Helminths in cattle on natural pastures in the northern Transvaal. *Onderst. J. vet. Res.*, **45**: 229-234.
- INERA, 1994. Synthèse des recherches sur la production animale au Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso, Inera, 176 p.
- KAUFMANN J., PFISTER K., 1990. The seasonal epidemiology of gastro-intestinal nematodes in N'Dama cattle in the Gambia. *Vet. Parasitol.*, **37**: 45-54.
- PANDEY V.S., CHITATE F., NYANZUNDA T.M., 1993. Epidemiological observations on gastro-intestinal nematodes in communal land cattle from the highveld of Zimbabwe. *Vet. Parasitol.*, **51**: 99-106.
- OUATTARA L., DORCHIES P., 2001. Helminthes gastro-intestinaux des moutons et chèvres en zones sub-humide et sahélienne du Burkina Faso. *Revue Méd. vét.*, **152**: 165-170.
- SAS INSTITUTE, 1987. SAS user's guide: Statistics, Vers. 6. Cary, NC, USA, SAS Institute, 584 p.
- SOULSBY E.J.L., 1986. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals, 7th edn. London, UK, Baillière Tindall, 809 p.

Reçu le 14.12.2004, accepté le 13.05.2005

Summary

Belem A.M.G., Kaboré A., Bessin R. Seasonal Variations of Gastrointestinal Helminths in the Goat of the Central Plateau of Burkina Faso

Necropsies of 60 goats were performed over a year to identify parasites in the abdominal cavity, the liver, and the digestive tube. Overall, 10 nematodes, 4 cestodes, and 2 trematodes were identified. *Cysticercus tenuicollis* was found in the peritoneal cavity, *Dicrocoelium hospes* in the liver, and *Gongylonema verrucosum* and paramphistomes in the reticulum-rumen-omasum. In the abomasum, *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* were present. In the small intestine were present *T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *Strongyloides papillosus*, *Gaigeria pachyscelis*, *Avitellina centripunctata*, *Stilesia globipunctata*, and *Moniezia expansa*. The large intestine harbored *Oesophagostomum columbianum*, *Skrjabinema ovis*, *Trichuris ovis*, and *Trichuris globulosa*. The most prevalent parasites were *T. colubriformis* (98.3%), *O. columbianum* (88.3%), *H. contortus* L4s (85%) and adults (65%), *T. vitrinus* (41.7%), *Avitellina centripunctata* (30%), and *Cysticercus tenuicollis* (30%). The mean nematode burden was globally low with the exception of *H. contortus* L4s in the abomasum and *T. colubriformis* adults in the small intestine at the end of the rainy season, and during the dry and cold period. This period would be ideal for the second annual strategic deworming of goats in the area.

Keywords: Goat – Helminth – Nematoda – Cestoda – Trematoda – Burkina Faso.

Resumen

Belem A.M.G., Kaboré A., Bessin R. Variaciones estacionarias de los helmintos gastrointestinales en la cabra de la meseta central de Burkina Faso

Durante un año, las necropsias de 60 cabras permitieron la identificación de los parásitos de la cavidad abdominal, del hígado y del tubo digestivo. En total, fueron identificados 10 nemátodos, 4 céstodos y 2 tremátodos. *Cysticercus tenuicollis* fue encontrado en la cavidad peritoneal, *Dicrocoelium hospes* en el hígado y *Gongylonema verrucosum* y los paramphistomos en el conjunto redécilla-rumen-librillo. En el abomaso, había *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis*. El intestino delgado hospedaba *T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *Strongyloides papillosus*, *Gaigeria pachyscelis*, *Avitellina centripunctata*, *Stilesia globipunctata* y *Moniezia expansa*. En cuanto al intestino grueso, albergaba *Oesophagostomum columbianum*, *Skrjabinema ovis*, *Trichuris ovis* y *Trichuris globulosa*. Los parásitos de mayor prevalencia fueron: *T. colubriformis* (98,3 %), *Oesophagostomum columbianum* (88,3 %), las larvas L4 (85 %) y los adultos (65 %) de *Haemonchus contortus*, *T. vitrinus* (41,7 %), *Avitellina centripunctata* (30 %) y *Cysticercus tenuicollis* (30 %). La abundancia media de los nemátodos fue globalmente baja, con la excepción de la de las larvas de *H. contortus* en el abomaso y de los adultos de *T. colubriformis* en el intestino delgado al final de la estación lluviosa y durante el periodo seco y frío. Este periodo sería ideal para la aplicación de la segunda desparasitación estratégica anual de las cabras de la región.

Palabras clave: Caprino – Helminto – Nematoda – Cestoda – Trematoda – Burkina Faso.

LA SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE EN SANTE ANIMALE



AUTEURS

Barbara Dufour et Pascal Hendriks

avec la collaboration de

Jérôme Thonnat, Thierry Chillaud, François Roger, Didier Calavas, François Moutou, Charlotte Lazard, Cécile Squarzoni, Myriam Chazel, Mahamat Ouagal, Claire Moussu, Anne Thebault, Isabelle Arzul, Fatah Bendali, Bertrand Chardonnet



UN OUVRAGE PRATIQUE POUR LA MISE EN PLACE DES RESEAUX DE SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE

Conçu à l'attention de tous les acteurs des réseaux de surveillance épidémiologique, et plus particulièrement de leurs animateurs, cet ouvrage se veut être un guide pratique et concret pour mieux comprendre ce qu'est la surveillance épidémiologique, ses objectifs, ce qu'elle peut apporter et fournir au lecteur tous les éléments de méthode lui permettant de participer à la création ou au fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique sur le terrain.

Le deuxième objectif de cet ouvrage est d'illustrer, au travers d'exemples concrets, la grande diversité des réseaux existant sur le terrain. Les animateurs de plusieurs réseaux présentent ainsi dans une deuxième partie les réseaux dont ils ont la charge. On peut ainsi découvrir que, derrière la diversité des sujets traités et des moyens de surveillance utilisés, une démarche méthodologique identique est appliquée.

LE CONTENU

La première partie, à orientation méthodologique, comprend des définitions et tout le déroulement des étapes du fonctionnement d'un réseau de surveillance avec cinq chapitres. Il s'agit à la fois de notions théoriques nécessaires à la bonne compréhension de ce qu'est la surveillance épidémiologique et de la présentation de méthodes concrètes pour créer, animer et évaluer un réseau de surveillance des maladies animales.

La deuxième partie correspond à la présentation de plusieurs réseaux de surveillance qui sont tous exposés suivant le même plan. Ces exemples sont précédés de quelques informations sur les modalités de classification des réseaux. Ils sont classés en deux groupes : d'une part, les réseaux de surveillance nationaux ; avec d'abord ceux "ciblés" sur une maladie particulière puis les réseaux dits "globaux" qui surveillent plusieurs maladies ou syndromes, et, d'autre part, les systèmes supranationaux.



Bon de commande à retourner à : La librairie du Cirad - TA 283/04 - Avenue Agropolis - 34398 Montpellier Cedex 5 - France
Tél : +33 (0)4 67 61 44 17 - Fax : +33 (0)4 67 61 55 47 - Email : librairie@cirad.fr - Internet : <http://www.cirad.fr/librairie>

Ouvrage	Prix unitaire	Nbre d'exemplaires	Prix total
La surveillance épidémiologique en santé animale	13,00 €		€
France métropolitaine	Franco de port		0,00 €
Hors France métropolitaine <small>(expédition par voie postale, service économique)</small>	Forfait pour un exemplaire : 6,00 € Forfait par exemplaire supplémentaire : 3,00 € x exemplaire(s)		€ €
<i>Option</i> : envoi en recommandé : 4,00 €			€
TOTAL			€

Nom Prénom Organisme

Adresse

Code postal Ville Pays Email**

N° de TVA (client CEE) :

Désire recevoir une facture proforma

Règlement : par chèque joint

par carte bancaire N° de carte

□□□□ □□□□ □□□□ □□□□

à l'ordre de la Librairie du Cirad

Nom du titulaire

Date d'expiration

□□ □□

Mois/année

** Mention facultative

Signature

Parasitic Infections of West African Dwarf Goats and their Saanen Crosses in a Zero-Grazing Farming System in The Gambia

S. Dhollander^{1*} S. Kora¹ M. Sanneh¹ M. Gaye¹
S. Leak¹ D. Berkvens² S. Geerts²

Keywords

Goat – Dwarf goat – Crossbreeding –
Helminth – Coccidiosis –
Trypanosomosis – Zero-grazing –
Gambia – West Africa.

Summary

Twenty West African Dwarf goats (WADs) and 15 Saanen x WAD crosses were managed in an intensified, zero-grazing farming system in an area with low to moderate tsetse challenge in The Gambia. During a period of one year, monthly samples were collected to monitor the helminth egg (EPG) and coccidia oocyst outputs (OPG) per gram of feces, the packed cell volume (PCV), and trypanosome parasitemia in the goats. High OPGs were found from September to December, resulting in a preweaning mortality rate of 20% in both breeds. The animals were moderately infested with helminths from the middle of the rainy season until early dry season. Trypanosome infections were not detected in WADs, neither were they in the crossbred goats using the buffy coat technique. The average birth weights of crossbred and WAD kids were 2.4 and 2.0 kg, respectively. The growth rate of crossbred kids was significantly higher than that of local kids. The preweaning growth rates of crossbred and WAD kids were 114.75 and 65.57 g/day, whereas the postweaning growth rates were 58.82 and 36.41 g/day, respectively. The fast growth rate of crossbred goats compared to WAD goats indicates that rearing Saanen x WAD crosses in a zero-grazing system can increase productivity. Strict hygiene in the goat sheds, however, is essential to avoid coccidiosis outbreaks.

INTRODUCTION

The influence of trypanosomosis and other parasitic infections on the productivity of traditionally extensively-managed trypanotolerant West African Dwarf goats (WADs) under natural challenge has been described (11). Trypanotolerance in WADs has been characterized as an innate ability to remain productive under trypanosomosis risk. Goossens et al. (8) also highlighted the importance of

underlying stress factors such as nutrition and management on the expression of trypanotolerance in goats. Mortality of WADs occurs mainly in the rainy season. This is not directly linked to the period with the highest trypanosome prevalence (early dry season), nor to periods with the highest *peste des petits ruminants* (PPR) incidence (the occurrence of PPR is rare due to national vaccination campaigns), but it coincides with the period of lowest packed cell volume (PCV) levels, which are mainly related to high helminth infestations and poor nutritional conditions (8).

Taking into account the urgent demand to improve animal production to feed the growing Gambian population (14), and the increasing conflicts between livestock owners, crop farmers (6) and reforestation projects due to land scarcity (Central River Division Forestry Project of The Gambia, 2002; pers. commun.), it is obvious that increased animal production should be achieved by intensifying production, rather than by increasing animal numbers. Enhanced disease control, integration of fodder production,

1. International Trypanotolerance Centre, PMB 14, Banjul, The Gambia

2. Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerp, Belgium

* Corresponding Author

Gaverstraat 26, 9750 Ouwegem, Belgium

Present address: Institute of Agricultural Science of South Vietnam, 121 Nguyen Binh Khiem Street, District 1, Ho Chi Minh City, Vietnam
E-mail: sofiedhollander@yahoo.co.uk

improved husbandry and controlled breeding are essential steps to intensify animal production.

With the aim of intensifying both animal and crop production, an integrated livestock-crop farming system was set up at the International Trypanotolerance Centre (ITC) campus in Bansang. WAD x Saanen crossbred goats were used as animal-component. Crossbreeding trypanotolerant WADs with temperate dairy Saanen goats might be an effective means to increase the genetic potential for milk production and retain some trypanotolerance. Additionally, the possible increased growth rate of the crossbred animals could lead to increased meat production. The purpose of the crossbreeding program, however, is to strictly control the spread of the crossbred animals to small scale, intensified and integrated farming systems, and not to let the crossbred animals roam freely in the villages. For this reason, the male crossbred bucks were castrated to avoid the absorption of the Saanen genes into the trypanotolerant WAD-goat species in the research area, and a pure Saanen flock was maintained for the production of crossbred goats. Finally, an experiment carried out at ITC Bansang station revealed no significant difference in susceptibility to an experimental infection with *Trypanosoma congolense* between WADs and their Saanen crosses (4).

This experiment aimed to study the effect of natural infections, such as trypanosomosis or gastro-intestinal parasites, on the health and productivity of WADs and their Saanen crosses managed in an intensified zero-grazing farming system in The Gambia.

■ MATERIALS AND METHODS

Study site

The study was carried out in Bansang (13° 27' N, 14° 41' W), Central River Division South, located 320 km from the Atlantic coast in The Gambia. The area has a low to seasonally moderate tsetse challenge (13). An intensified farming system was set up at ITC campus, where WAD x Saanen crossbreds, food crops and fodder trees were integrated into a zero-grazing farming system. Crossbred goats were fed from inter-cropped legumes and crop residues.

Animals and animal husbandry

The animals used in the trial were born at the beginning of the rainy season 2002 (between June and August) and reared at the integrated farm of ITC campus. Female WAD goats and a Saanen buck (of Belgian origin) were used to produce F1 crosses. All goats were housed in compost sheds built in such a way as to reduce disease risk and optimize production. No netting was used to keep insects outside the shed. The goats were fed in a manger made of timber and cement, designed to prevent droppings from falling into feed or drinking water. The ground was littered with straw that was used for composting.

The kids were weaned at the age of three months (between August and October). Thereafter they were stall-fed with groundnut hay *ad libitum* and received gradually up to 200 g of a concentrate mixture daily consisting of 30% millet, 30% rice bran, 20% cottonseed and 20% groundnut cake, estimated at 0.91 feed units and 166.8 g digestible crude protein per kilogram of dry matter. Before the kids were weaned, the nanny goats were allowed to graze for five hours daily on natural pasture. The kids were always kept on zero-grazing.

Health care

All animals (nannies and offspring) were treated with a fenbendazole anthelmintic (Panacur®, Hoechst), at a dosage of 10 mg/kg

at the middle (15 Aug.) and the end (15 Nov.) of the rainy season. This double dosage of fenbendazole anthelmintic administered to goats at strategic intervals was described by Kaufmann (9). The animals also received vaccinations against PPR, pasteurella (National Laboratory for Livestock and Veterinary Research, Dakar) and *Clostridium* (Covexin 8®, Schering-Plough Animal Health).

Experimental design

The experiment took place between July 2002 and July 2003. Twenty (10 males and 10 females) Saanen x WAD crossbred goats (average age of 3 days on 15 July) and 15 (6 females and 9 males) WAD goats (average age of 10 days on 15 July) were monitored during a period of 12 months. The helminth egg output (EPG) and coccidia oocyst output (OPG) per gram of feces, PCV, and trypanosome infection status of the goats were determined monthly.

Rectal fecal samples were collected to determine helminth EPG and OPG using the McMaster technique with a sensitivity of 100 EPG/OPG (18). Jugular vein blood samples were collected with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) coated vacutainer tubes (4.5 ml), and PCV levels were measured as an estimation of anemia using the capillary microhematocrit centrifugation method. The buffy coat was examined using phase contrast or dark ground microscopy (x 100-400) (10). A number of 50 to 100 fields were examined per sample. Parasitemia was scored using the method of Paris et al. (12).

Statistical analysis

All data were processed using Microsoft Access database, version 7, and analyzed using Stata (17). A random effect negative binomial regression was used to detect differences in weight, OPG and EPG: $\ln(\text{weight}) = \text{cte} + \beta_1 \text{breed} + \beta_2 \text{sex} + \beta_3 \text{age} + \text{animal} + \text{error}$, where "ln" means natural logarithm, and "cte" constant.

■ RESULTS

Parasitic infections

The monthly average OPG of WADs and crossbred goats is shown in figure 1. Mixed coccidia infections were observed throughout the rainy season and the cold dry season. The animals remained free of coccidia during the hot dry season (mid February-June). High oocyst outputs were found from September to December. A peak output of 49,029 OPG (SD = 64,100) was observed in November in F1s and a peak output of 55,716 OPG (SD = 50,154) was observed in the local goats in October. There was no significant difference in oocyst outputs between the breeds. High individual variations in oocyst output were observed, resulting in high standard deviations.

The monthly average nematode egg excretion of the WAD and crossbred goats is shown in figure 2. Mixed nematode infections were observed from the middle of the rainy season until the early dry season (August-December). A maximum average output of 1467 eggs/g (SD = 2772) was found in the local goats in October, and a maximum average output of 586 eggs/g (SD = 1550) was observed in F1s in November. There was no significant difference in nematode egg outputs between the breeds. Two out of 15 WADs showed high egg outputs (10,850 and 9950 eggs per gram of feces) in September, one month after treatment with fenbendazole. No trypanosome infections were detected using the buffy coat method of blood examination in either WADs or crossbred goats between July 2002 and July 2003.

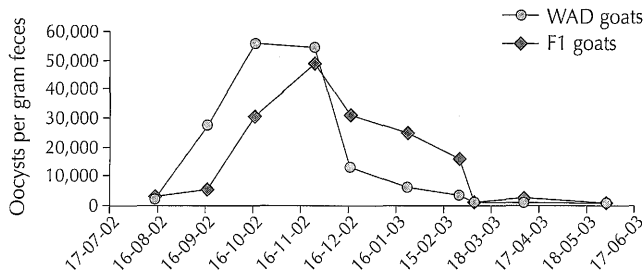


Figure 1: Monthly average coccidia oocyst output in West African Dwarf (WAD) and crossbred (F1) goats.

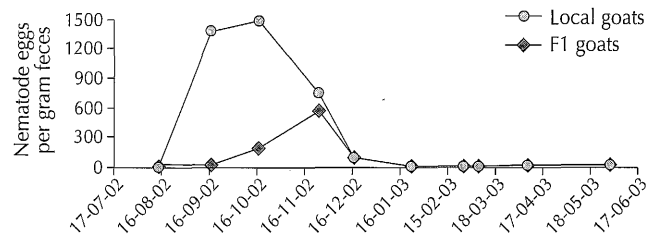


Figure 2: Monthly average nematode egg excretion of West African Dwarf (WAD) and crossbred (F1) goats.

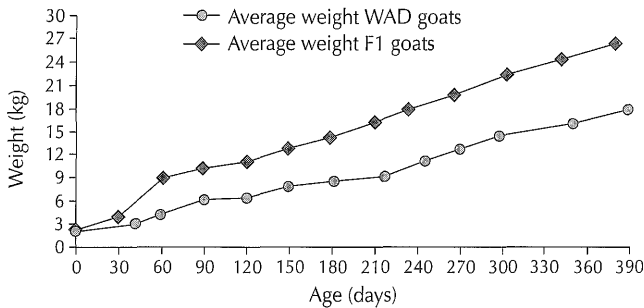


Figure 3: Monthly average body weights of West African Dwarf (WAD) and crossbred (F1) goats.

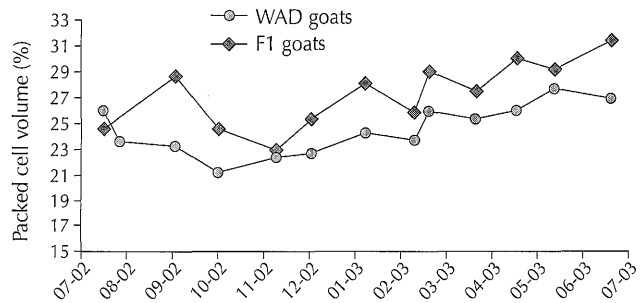


Figure 4: Monthly average packed cell volume of West African Dwarf (WAD) and crossbred (F1) goats.

Growth rate

The arithmetic average monthly weights of WADs and crossbred goats are represented in figure 3. The average birth weights of crossbred and WAD kids were 2.4 and 2.0 kg, respectively. The growth rate of crossbred kids was significantly higher ($P = 0.018$) than that of WAD kids. The preweaning growth rates of crossbred and WAD kids were 114.75 and 65.57 g/day, respectively, while their postweaning growth rates were 58.82 and 36.41 g/day, respectively.

Packed cell volume

The monthly arithmetic average PCVs of WADs and crossbred goats are shown in figure 4. The average PCV of crossbred goats was higher than that of WADs, but no significant difference was observed. Generally, the average PCV remained above 20% during the whole year for both breeds. Minimum PCVs were observed during the rainy season in November in F1s (23%) and in October in WADs (21%).

Clinical observations

Four crossbred and three WAD kids died between the age of one week and four months, resulting in a preweaning mortality rate of 20% in both breeds. The animals had diarrhea and were dehydrated. High oocyst numbers were found in the feces. Postmortem inspection revealed intestinal hemorrhages. Two of the sick animals showed nasal discharge due to simultaneous respiratory infections. All the remaining kids were treated with amprolium HCl (Amprolin-300 ws® Interchemie) at a dosage of 1 g / 3 kg *per os*, during five days, starting on 25 November 2002. There was no postweaning mortality.

DISCUSSION

Young goats commonly harbor several species of coccidia and frequently produce oocysts at a rate of 10^5 to 10^6 oocysts per gram of feces without showing clinical symptoms. Disease, however, occurs following stress situations such as weaning, changes in diet, weather or regrouping (9). The clinical coccidiosis observed at the end of the rainy season could have been caused by the harsh climatic conditions resulting in a high degree of humidity and moisture in the goat shed. Unfortunately, the coccidia species involved were not identified. The sick animals showed diarrhea and dehydration, which resulted in a high preweaning mortality of 20% in the kids. In three cases coccidiosis was accompanied by pneumonia. These results are similar to those of Donkin and Boyazoglu (5), who reported that coccidiosis, often accompanied by pneumonia, caused high mortality rates in indigenous South African kids (28%) and their Saanen crosses (24%). Deaths occurred mainly in the first four months.

Vercruysse (19) studied the prevalence of coccidia in extensively managed goats in Senegal. He reported a high prevalence of coccidiosis (85%) as well as moderate oocyst outputs in the range of 1000–5000 oocysts per gram of feces. The disease occurred during the whole year without seasonal fluctuations. The author concluded, however, that the disease risk is likely to increase in more intensive systems of management. The results of this trial confirmed this statement. Coccidiosis appeared to be a major constraint for both young WADs and their Saanen crosses in an intensive farming system during the rainy season. The curative use of amprolium *per os* considerably reduced the oocyst output. The sustainability of the prophylactic use of amprolium *per os*, with regard to the up-coming resistance to the medicine, however, can be questioned.

The average EPG observed during the reported period was low. Nonetheless, during the rainy season peak EPGs of about 600 to 1500 were observed. Since coproculture was not performed, it is difficult to evaluate the impact of these EPG levels. Furthermore, the result was highly influenced by individual variation in EPGs. A more accurate idea would have been obtained if a much larger number of animals had been used in the experiment.

It remains nevertheless remarkable that even low EPGs occurred in animals which were kept on zero-grazing management and which were treated twice with fenbendazole at strategic intervals. Possible sources of infectious larvae in the goat shed could have been the nanny goats that went out for grazing in the preweaning period, before general deworming with fenbendazole took place on 15 August. Chartier et al. (3) studied the effect of internal parasites on zero-grazing adult goats in France and found that the management history of the farms, in which grazing had been practiced six months to three years earlier, related to the occurrence of digestive strongyles. Furthermore, Silvestre et al. (16) determined that the number of farms from which goats originated at the constitution of the herd correlated with the diversity and intensity of helminth infections. The WAD nanny goats used for breeding in this experiment originated from different herds.

Only two out of 15 WADs showed high egg outputs one month after treatment with fenbendazole. Although several authors (2, 7) reported the presence of benzimidazole resistance in nematodes of small ruminants in The Gambia, the fact that only two animals were involved was not suggestive for drug resistance.

The seasonal pattern of nematode egg output in both breeds observed during this study was comparable to the pattern described by Osaer et al. (11) in traditionally managed WADs in the study area. The maximum egg excretion occurred at the end of the rainy season. Reinfestation with helminths during the dry season did not occur, confirming previous observations (1). The drop in PCV at the end of the rainy season reflected the peak in mean nematode EPG and OPG.

Bearing in mind the high helminth challenge and the prevalence of anthelmintic resistance in the study area, it should be recommended to strictly avoid the access of grazing animals in the goat shed. When this measure is put into effect, the use of anthelmintics might be omitted under zero-grazing conditions.

Although the study area has a moderate tsetse challenge (13) and a trypanosome incidence of 3.2% in traditionally managed WADs (11), trypanosome infections did not occur in the stall-fed goats during the observation period of one year. A total animal number of 35 goats, however, is rather small to conclude that stall-feeding might have reduced the occurrence of trypanosomiasis. The study results are nevertheless promising. Trypanosomiasis did not appear to be a major constraint to rearing Saanen x WAD crosses in an intensive farming system in a moderately tsetse infested area.

The fast growth rate of the crossbred goats compared to the local goats indicated that rearing Saanen x WAD crosses in an intensive farming system could increase meat production and thereby improve food security in rural areas of The Gambia. However, the experiment would have been more revealing if several sires had been used to create the crossbreeds, as there was a confounding effect between breed and sire. In addition, Saanen x WAD crosses might produce more goat milk, which can be a complementary source of proteins, energy and calcium (20, 21), when fresh cow milk or imported milk products are not available or affordable. Serradilla (15) reviewed experiments on the raising of dairy goats in different areas of the world and reported that milk yields of first crossed products (F1s) are usually intermediate between those of

exotic and local breeds. Further studies are needed to assess milk production of WAD x Saanen crossbreeds and the socio-economic impact of the intensive goat production system.

Acknowledgments

The authors wish to thank the ITC Director for providing working facilities and the staff of the Small Ruminant Research Unit for their valuable effort in collecting data. This work would not have been possible without the financial support of the Belgian Directory General for Development Cooperation (DGDC), and the Flemish technical cooperation (VVOB). Furthermore, we wish to thank the farmers from the integrated Saanen goat farm "De Levende Aarde" in Alken in Belgium for their support and technical advice for the crossbreeding.

REFERENCES

1. ANKERS P., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1994. Quasi-absence de réinfestation par les strongles du bétail gambien en saison sèche. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 201-205.
2. BA H., GEERTS S., 1998. La résistance aux benzimidazoles des nématodes gastro-intestinaux des petits ruminants en Gambie et au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 207-210.
3. CHARTIER C., PORS I., PELLET M.-P., LOSDAT A., PANELLE A., 1992. Le parasitisme interne des chèvres laitières élevées en zéro-pâturage. *Rec. Méd. vét.*, **168** : 429-436.
4. DHOLLANDER S., BOS J., KORA S., SANNEH M., GAYE M., LEAK S., BERKVEN S., GEERTS S., 2005. Susceptibility of West African Dwarf goats and WAD*Saanen crosses to experimental infection with *Trypanosoma congolense*. *Vet. Parasitol.*, **130**: 1-8.
5. DONKIN E.F., BOYAZOGLU P.A., 2000. Milk production from goats for households and small-scale farmers in South Africa. In: Proc. 7th Int. Conf. on Goats, Tours, France, 15-21 May 2000, p. 324-326.
6. FAO, 1997. The national agricultural research system of the Gambia: analyses and strategy for the long term. Final Report. Rome, Italy, FAO, p. 193.
7. GEERTS S., DORNY P., 1996. Anthelmintic resistance in helminths of animals and man in the Tropics. *Bull. Séances Acad. R. Sci. Outre-Mer*, **41**: 401-424.
8. GOOSSENS B., OSAER S., NDAO M., VAN WINGHEM J., GEERTS S., 1999. The susceptibility of Djallonké-Sahelian crossbred sheep to *Trypanosoma congolense* and helminth infection under different diet levels. *Vet. Parasitol.*, **85**: 25-41.
9. KAUFMANN J., 1996. Parasitic infections of domestic animals. A diagnostic manual. Berlin, Germany, Birkhauser, 423 p.
10. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
11. OSAER S., GOOSSENS B., KORA S., GAYE M., DARBOE L., 1999. Health and productivity of traditionally managed Djallonké sheep and West African dwarf goats under high and moderate trypanosomiasis risk. *Vet. Parasitol.*, **82**: 101-119.
12. PARIS J., MURRAY M., MCODEMBA F., 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta trop.*, **39**: 307-309.
13. RAWLINGS P., CEESAY M.L., WACHER T.J., SNOW W.F., 1993. The distribution of tsetse flies *Glossina morsitans submorsitans* and *Glossina palpalis gambiense* (Diptera: Glossinidae) in The Gambia and the application of survey results to tsetse and trypanosomiasis control. *Bull. Entomol. Res.*, **83**: 625-632.
14. SCHWARTZ H.J., 1999. Consultancy programme against desertification. Mission report. Banjul, The Gambia, Gambian Government.

15. SERRADILLA J.M., 2001. Use of high yielding goat breeds for milk production. *Livest. Prod. Sci.*, **71**: 59-73.
16. SILVESTRE A., CHARTIER C., SAUVE C., CABARET J., 2000. Relationship between helminth species diversity, intensity of infection and breeding management in dairy goats. *Vet. Parasitol.*, **94**: 91-105.
17. STATA CORP., 2003. Stata statistical software, vers. 8.0. College Station, TX, USA, STATA CORP.
18. THIENPONT D., ROCHETTE F., VANPARIJS O.F.J., 1979. Diagnose van verminose door koprologisch onderzoek. Beerse, Belgium, Janssens Research Foundation.
19. VERCRUYSSSE J., 1982. The coccidia of sheep and goats in Senegal. *Vet. Parasitol.*, **10**: 297-306.
20. WHITEHEAD R.G., 1977. Some quantitative considerations of importance to the improvement of the nutritional status of rural children. *Proc. R. Soc. Lond.*, **B 199**: 49-60.
21. WHITWORTH J.A.G., CROSS I.B., MORGAN D., 1987. Childhood feeding practices and their effects on nutrition in a rural area of The Gambia. *J. trop. Med. Hyg.*, **90**: 227-231.

Reçu le 21.09.2004, accepté le 29.07.2005

Résumé

Dhollander S., Kora S., Sanneh M., Gaye M., Leak S., Berkvens D., Geerts S. Parasitoses des chèvres Naines de l'Afrique de l'Ouest et de ses croisements avec la race Saanen dans un système d'agriculture zéro-pâturage en Gambie

L'étude a concerné l'élevage de 20 chèvres Naines de l'Afrique de l'Ouest (NAO) et 15 croisements Saanen x NAO au sein d'un système d'agriculture zéro-pâturage intensif dans une zone peu à moyennement infestée de mouches tsé-tsé en Gambie. Pendant une période d'une année, des échantillons ont été prélevés mensuellement pour déterminer le nombre d'œufs d'helminthes, le nombre d'oocystes de coccidies par gramme de matières fécales, les valeurs de l'hématocrite et les trypanosomoses des chèvres. Des nombres élevés d'oocystes ont été trouvés pendant la période de septembre à décembre, entraînant une mortalité présevrage de 20 p. 100 chez les deux races. Les animaux ont été modérément infestés par les helminthes du milieu de la saison des pluies jusqu'au début de la saison sèche. Des trypanosomoses n'ont été détectées ni chez les NAO ni chez les chèvres croisées lors de l'utilisation de la technique du *buffy coat*. Les poids moyens à la naissance des chevreaux et des NAO ont été respectivement de 2,4 et 2,0 kg. Le taux de croissance des chevreaux croisés a été significativement plus élevé que celui des chevreaux de race locale. Les taux de croissance présevrage des chevreaux croisés et des NAO ont été respectivement de 114,75 et 65,57 g/jour, tandis que les taux de croissance postsevrage ont été de 58,82 et 36,41 g/jour. Le taux de croissance rapide des chèvres croisées comparé à celui des NAO indique que l'élevage de croisements Saanen x NAO dans un système zéro-pâturage peut accroître la productivité. Une hygiène stricte dans les abris des chèvres est cependant indispensable pour éviter l'apparition de foyers de coccidiose.

Mots-clés : Caprin – Chèvre Naine – Croisement – Helminthe – Coccidiose – Trypanosomose – Affouragement en vert – Gambie – Afrique de l'Ouest.

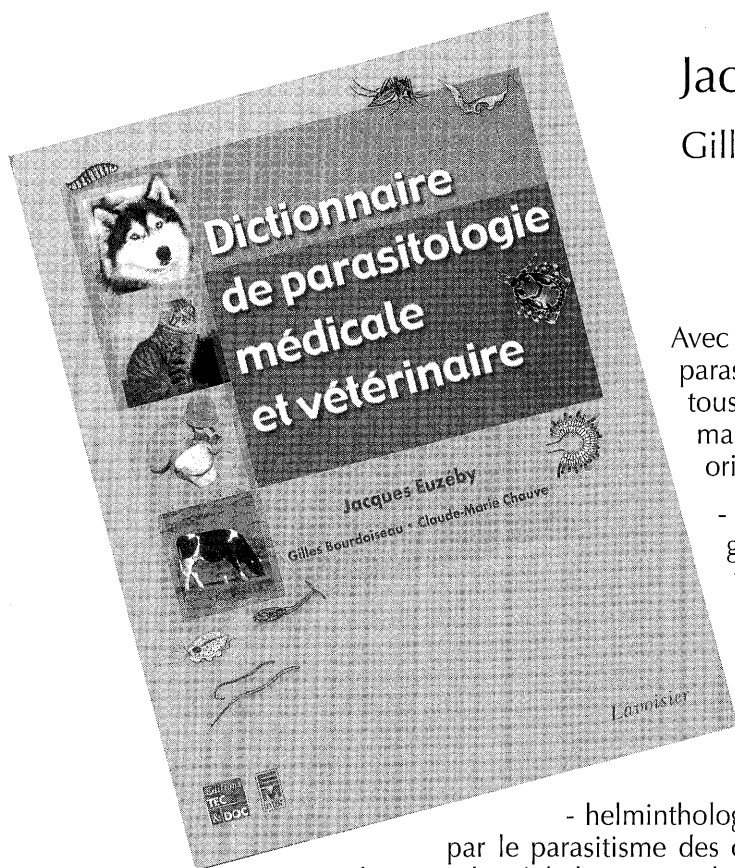
Resumen

Dhollander S., Kora S., Sanneh M., Gaye M., Leak S., Berkvens D., Geerts S. Infecciones parasitarias en las cabras Enanas de África del oeste y sus cruces Saanen en un sistema de cría sin pastoreo en Gambia

Se manejaron 20 cabras Enanas de África del oeste (WAD) y 15 cruces Saanen x WAD con un sistema de cría intensivo, sin pastoreo, en una zona con riesgo bajo a moderado de tsé-tsé, en Gambia. Durante un año, se recolectaron muestras mensuales con el fin de supervisar los resultados de oocistos de coccidia (OPG) y los huevos de helmintos (EPG) por gramo de heces, el hematocrito (PCV) y parasitemia por tripanosomas en las cabras. Se encontraron altos OPG entre septiembre y diciembre, resultando en una mortalidad pre destete de 20% en ambas razas. Los animales se encontraron moderadamente infestados con helmintos a partir de la mitad de la estación lluviosa y hasta los inicios de la estación seca. Con la utilización de la técnica del *buffy coat* no se detectaron infecciones por tripanosomas en las WAD, ni en las cabras producto de cruces. Los pesos promedio al nacimiento de los cabritos provenientes de cruces y de los WAD fueron de 2,4 y 2,0 kg respectivamente. La tasa de crecimiento de los cabritos de cruces fue significativamente mayor que la de los locales. Las tasas de crecimiento pre destete de los cabritos de cruces y de los WAD fue de 114,75 y 65,57 g/día, mientras que las tasas de crecimiento post destete fueron de 58,82 y de 36,41 g/día respectivamente. La rapidez en la tasa de crecimiento de los cabritos de cruces en comparación a los WAD indica que la cría de cruces Saanen x WAD en un sistema sin pastoreo puede aumentar la productividad. Sin embargo, una higiene estricta en los establos es esencial para evitar los brotes de coccidiosis.

Palabras clave: Caprino – Cabra enana – Cruzamiento – Helminto – Coccidiosis – Tripanosomosis – No pastoreo – Gambia – África Occidental.

Dictionnaire de parasitologie médicale et vétérinaire



Jacques Euzéby

Gilles Bourdoiseau, Claude-Marie Chauve

Avec près de 4 200 entrées, ce dictionnaire de parasitologie médicale et vétérinaire fournit à tous les lecteurs concernés par ce vaste domaine les repères indispensables pour s'y orienter :

- parasitologie générale et physiopathologie générale des affections et maladies parasitaires de l'homme et des animaux (animaux domestiques, animaux de rente, nouveaux animaux de compagnie...)
- mycologie médicale et mycoses
- protozoologie médicale et protozooses
- helminthologie médicale et helminthoses déterminées par le parasitisme des cestodes, monogènes, trématodes, nématodes, acanthocéphales, auxquels sont ajoutés les annélides (sangues)
- entomologie et entomoses (*lato sensu*) déterminées par le parasitisme des insectes, acariens, pentastomes et crustacés.

Véritable référence de la parasitologie comparée, cet ouvrage est conçu pour les médecins cliniciens (parasitologues médicaux, dermatologues, infectiologues, tropicalistes, épidémiologistes, spécialistes de médecine agricole, microbiologistes, internistes...), les vétérinaires exerçant en cabinet libéral ou chargés de contrôle des denrées alimentaires, et des produits animaux en particulier, les biologistes et techniciens d'analyses biologiques exerçant à l'hôpital ou en ville, et enfin les administrations centrales et services déconcentrés chargés d'une mission de sécurité sanitaire alimentaire ou environnementale.

2005

504 p.

21,5 x 27,5 cm

ISBN : 2-7430-0705-2

175,00 euros

Tec & Doc - EM Inter - Lavoisier
Editeur

Pour commander :

Librairie Lavoisier

11 rue Lavoisier, 75008 Paris, France

Tél. : +33 (0)1 42 65 39 95

Fax : +33 (0)1 42 65 02 46

E-mail : magasin@lavoisier.fr

www.Lavoisier.fr

Quelle place pour la paille de riz dans l'alimentation de saison sèche des zébus en zone irriguée au Sahel ? Cas du delta du fleuve Sénégal

G. Molénat¹ C. Corniaux^{2*} D. Bastianelli²
S. Gueguen^{1,3} C. Lacz^{1,4}

Mots-clés

Bovin – Zébu – Alimentation –
Fourrage – Paille de riz – Pâturage –
Gestion des ressources – Saison
sèche – Sahel – Sénégal.

Résumé

En saison sèche, les terres inondables du delta du fleuve Sénégal étaient le refuge des zébus transhumants de la région. A partir des années 1960, la colonisation agricole et la riziculture ont bouleversé la conduite des troupeaux et leur alimentation. Lors d'une étude conduite sur trois troupeaux en saison sèche de mai à juillet 2000 et de janvier à juillet 2001, la paille, ingérée à même le sol, a dominé les rations consommées le long de circuits à travers les rizières, après la récolte du riz. L'activité alimentaire, concentrée à plus de 70 p. 100 sur la paille entre janvier et mai 2001, s'est reportée entre mai et juillet (paille plus rare) sur des aliments de substitution : *Typhas* et cypéracées des bords de cours d'eau, graminées, rares légumineuses et chénopodiacées des terres pastorales subsistantes. Des rations simulées par observation des animaux et collecte manuelle, et des échantillons des principaux fourrages consommés ont été analysés et soumis à des tests de dégradabilité enzymatique. Entre avril et juillet, les plantes aquatiques et les graminées analysées se sont montrées pauvres en azote, riches en constituants pariétaux et souvent moins dégradables que la paille de riz. Seuls *Salsola baryosma*, *Indigofera suffruticosa* et *Salvadora persica* ont paru capables d'augmenter la digestibilité des régimes à base de paille de riz, mais leurs contributions aux rations sont restées faibles. Des options de gestion des ressources et de recours à des améliorations fourragères sont discutées dans une perspective d'augmentation de production laitière. Elles sont confrontées aux enjeux déterminés par l'emprise des groupes sociaux sur le foncier, l'espace agricole et l'espace pastoral.

■ INTRODUCTION

Au Sahel, la pluviométrie réduite et sa variabilité interannuelle induisent une précarité alimentaire bien connue pour les troupeaux de ruminants. Nomadisme et transhumances ont généralement un rôle compensateur. Dans le delta du fleuve Sénégal, par exemple, les zones humides ont longtemps offert aux pasteurs transhumants des espaces pastoraux relativement sûrs, chaque année pendant la

saison sèche. Puis, à partir des années 1960, le développement des systèmes irrigués, pour la riziculture notamment, a provoqué de grands bouleversements dont une sédentarisation de plus en plus grande des troupeaux.

Dans de telles situations, la paille de riz est souvent apparue comme un aliment de base abondant capable de sécuriser l'alimentation des zébus en saison sèche (5, 18). Pour autant, l'état général des troupeaux est toujours empreint d'incertitude et la production laitière reste à des niveaux qui témoignent de l'existence de fortes limitations. Ainsi, les ressources locales, et la paille en premier lieu, se révéleraient moins aptes qu'il y paraît à couvrir les besoins alimentaires des troupeaux, même à cette époque de faible production laitière.

Face à ces interrogations, les auteurs ont entrepris l'étude de l'utilisation de la paille de riz par les troupeaux de zébus dans la zone rizicole sénégalaise du delta du fleuve Sénégal. Afin de préciser

1. Inra, département Phase, UMR ERRC, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 1

2. Cirad, département Emvt, UMR ERRC, campus de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5

3. Elève ingénieur, Enesad, Dijon

4. Elève ingénieur, Enita, Clermont-Ferrand

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +33 (0)4 67 59 39 06 ; fax : +33 (0)4 67 59 38 25

E-mail : christian.corniaux@cirad.fr

le rôle de cette paille, fourrage certes abondant mais plutôt réputé pauvre (2), il s'est agi de comprendre comment se constituaient les rations des animaux, d'en apprécier la valeur alimentaire et de situer plus globalement les différentes ressources locales les unes par rapport aux autres.

La valeur alimentaire des rations effectivement consommées à partir d'une offre fourragère hétérogène et diversifiée doit aider à comprendre comment les pasteurs se sont accommodés des profonds changements auxquels ils ont été confrontés. Toutefois, leur préoccupation première n'était pas nécessairement la « valeur des aliments ». C'est pourquoi les auteurs se sont aussi intéressés aux autres pratiques d'élevage afin de relativiser les questions strictement alimentaires par rapport à d'autres déterminants de la conduite actuelle des troupeaux en relation avec la paille.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'entité géographique du delta est comprise entre 15,8–16,5° N et 15,7–16,5° O. Elle est délimitée au nord par le fleuve, à l'ouest par l'océan Atlantique, à l'est par le lac de Guiers et au sud par une ligne Mpal - Keur Momar Sarr (figure 1). Le *waalo*, siège de l'étude, constitue une zone inondable de 150 000 ha, comprise entre l'arc du fleuve et une ligne obtenue en reliant l'embouchure à la ville de Richard Toll. Au sud-est du *waalo*, une zone sableuse d'altitude légèrement plus élevée et de superficie voisine est appelée *diéri*. A la saison des pluies, de juillet à novembre, une abondante végétation à base de graminées en fait le pâturage traditionnel des troupeaux de bovins transhumants.

Les zébus, principalement de race Gobra, sont estimés à près de 43 000 têtes dans la partie sénégalaise du delta (6). Les troupeaux sont en majorité détenus par les Peuls qui continuent à transhumer sur le *diéri* en saison des pluies et reviennent dans le *waalo* en janvier après la récolte du riz. Alliant pour la plupart leur activité d'élevage à une activité rizicole, ces néo-agropasteurs s'y sont plus ou moins sédentarisés. Les conditions d'alimentation des zébus en saison des pluies ont peu évolué au cours des dernières décennies sur le *diéri* où les terres sont d'accès libre. Elles ont en revanche été bouleversées en saison sèche dans le *waalo* où la situation est devenue complexe. Dans la deuxième moitié du XX^e siècle, le *waalo* a été le théâtre d'un ambitieux plan d'aménagement hydroagricole

entraînant la colonisation des parcours de décrue par la riziculture. Si les troupeaux ont perdu les pâturages de décrue, les meilleurs étant transformés en rizières ou inclus dans le parc naturel ornithologique du Djoudj (figure 1), ils ont gagné les parcours postculturels où la paille est disponible après la récolte du riz.

La paille de riz provient de 15 000 ha de rizières cultivés chaque année dans le delta, à raison de quatre tonnes de matière sèche (MS) par hectare de moyenne lors de chaque culture. Les quantités produites sont donc conséquentes, mais la concurrence est rude car les bovins présents en saison sèche sont nombreux. En outre, cette production n'est pas toute disponible, une partie étant brûlée par les agriculteurs. Une autre partie est bottelée pour être exportée de la zone vers Thiès ou Dakar. Cette fraction, encore faible (moins de 10 p. 100 de la production), est en constante augmentation avec le développement de troupeaux périurbains autour de la capitale sénégalaise.

La situation, apparemment organisée, recèle des incertitudes pour l'élevage qui rencontre une réelle difficulté à trouver sa place. Le territoire est possédé par l'Etat sénégalais, géré par des collectivités locales et en définitive approprié par des agriculteurs au titre de la « mise en valeur », traditionnellement associée à la seule « mise en culture ». La paille a un statut ambivalent de récolte, si elle est ramassée, ou de résidu si elle est laissée au sol. Sa disponibilité est donc théorique. La facilité d'accès des troupeaux à cette paille dépend du pouvoir d'influence des éleveurs au sein des diverses catégories de producteurs regroupés dans la communauté rurale : les pasteurs du *diéri*, très secondairement riziculteurs, les pasteurs du *waalo*, généralement riziculteurs, les agriculteurs exclusifs, et enfin les agriculteurs propriétaires de quelques animaux sédentaires (souvent confiés à des bergers peuls).

Méthode de travail

Pour comprendre les calendriers d'alimentation et porter une appréciation sur les régimes quotidiens des vaches en saison sèche, l'utilisation des ressources par le bétail a été observée dans l'espace et dans le temps et les valeurs nutritives ont été étudiées. Le travail a consisté à observer l'exploitation effective des ressources alimentaires du territoire par trois troupeaux (532 têtes au total en janvier 2001 dont 363 femelles de plus de deux ans) du village de Fourarate, village peul d'agropasteurs, en bordure des casiers rizières au nord du delta (figure 1). Deux séries d'observations ont été réalisées, la première entre mai et juillet 2000 (fin de saison sèche) et la seconde entre janvier et juillet 2001, la saison sèche débutant en octobre - novembre et la récolte principale du riz ayant lieu en décembre.

Observation de l'utilisation du territoire

Sur ces deux périodes, les trois troupeaux ont été observés à intervalles de deux semaines, chacun pendant une journée complète. Toutes les quinze minutes la position géographique était relevée par GPS et la proportion d'animaux au repos, s'alimentant ou se déplaçant était enregistrée. Des tracés périodiques, par journée, de la circulation des troupeaux ont de la sorte pu être réalisés en parallèle avec la quantification de l'intensité d'activité alimentaire sur les différents sites et milieux explorés le long de ces circuits. Les informations sur le trajet des troupeaux et l'activité alimentaire ont été traitées à l'aide du logiciel MapInfo afin de cartographier à la fois l'occupation du territoire et l'intensité d'activité alimentaire.

Ressources alimentaires consommées

Pour chaque animal en activité d'ingestion, la ressource consommée a été identifiée *de visu* et notée. Chaque pointage a fourni ainsi la proportion de bovins en activité d'ingestion en la décomposant

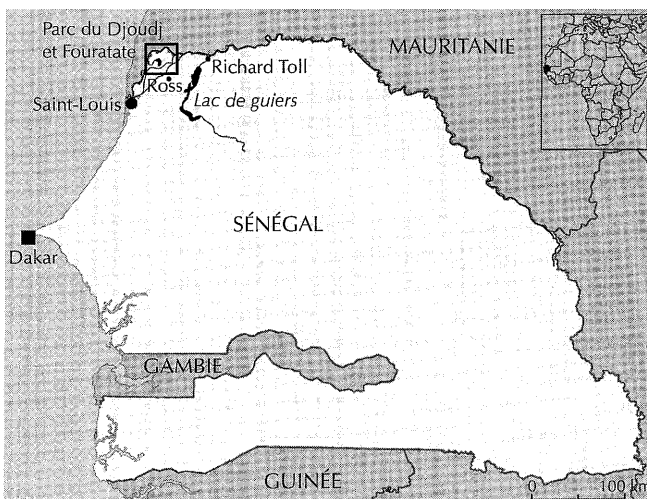


Figure 1 : contexte géographique du delta du fleuve Sénégal.

en fonction de chacune des ressources alimentaires présentes sur le site. Des prélèvements des principaux fourrages consommés ont été effectués en 2001 et en 2002 à des fins d'analyse fourragère.

En s'inspirant de la méthode dite de « collecte du berger » (13), les auteurs ont constitué, par récolte manuelle, des échantillons de mélange de fourrages dans le but de simuler la ration quotidienne moyenne du troupeau. Pour ce faire, le temps d'ingestion moyen consacré à chaque ressource a été calculé en proportion du temps total d'ingestion de la journée d'observation. Puis le mélange de fourrages constituant la ration simulée a été réalisé, en volume, selon ces proportions, pour chaque journée et pour chaque troupeau : 9 échantillons en 2000 et 39 en 2001.

Analyse des aliments

Des analyses chimiques ont été effectuées sur les fourrages et les rations reconstituées. Ces analyses ont été réalisées selon les normes Afnor (1) : matières minérales (MM), matières azotées totales par la méthode de Kjeldahl (MAT), fractionnement des fibres par la méthode de Van Soest (NDF, ADF et ADL). Des mesures de solubilité de la matière sèche (SMS) et de la matière organique (SMO) ont également été réalisées selon la méthode pepsine-cellulase décrite par Aufrère (3) pour estimer la digestibilité des aliments.

Traitement et interprétation des données

La chronologie de l'activité alimentaire de l'individu moyen de chaque troupeau a été représentée par des diagrammes tracés pour chaque journée d'observation. Sur chaque point d'observation (toutes les quinze minutes), la proportion d'animaux en train de consommer une ressource alimentaire donnée représentait l'intensité instantanée d'activité alimentaire sur ladite ressource. Cette indication était portée sur le diagramme pour chacune des ressources, puis les durées d'ingestion moyennes consacrées à chaque ressource, sur la journée et sur l'ensemble du territoire, en étaient déduites.

■ RESULTATS

Exploitation du territoire et circuits du pâturage diurne

Depuis le village de Fourarate où ils passaient la nuit, les troupeaux exploraient le territoire selon des circuits traversant les casiers rizicoles et les terres pastorales. Le matin, les veaux étaient séparés des vaches avec lesquelles ils passaient la nuit, puis le berger s'organisait de manière à conduire les vaches à un point d'eau en milieu de journée (bord de fleuve, marigot, canal d'irrigation) et à revenir au campement le soir pour la traite.

Utilisation du territoire

L'ensemble des circuits observés de début janvier à début juillet 2001 ont couvert une superficie totale de 2 000 ha, représentés à 80 p. 100 par des casiers rizicoles (figure 2). Pris individuellement, les trois troupeaux ont exploité des portions de territoire différentes couvrant respectivement 700, 800 et 1 000 ha et se superposant partiellement. Les rizières les plus proches du village, au nord-nord-est sur la trajectoire la plus directe vers le fleuve, ont constitué un territoire commun où tous sont passés, à des moments différents, en évitant les rencontres. Les circuits ont eu tendance à se concentrer plus sur ce territoire commun en fin de saison sèche, lorsque les ressources se sont amenuisées. Une logique organisationnelle d'ensemble transparaît donc dans un partage apparemment tacite du territoire. Cette logique d'ensemble admet de perpétuelles adaptations liées aux circonstances, comme par exemple dans le cas de la « double culture » du riz qui suppose deux récoltes annuelles successives sur une même parcelle, en hivernage

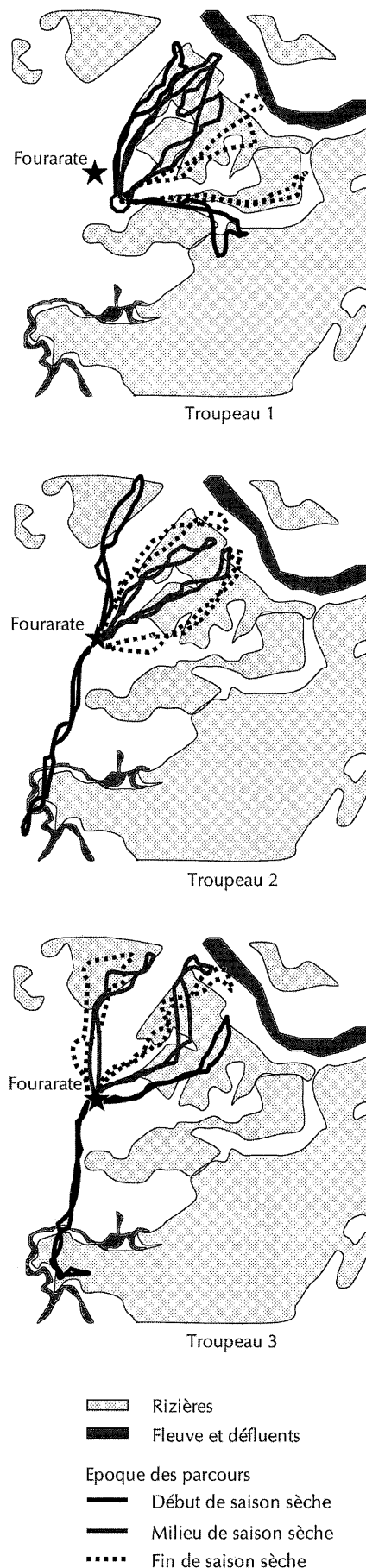


Figure 2 : représentation de quelques circuits observés entre janvier et juillet 2001 sur trois troupeaux de bovins.

et en saison sèche. Dans ces conditions, la paille récoltée n'est plus disponible ou l'est pour une durée très courte (deux semaines au plus). Ainsi, à la fin juin 2000, la récolte dans des rizières situées à trois kilomètres à l'est du village a eu pour effet le changement immédiat de direction pour deux des trois troupeaux, afin de profiter au plus tôt de la paille et de quelques adventices avant un brûlis toujours possible (bien qu'illégal).

Par la disponibilité faible, voire nulle, du terrain après récolte, la double culture équivaut quasiment à réduire le territoire agropastoral d'une superficie égale à celle des surfaces concernées. Elle impose aussi d'autres contraintes lorsqu'un circuit doit côtoyer ou traverser des casiers rizicoles en végétation, car il faut disposer d'une main d'œuvre abondante afin d'empêcher la divagation des vaches.

Circuit journalier et activité alimentaire

Une première phase d'ingestion intense, d'une durée d'environ deux heures, a été constatée le matin, à l'arrivée sur les casiers rizicoles où la paille était au sol après récolte. Puis les vaches partaient vers le point d'eau, pour boire, se reposer environ une heure et ensuite pâturer des végétations aquatiques de zones humides. Des friches postculturales, des abords de canaux et à nouveau des rizières, jalonnaient le plus couramment le trajet de retour vers le campement.

C'était l'heure de la traite du soir, pratiquée avant le crépuscule, qui déterminait l'heure du retour. Les distances les plus couramment observées en 2000 et 2001 ont été de l'ordre de 6 km mais elles ont parfois atteint 10 km. Les intensités d'activité alimentaire maximales, pour les trois troupeaux confondus, ont été observées sur la paille des zones rizicoles (figure 3) et, dans une moindre mesure, aux abords des cours d'eau.

Ressources et leur utilisation

Les enregistrements effectués fournissent une image des participations relatives des différentes ressources au régime alimentaire des animaux et permettent en conséquence d'approcher la diversité des rations et d'en évaluer la qualité ainsi que celle des végétaux les plus couramment consommés.

Constitution des rations

La moyenne globale des trois troupeaux a eu tendance à estomper la diversité des situations rencontrées et donc la diversité des

types de régimes (15) ; elle a montré une prédominance de la paille de riz. C'est sur ce fourrage qu'entre janvier et mai 2001 se sont concentrés plus des deux tiers de l'activité alimentaire : entre 70 et 88 p. 100 (figure 3). De nombreux autres végétaux ont été consommés : des graminées (*Sporobolus robustus*, *Echinochloa colona*), de rares légumineuses, une chénopodiacée (*Salsola baryosma*), et des végétaux aquatiques, cypéracées (*Cyperus* sp., *Scirpus maritimus*) et typhacées (*Typha australis*). Souvent faible en moyenne, la part de l'un ou de l'autre d'entre eux peut être importante à l'occasion de certains circuits. En fin de saison sèche, ces végétaux ont été beaucoup plus consommés. La pénurie de paille se faisant sentir, les troupeaux se sont attardés autour des points d'eau et ont consommé davantage les végétations aquatiques. Sensible en 2001, ce phénomène avait été beaucoup plus marqué en 2000 où, la double culture du riz accentuant la pénurie de paille, l'activité alimentaire sur *Typha* a pu approcher les 45 p. 100 alors que la paille en représentait moins de 40 p. 100 (figure 3). Inversement, la récolte de quelques casiers de riz de contre-saison à l'est de la zone en fin de saison sèche 2000 a immédiatement conduit les bergers à diriger leurs troupeaux vers ces parcours postculturels en délaissant les ressources accessibles des berges des canaux et du fleuve.

Résultats d'analyses de rations simulées

A l'analyse, les échantillons de rations simulées se sont révélés riches en minéraux, en liaison avec les fourrages eux-mêmes, la paille de riz d'abord, mais aussi avec une ambiance de plus en plus poussiéreuse au fur et à mesure que la saison sèche avançait.

La dégradabilité pepsine-cellulase est restée le plus souvent entre 35 et 40 p. 100 pour la matière organique, ce qui est faible et conduit à des valeurs de dMO estimées faibles (50 p. 100 en moyenne). Les échantillons solubles à moins de 35 p. 100 comportaient régulièrement des fractions élevées de plantes aquatiques et de *Sporobolus robustus* ; ils correspondaient à des circuits donnant une grande importance aux rives de points d'eau. A l'inverse, dans le cas des dégradabilités atteignant 40 à 45 p. 100, on remarque plutôt des proportions élevées d'*Indigofera suffruticosa*, de *Salvadora persica* et de *Salsola baryosma* (figure 4).

De janvier à mai 2001, les taux de MAT sont restés bas et ceux des éléments celluloses et lignifiés élevés (tableau I). Au cours de ces quatre mois où la paille a représenté la part très largement majoritaire du régime ingéré, la composition des rations a été relativement stable.

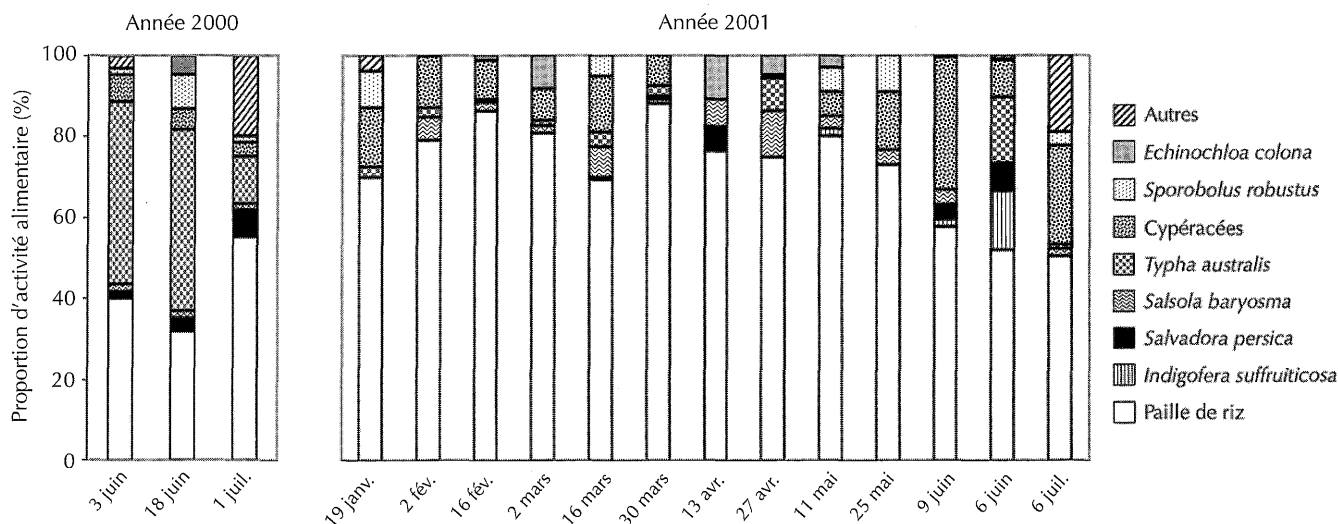


Figure 3 : répartition de l'activité alimentaire sur les principales ressources consommées (moyennes des trois troupeaux lors des observations bimensuelles successives).

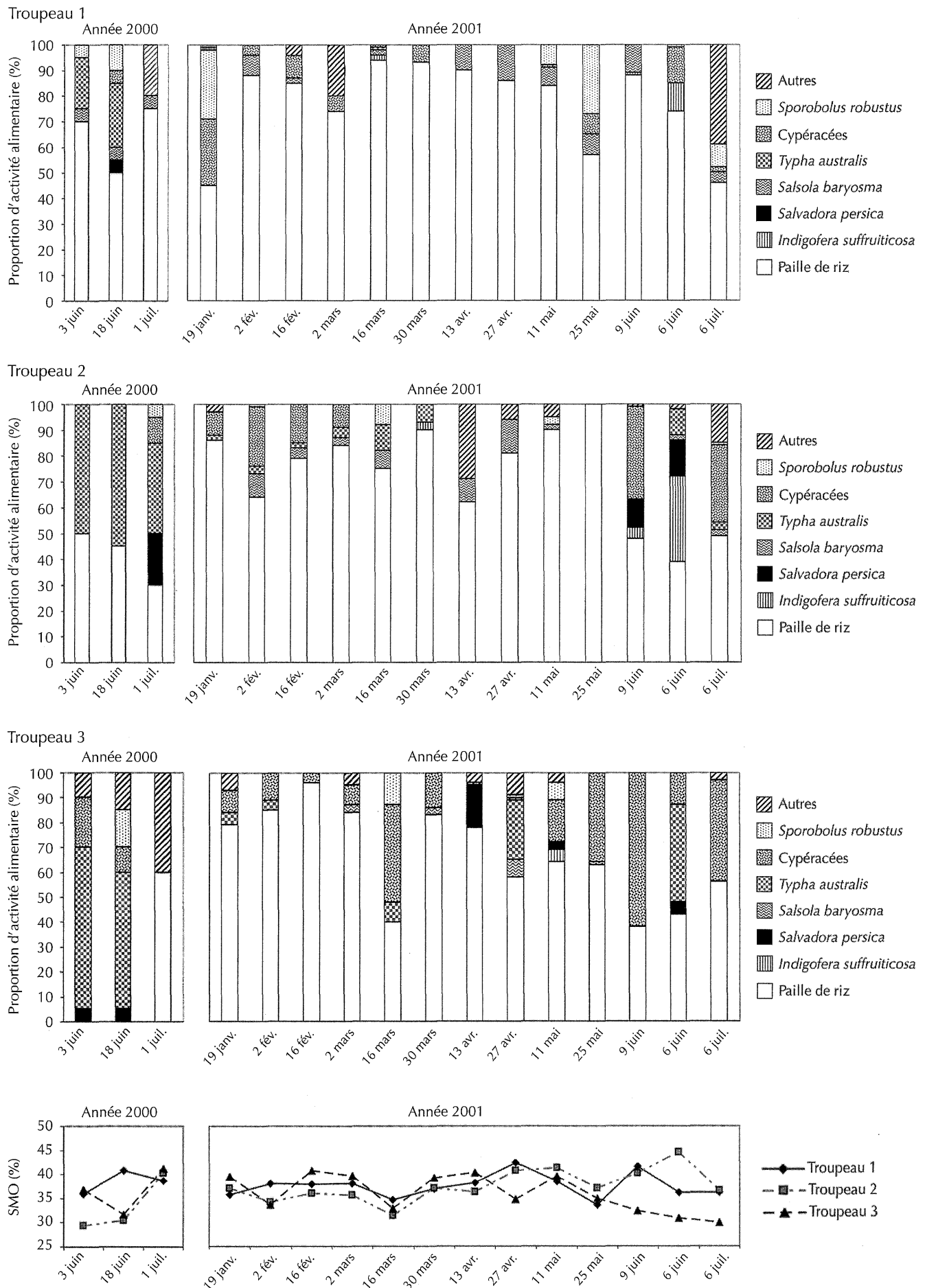


Figure 4 : constitution et dégradabilité enzymatique (SMO) des rations simulées, selon les troupeaux et les périodes d'observation.

Tableau I

Analyse d'échantillons de rations simulées

Date - troupeau	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	SMS	SMO	DMO
	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(% MS)	(% MO)	(% MO)
03/06/00 - 1	296	56	715	490	44	40	36	48
03/06/00 - 2	250	57	733	499	75	35	29	45
03/06/00 - 3	140	105	616	359	69	44	37	52
18/06/00 - 1	280	78	627	411	43	46	41	53
18/06/00 - 2	217	58	705	463	60	36	30	46
18/06/00 - 3	209	81	610	374	63	38	32	47
01/07/00 - 1	434	63	707	530	29	34	39	44
01/07/00 - 2	316	76	638	433	51	39	40	47
01/07/00 - 3	396	62	731	521	33	35	41	45
19/01/01 - 1	170	61	744	464	69	33	36	43
19/01/01 - 2	163	51	705	447	52	37	37	46
19/01/01 - 3	168	65	644	410	61	40	40	48
16/03/01 - 1	190	58	744	460	52	36	35	46
16/03/01 - 2	213	56	729	459	53	37	31	46
16/03/01 - 3	259	87	703	462	81	38	33	47
27/04/01 - 1	248	49	706	439	31	43	42	51
27/04/01 - 2	259	50	687	430	37	41	41	50
27/04/01 - 3	255	54	694	443	47	37	35	46
25/05/01 - 1	157	46	757	462	52	34	34	44
25/05/01 - 2	163	42	778	478	36	36	37	46
25/05/01 - 3	168	64	733	446	57	36	35	47
09/06/01 - 1	218	69	691	420	36	47	42	54
09/06/01 - 2	195	87	647	393	86	47	40	53
09/06/01 - 3	174	66	734	442	70	37	32	47
22/06/01 - 1	196	73	671	413	63	40	36	48
22/06/01 - 2	174	113	539	363	136	52	45	57
22/06/01 - 3	156	76	710	425	83	37	31	46
06/07/01 - 1	168	89	649	452	142	44	36	51
06/07/01 - 2	180	69	694	431	68	43	37	51
06/07/01 - 3	165	54	764	473	68	36	30	45

MS : matière sèche ; MO : matière organique ; MM : matière minérale ; MAT : matières azotées totales

SMS et SMO : dégradabilité pepsine-cellulase de la MS et de la MO

DMO : digestibilité de la MO (% MO, d'après Aufrère et Demarquilly, 1989)

En comparant les périodes, il est possible de mettre en évidence des variations importantes qui peuvent être directement interprétées selon le type de circuit parcouru. A titre d'exemple, en fin de saison sèche, la diversification observée des régimes (et des circuits) s'est traduite par des taux de MAT plus élevés (avec des valeurs similaires pour 2000 et 2001) et des taux de NDF un peu plus faibles (tableau I et figure 4). La dMO estimée de ces rations était un peu plus élevée qu'en début de saison sèche.

Composition analytique des principaux constituants des rations

Les échantillons de paille de riz, bien qu'en nombre limité, ont révélé fort logiquement une composition et une dégradabilité enzymatique proches de celles des rations où la paille était dominante (tableau II). Les cypéracées analysées sont apparues pour leur part aussi chargées en éléments celluloseux que la paille de riz mais beaucoup plus riches en lignine. Leur dégradabilité a été très

faible (moins de 25 p. 100). En fin de saison sèche, ces végétaux, en phase de sénescence, ont vraisemblablement eu par rapport à la paille de riz un effet dépressif sur la digestibilité et la valeur nutritive de la ration en raison de leur richesse en lignine. *Typha australis*, riche en éléments celluloseux et en lignine, semble avoir eu ce même effet, malgré un taux azoté supérieur à celui de la paille de riz. *Sporobolus robustus* a été susceptible lui aussi de déprécier la ration en fin de saison sèche par sa charge en éléments celluloseux et en lignine et par sa pauvreté en azote ; même les feuilles jeunes étaient peu dégradables. Sur la base des échantillons prélevés en 2002, les résultats n'ont pas été meilleurs pour *Echinochloa colona*, graminée spontanée qui se développe même en saison sèche à la faveur, par exemple, du débordement des canaux d'irrigation.

A l'opposé, quelques végétaux ont semblé susceptibles d'améliorer des rations à base de paille. Parmi eux, *Salsola baryosma*, peu

Tableau II

Composition et dégradabilité pepsine-cellulase de fourrages prélevés sur les sites d'alimentation des troupeaux de l'étude (2001 et 2002) et d'échantillons extraits de la base de données « Aliatrop » (Cirad, département Emvt)

Fourrage	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	SMS	SMO
	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(% MS)	(% MO)
2001								
Paille de riz	210	47	754	485	38	—	41	38
<i>Scirpus maritimus</i> (vert)	191	84	726	449	116	—	30	25
<i>Scirpus maritimus</i> (sec)	183	69	749	492	117	—	28	23
<i>Cyperus rotundus</i> (vert)	78	35	820	475	64	—	28	22
<i>Typha australis</i>	80	79	745	481	147	—	27	17
<i>Sporobolus robustus</i>	110	35	827	504	91	—	27	22
<i>Salsola baryosma</i>	354	107	436	238	48	—	67	50
<i>Indigofera suffruticosa</i>	108	152	458	391	238	—	57	49
2002								
<i>Typha australis</i> (feuilles)	90	98	696	488	155	—	39	32
<i>Sporobolus r.</i> (feuilles jeunes)	156	61	714	397	58	—	39	35
<i>Echinochloa colona</i>	116	58	713	508	185	—	35	34
<i>Echinochloa colona</i>	333	100	479	251	50	—	27	25
Base Aliatrop								
<i>Salvadora persica</i> (feuilles) ¹	412	103	207	100	26	79	—	—
<i>Salvadora persica</i> (feuilles) ¹	407	156	250	178	43	118	—	—
<i>Salvadora persica</i> (feuilles) ¹	317	190	218	157	29	113	—	—
<i>Echinochloa colona</i> ²	158	102	—	—	—	336	—	—
<i>Echinochloa colona</i> (sec) ²	158	65	—	—	—	350	—	—
<i>Echinochloa colona</i> (jeune) ²	162	161	—	—	—	278	—	—
<i>Cyperus sp.</i> (sommités) ²	207	196	—	—	—	248	—	—
<i>Cyperus r.</i> (jeunes pousses) ³	114	83	—	—	—	255	—	—
Cyp. conglomeratus (plante entière) ³	76	31	—	—	—	342	—	—
<i>Cyperus c.</i> (jeunes pousses) ³	157	105	—	—	—	278	—	—

MS : matière sèche ; MO : matière organique ; MM : matière minérale ; MAT : matières azotées totales ; CB : cellulose brute

SMS et SMO : dégradabilité pepsine-cellulase de la MS et de la MO

¹ origine Tchad ; ² origine Sénégal ; ³ origine indéterminée

Des fourrages aux caractéristiques très variables ; hormis la paille de riz, tous les fourrages analysés ont montré une grande variabilité sur les critères observés :

- 118 à 323 g/kg MS de MM pour *Scirpus maritimus* et 116 à 237 g/kg MS pour *Echinochloa colona* ;
- 77 à 121 g/kg MS de MAT pour *Scirpus m.* et 27 à 99 g/kg MS pour *Sporobolus robustus* (feuilles) ;
- 64 à 141 g/kg MS de ADL pour *Scirpus m.* et 32 à 73 g/kg MS pour *Sporobolus r.* (feuilles) et 161 à 295 g/kg MS pour *Indigofera suffruticosa*,
- 19,3 à 31,0 % de SMO pour *Scirpus m.* et 11,6 à 20,0 % pour *Typha australis*, plante entière (40,9 pour de jeunes feuilles) ; 27,3 à 39,9 pour les jeunes feuilles de *Sporobolus r.*

cellulosique, pauvre en lignine et un peu mieux pourvue en azote, a montré une solubilité de la matière organique atteignant 50 p. 100. Sa richesse en sel pourrait toutefois être limitante. Il devrait en être de même pour *Salvadora persica*, dont les feuilles ont présenté des caractéristiques analogues à celles de *Salsola baryosma* (tableau II). Le cas d'*Indigofera suffruticosa* est intéressant aussi par son niveau relativement élevé de dégradabilité enzymatique en conséquence de sa richesse en MAT associée à de faibles taux de NDF et d'ADF, et malgré un taux élevé d'ADL.

Cette interprétation de la valeur des ressources autres que la paille se rapporte à la fin de la saison sèche. Pour une éventuelle utilisation plus précoce dans le temps, quelques informations choisies dans la base de données du Cirad (tableau II) suggèrent de meilleures valeurs fourragères pour *Echinochloa colona* et pour des cypéracées plus jeunes qui sont alors moins lignifiées et plus riches en azote. Plus tôt en saison, les *Typha* aussi devraient logiquement être de meilleure qualité. Toutefois, l'utilisation précoce de ces

ressources a été très peu observée dans la présente étude, en dépit des avantages nutritionnels qu'elle pourrait procurer.

■ DISCUSSION

Au cours de la saison sèche, les vaches ont subi un amaigrissement important qui résultait d'un déficit énergétique estimé à 30 p. 100 de l'entretien (15) – cette estimation a été réalisée en comparaison des apports estimés de la ration avec les besoins énergétiques (déplacements compris) des animaux (valeurs issues de la littérature). On peut imaginer améliorer la qualité du régime par une utilisation différente des ressources du territoire : compléter des rations à base de paille de riz en exploitant les végétaux terrestres ou aquatiques à un stade plus favorable. Cette logique zootechnique ne semble pas être celle des bergers. Elle est probablement simplificatrice et trop partielle pour la compréhension des pratiques observées. En préalable à l'étude de nouvelles

perspectives fourragères, il faut donc comprendre comment se déterminent les choix des bergers et pourquoi ils ont tendance à privilégier la paille, donnant généralement aux autres ressources davantage un rôle de substitution qu'un rôle de complément de ration.

Stratégies d'usage des ressources

Quelle marge de manœuvre ?

Après la récolte du riz, la paille est abondante et à portée des troupeaux usagers, à tel point que son utilisation prioritaire a pu apparaître comme soumise à « la loi du moindre effort », ainsi que l'écrivait M. Dupire (12) en référence aux transhumances de Peuls nomades du Sahel nigérien. Les volumes disponibles cantonnent en effet le bétail sur des lieux précis, ce qui réduit considérablement les risques de divagation et allège en conséquence le travail de gardiennage.

En outre, la paille de riz a un atout supplémentaire, le maintien de son niveau d'ingestibilité au-delà du mois d'avril, alors que celui de la plupart des ressources pastorales alternatives disponibles diminue rapidement, de même que leur valeur nutritive : en mai - juin, *Sporobolus robustus* et les plantes aquatiques ont une valeur inférieure à celle de la paille. Quant aux végétaux susceptibles d'améliorer les rations, leur composition et les faibles volumes disponibles en limitent la consommation. Les difficultés d'accès à certaines ressources peuvent aussi réduire les marges de manœuvre. Ainsi, les végétations à *Typha australis* recensées dans le parc naturel ornithologique du Djoudj et sa périphérie immédiate représentent près de 10 000 ha (dont la moitié dans le parc lui-même) avec une production annuelle de l'ordre de 10 t MS/ha (14). Pour l'ensemble des zones accessibles au pâturage dans tout le delta, plus de 10 000 ha de végétations aquatiques sont donc vraisemblablement susceptibles d'un usage fourrager. Pourtant, elles sont consommées trop tard (après qu'elles se soient lignifiées) et en faibles quantités, dans des secteurs limités proches des points d'abreuvement. Elles poussent en effet dans plusieurs dizaines de centimètres d'eau, sur fonds vaseux, et forment des populations denses et hautes où les éleveurs redoutent de conduire leur bétail car la surveillance visuelle y est contrariée et les risques sanitaires (moustiques, helminthes) bien présents.

Par ailleurs, le point d'eau joue un rôle déterminant dans le choix du circuit journalier. Les distances parcourues pour s'abreuver étant longues, l'existence de casiers rizicoles sur le trajet depuis le campement semble mise à profit pour réduire le temps de recherche de nourriture et préserver plus de temps pour la prise de nourriture.

L'accès au territoire

L'occupation de l'espace agropastoral par les éleveurs est liée à des règles collectives (17) et à l'emplacement de l'habitation principale qui traduit la sédentarisation des agropasteurs. Les similitudes de sites d'alimentation en 2000 et 2001, pour les troupeaux observés à Fourarate, révèlent un partage des parcours postculturels plus ou moins tacite, clairement inscrit dans le temps, dans l'espace et dans un cadre d'usage collectif. La proximité de ces ressources est en outre une commodité qui permet de gérer la traite des laitières sur le campement.

Le maintien actif d'un usage pastoral des casiers rizicoles a aussi des motivations foncières. Face à l'impossibilité d'accéder à la maîtrise du sol, les pasteurs y trouvent un moyen de sauvegarder leur droit d'usage et d'affirmer durablement leur présence non seulement vis-à-vis des agriculteurs et de leurs voisins du *waalo* mais aussi et surtout vis-à-vis des transhumants du *diéri*.

De l'aspect technique, la question de la paille de riz se déplace dès lors vers le terrain social et organisationnel, ce qui interpelle le rôle

des communes rurales. En effet, depuis le milieu des années 1990, au Sénégal, la gestion de l'espace agropastoral est du ressort des autorités locales. Dans le delta du fleuve Sénégal, les communautés rurales conscientes de leurs responsabilités sont particulièrement sensibilisées à la place de l'élevage dans les casiers rizicoles (9, 10). Quelques unes ont déjà bien compris la motivation des bergers. Elles adoptent une attitude active en faveur de la mobilité des troupeaux et à l'issue de délibérations prennent des décisions offrant à l'élevage une protection légale au sein des systèmes irrigués dans l'accès aux points d'eau et à la paille de riz (11).

Des évolutions possibles ? Facteurs d'immobilisme et facteurs de changement

La conduite alimentaire des troupeaux de zébus observés est appa-
raie résolument inscrite dans une stratégie de survie des animaux au passage de la saison sèche. Les bergers peuls s'accommodent ainsi de l'aptitude nutritionnelle modeste de la paille de riz limitée à assurer tout juste le besoin d'entretien et tentent de s'en octroyer la quantité la plus élevée possible. Leur usage d'une ressource d'accès libre et gratuit, aux qualités nutritionnelles similaires ou supérieures à celles de la plupart des autres fourrages disponibles à cette période, valorise en définitive plutôt bien leur environnement dans le temps. Ce constat de rationalité invite à analyser les pratiques en se référant aux facultés d'adaptation reconnues des pasteurs (19). Ainsi, face aux contraintes de la double culture du riz ou de brûlage de la paille, rencontrées dans la zone d'étude en 2000, les éleveurs ont réagi en récupérant la paille des champs avant brûlis et surtout en faisant davantage pâturer leurs animaux le long des canaux et du fleuve, ce qui toutefois a nécessité de nombreux déplacements et un gardiennage de tous les instants.

La conduite pastorale aboutit à des rations privilégiant avant tout l'entretien du troupeau, ce qui renvoie à des questions de stratégie zootechnique. Les bergers, responsables de cette conduite, ne semblent pas mus par un projet de production (laitière notamment) qui, lui, pourrait impliquer l'amélioration de la qualité du régime par une exploitation plus précoce de végétaux spontanés en complément des rations à base de paille de riz. Le poids du schéma social est ici à considérer. Dans l'organisation de l'élevage peul, la répartition des tâches est disjointe de celle des revenus. Ce sont les femmes du campement qui sont destinataires du lait produit par les vaches attachées à leur cellule familiale de base. A ce titre elles jugent de la complémentation éventuellement nécessaire et agissent en conséquence vis-à-vis de leurs propres vaches (7). Le berger conduit pour sa part un troupeau collectif qui correspond à un regroupement de vaches dans un cadre de famille élargie ; il n'a aucun regard sur le lait produit et assure seulement la ration de base des animaux. Ces deux stratégies zootechniques ne sont pas nécessairement convergentes. Le berger assume une pratique collective tandis que la collecte du lait correspond à une pratique individuelle au terme de laquelle chaque femme cherche à maximiser le profit issu de la consommation et de la vente du lait de ses propres vaches. Seules les femmes ont un objectif de production et supplémentent leurs propres vaches avec les meilleures ressources disponibles, par exemple en allant couper des adventices de culture ou des repousses en bordure de canaux, en particulier en début de saison sèche. Ce partage des tâches apparaît finalement comme un facteur de rigidité de la conduite alimentaire des troupeaux.

CONCLUSION

En dépit d'une valeur nutritive médiocre, la paille de riz apparaît comme une ressource fourragère de choix aux yeux des bergers du delta du fleuve Sénégal. Sa production en abondance chaque

année ne garantit pourtant pas son accessibilité systématique, car elle est encore trop souvent brûlée en toute impunité, pour écarter les troupeaux accusés de dégradation des digues et de propagation d'adventices. Le plus urgent serait alors de faire appliquer les délimitations destinées à faciliter l'accès du bétail à la paille. Les communautés rurales peuvent encore renforcer leur action en direction de l'élevage en favorisant le ramassage de la paille, notamment lorsqu'il y a double culture du riz.

Si des quantités suffisantes de paille de riz peuvent ainsi être assurées, la seule perspective de maintien du cheptel n'appelle pas d'autres initiatives, compte tenu notamment des autres ressources disponibles. Sur un plan alimentaire, la paille devrait suffire à la préservation d'un cheptel dans des conditions acceptables. En revanche, dans les situations où l'ambition est de développer des filières de produits animaux, la filière lait étant la plus prometteuse (8), il semble difficilement envisageable de se passer d'une véritable production de fourrages de meilleure qualité, capables d'améliorer notablement la ration ingérée. Cela reviendrait à envisager d'introduire dans le système d'élevage une « dose d'intensification fourragère », avec vraisemblablement des investissements et des aménagements importants. En même temps, des itinéraires techniques couvrant la totalité de la saison sèche sont à imaginer. Les pratiques sociales sont également à considérer de manière à rechercher plus de convergence dans le partage des tâches et des objectifs de production entre les bergers et les femmes détentrices des droits sur le lait.

En attendant, d'autres pistes peuvent être explorées comme celles consistant à mieux valoriser la complémentarité agriculture, élevage. C'est en tout cas ce que suggèrent des situations d'élevages pastoraux sous d'autres latitudes (16), mais aussi en Mauritanie toute proche. A titre d'exemple, dans la partie mauritanienne du delta en rive droite du fleuve, la filière lait s'est rapidement développée depuis le début des années 1990, soutenue par plusieurs laiteries. Des contrats de pâturage entre des riziculteurs et des pasteurs y ont vu le jour avec accès payant à la paille. Au Sénégal la même voie ne pourrait elle pas être explorée dès lors que la paille est bottelée, exportée de la région, puis vendue ?

Le statut de « terre mise en valeur », aujourd'hui refusé à la pâture (donc aux cultures fourragères), pourrait alors être rapidement objet d'un débat avec la perspective d'un droit d'attribution de terres aux éleveurs. Le réalisme commande toutefois de considérer qu'à défaut de structures de collecte de lait suffisantes, il est illusoire d'envisager des solutions trop risquées économiquement et écologiquement. En revanche, la perspective de l'installation à brève échéance d'une unité industrielle de collecte du lait sur la rive sénégalaise du delta pourrait être une occasion à saisir pour modifier profondément le rapport à l'élevage des usagers et des gestionnaires de l'espace.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Isra (Centre de Saint Louis ; Lnerv et Ppzs à Dakar) ainsi que son personnel, avec une mention particulière pour M. Ousmane N'Diaye. Ils sont également reconnaissants envers Mmes M. Inesta et C. Hervouet pour leur contribution à ce travail en réalisant les analyses de laboratoire sur les échantillons de fourrages et de rations.

Merci à la GTZ (Projet Djoudj) pour son aide financière et son appui logistique. Rendons enfin hommage aux membres de la Communauté rurale, et par-dessus tout aux villageois et aux éleveurs de Fourarate pour leur accueil, leur patience et leur disponibilité.

BIBLIOGRAPHIE

1. AFNOR, 1999. Méthodes d'analyse des aliments des animaux. Recueil des textes normatifs et réglementaires. Paris, France, Afnor.
2. AGBAGLA-DOHNANI A., 2002. Etude biochimique et ultrastructurale de la dégradation ruminale de la paille de riz. Thèse Doct., université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France, 170 p.
3. AUFRERE J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech.*, **31** : 111-130.
4. AUFRERE J., DEMARQUILLY C., 1989. Predicting organic matter digestibility of forage by two pepsin-cellulase methods. In: Proc. 16th int. Grassland Congress, Nice, France, 4-11 oct. 1989, p. 877-878.
5. CORNIAUX C., 2001. Adaptation des conduites sur parcours des troupeaux laitiers au nouveau contexte agropastoral en systèmes irrigués : cas du delta du fleuve Sénégal. In : Actes Conférence int. Les systèmes de production durable culture-élevage pour améliorer le niveau de vie et la gestion des ressources naturelles en Afrique de l'Ouest, Ibadan, Nigeria, 19-22 nov. 2001.
6. CORNIAUX C., 2003. Organisation de la filière laitière dans la région de St Louis du Sénégal : place des mini-laiteries. In : Séminaire Lait sain pour le Sahel, Bamako, Mali, 24 fév.-1 mars 2003, www.laitsain.org.
7. CORNIAUX C., 2005. Gestion technique et gestion sociale de la production laitière : les champs du possible pour une commercialisation durable du lait. Cas des systèmes d'élevage actuels du delta du fleuve Sénégal. Thèse Doct., INA-PG, Paris, France, 243 p. + annexes.
8. CORNIAUX C., LE MERCIER J., DIA A.T., 2001. Production de lait de vache dans le delta du fleuve Sénégal : une réelle activité de diversification en systèmes irrigués ? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 47-54.
9. D'AQUINO P., 2002. Le territoire entre espace et pouvoir : pour une planification territoriale ascendante. *Espace géogr.*, **1** : 3-23.
10. D'AQUINO P., SECK S.M., CAMARA S., 2002. Un SIG conçu par les acteurs : l'opération pilote POAS au Sénégal. *Espace géogr.*, **1** : 23-37.
11. DIOP B., D'AQUINO P., CORNIAUX C., CAMARA S., 2001. La gestion des parcours pastoraux en systèmes irrigués : cas de la Communauté rurale de Ross Béthio, région de St Louis, Sénégal. In : Tielkes E., Schlecht E., Hiernaux P., eds, Elevage et gestion de parcours au Sahel, implications pour le développement, Atelier régional Les approches de la gestion des pâturages et les projets de développement : quelles perspectives ? Niamey, Niger, 2-6 oct. 2000, p. 201-208.
12. DUPIRE M., 1996. Peuls nomades. Etude descriptive des Wodaabe du Sahel nigérien, 2^e édn. Paris, France, Karthala, 340 p.
13. GUERIN H., 1987. Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliers et sahélo-soudaniens : étude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. Thèse Doct. Ing. Agron, Ensam. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, 175 p. + annexes.
14. INDU M., 1977. Genus *Typha* in the Chambal command - its problem and control. In: Weed science conference and workshop, India, p. 116-117.
15. MOLENAT G., CORNIAUX C., GUEGUEN S., LACZ C., BOCQUIER F., 2003. Adapter les systèmes d'alimentation pendant la saison sèche pour les zébus laitiers sédentarisés en zone rizicole du Nord-Sénégal. In : 10^{es} Rencontres autour des recherches sur les ruminants. Paris, France, Institut de l'élevage, p. 102.
16. MOLENAT G., DUREAU R., FABRE P., LAMBERTIN M., 2003. Les herbes des troupeaux ovins transhumants de Crau. Multiples dimensions d'une gestion pastorale et fourragère. *Fourrages*, **176** : 437-461.
17. TOURE O., ARPAILLANGE J., 1986. Peul du Ferlo. Paris, France, L'Harmattan, 77 p.
18. TOURRAND J.F., 2000. L'élevage dans la révolution agricole au Waalo, delta du fleuve Sénégal. Paris, France, Cirad, 165 p.
19. TOURRAND J.F., LANDAIS E., 1994. Aménagements hydrauliques et développement : stratégies paysannes d'adaptation dans le delta du fleuve Sénégal (1984-1991). *Nat., Sci., Soc.*, **2** : 212-229.

Reçu le 07.07.2004, accepté le 29.08.2005

Summary

Molénat G., Corniaux C., Bastianelli D., Gueguen S., Lacz C. What Role for the Rice Straw in the Dry Season Diet of Zebus in Sahel Irrigated Area? Case of the Senegal River Delta

During the dry season, transhumant zebu cattle herds used to graze on the Senegal River delta wet areas. Since the 1960s, agricultural colonization and rice cultivation caused major changes in cattle management and feeding. The feeding behavior of three herds was observed from May to July 2000 and from January to July 2001. Rice straw was the main feed, consumed from the ground after harvest by herds moving through the rice areas. From January to May 2001, more than 70% of the feeding activity was concentrated on straw. Then, from May to July, the straw being scarce, substitution forages were grazed or browsed: Typhaceae and Cyperaceae on river banks, and also grasses, a few legumes and Chenopodiaceae from the remaining pastoral areas. Diets simulated by hand plucking of the rations and by animal observation, and samples of the main fodders consumed were analyzed and tested for enzymatic degradability. From April to July, swampy plants and grasses showed low nitrogen and high parietal constituent levels, and, often, lower degradability than rice straw. Only *Salsola baryosma*, *Indigofera suffruticosa* and *Salvadora persica* seemed able to increase digestibility of diets based on rice straw, but their proportions within the rations remained low. Alternatives for feeding resource management and for improving fodder resources are discussed with an aim to increase milk production. They will be challenged by the hold social groups have on the land, as well as on agricultural and/or pastoral use.

Keywords: Cattle – Zebu – Feeding – Forage – Rice straw – Pasture – Resource management – Dry season – Sahel – Senegal.

Resumen

Molénat G., Corniaux C., Bastianelli D., Gueguen S., Lacz C. ¿Qué lugar ocupa la paja de arroz en la alimentación durante la estación seca de los cebúes en la zona irrigada del Sahel? El caso del delta del río Senegal

Durante la estación seca, las tierras inundables del delta del río Senegal eran el refugio de los cebúes nómadas de la región. A partir de los años 1960, la colonización agrícola y los cultivos de arroz cambiaron el comportamiento de los hatos y su alimentación. En un estudio llevado a cabo en tres hatos durante la estación seca de mayo a julio 2000 y de enero a julio 2001, la paja, consumida a ras del suelo, predominó en las raciones ingeridas a lo largo de los trayectos a través de los arrozales, después de la colecta del arroz. La actividad alimenticia, que se encuentra concentrada a más de 70% alrededor de la paja entre enero y mayo 2001, varió entre mayo y julio (paja menos abundante) hacia alimentos de sustitución: *Typhas* y ciperáceas en los bordes de los riachuelos, gramíneas, raras leguminosas y quenopodiáceas de las tierras de pastoreo subsistentes. Raciones simuladas mediante observación de los animales y colectadas manualmente, así como muestras de los principales forrajes consumidos, fueron analizadas y sometidas a tests de degradación enzimática. Entre abril y julio, las plantas acuáticas y las gramíneas analizadas demostraron ser pobres en nitrógeno, ricas en constituyentes parietales y a menudos menos degradables que la paja de arroz. Únicamente *Salsola baryosma*, *Indigofera suffruticosa* y *Salvadora persica* parecieron capaces de aumentar la digestibilidad de los regímenes basados en paja de arroz, pero su contribución en las raciones se mantuvo baja. Las opciones de manejo de recursos y de recurrir a mejoras forrajeras se discuten en una perspectiva de aumento de la producción de leche. Estas se enfrentan a situaciones determinadas por la influencia de los grupos sociales sobre el territorio, el espacio agrícola y el espacio de pastoreo.

Palabras clave: Ganado bovino – Cebú – Alimentación – Forraje – Paja de arroz – Pastizal – Ordenación de recursos – Estación seca – Sahel – Senegal.

Fécondité de la vache Lagunaire au Bénin.

Age au premier vêlage et intervalle entre vêlages

T.I. Alkoiret¹ A.B. Gbangboche^{2*}

Mots-clés

Bovin Lagunaire – Vache – Fertilité – Intervalle entre parturitions – Performance de reproduction – Bénin.

Résumé

Des données collectées de 1987 à 2003 à la ferme de Samiondji au Bénin ont servi à l'étude de l'âge au premier vêlage ($n = 200$) et de l'intervalle entre vêlages ($n = 805$) chez la vache Lagunaire. L'âge au premier vêlage a été de $1\,373 \pm 180$ jours ($4 \pm 0,5$ ans) et l'intervalle entre vêlages de 426 ± 85 jours ($14 \pm 2,8$ mois). L'année de vêlage, la saison de vêlage et le rang de lactation ont significativement influencé l'intervalle entre vêlages, alors que seule l'année de naissance a significativement influencé l'âge au premier vêlage.

■ INTRODUCTION

La race Lagunaire (race Dahomey ou race des Lagunes) fait partie des taurins (*Bos taurus*) rencontrés en Afrique occidentale et centrale (27). Elle possède une trypanotolérance au même titre que les races Somba, Borgou, Pabli (en voie d'extinction) rencontrées au Bénin, et les races N'dama et Baoulé élevées dans les pays plus à l'ouest. C'est une race naine bien adaptée au milieu tropical humide et aux conditions d'élevage extensif. Elle présente une robe noire, parfois pie-noir, avec les muqueuses généralement noires ; les poids à la naissance et à douze mois sont respectivement de 10 et 83 kg, le poids adulte est de 100-150 kg (femelle) et de 150-200 kg (mâle), avec un taux de fécondité de 58 p. 100 (14, 39).

Au Bénin, le cheptel actuel de la race Lagunaire a été estimé à 3,7 p. 100 du cheptel national total (1 391 755 têtes) ; il est de 0,3 p. 100 pour les Sombas, 7,7 p. 100 pour les zébus divers, 34 p. 100 pour les Borgous et 55 p. 100 pour les races croisées diverses (7). La race des Lagunes est menacée d'extinction suite au métissage incontrôlé avec les zébus, et à l'achat et à la forte exploitation d'autres races (23). La chute de la trypanotolérance et de la fécondité, et l'augmentation de la chimioprévention ont été les problèmes principaux liés à ces métissages. L'ONU/FAO a évalué l'ampleur des pertes en ressources génétiques animales et souhaite étudier les nombreux types et races peu connus ou tester ceux qui semblent prometteurs pour les programmes de sélection (17, 33). Au préalable, il est urgent de déterminer le potentiel zootechnique de ces races. Bien que le Bénin ait été le berceau de la race Lagunaire, les données relatives aux caractères de reproduction sont très peu connues (5, 14).

L'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages conditionnent la productivité de la vache (25, 26). La fécondité des troupeaux est d'autant meilleure que l'âge des génisses mises à la reproduction est bas, l'intervalle entre vêlages est court (2, 3) et la longévité des vaches est grande (44). La lutte contre les pathologies diverses est l'un des problèmes majeurs et récurrents de l'élevage traditionnel au Bénin. L'alternative intéressante aussi bien pour le paysan que

1. Université de Parakou, faculté des Sciences agronomiques, BP 123, Parakou, Bénin

2. Université d'Abomey Calavi, faculté des Sciences agronomiques, département de Productions animales, Centre d'élevage et d'insémination artificielle, 01 BP 526, Cotonou, Bénin

* Auteur pour la correspondance

Université de Liège, faculté de Médecine vétérinaire, Institut vétérinaire tropical, boulevard de Colonster 20, bât. 43, 4000 Liège, Belgique
Tél. : +32 (0)4 366 40 91 ; fax : +32 (0)4 366 41 22
E-mail : gbangboche@yahoo.fr ; gbangboche@hotmail.com

pour l'environnement serait d'identifier et d'élever les animaux naturellement résistants et adaptés aux contraintes du milieu traditionnel. Le programme de sélection massale basée sur le poids, la conformation et la robe a été mis en place à la ferme de Samiondji au Bénin par le programme de Développement de l'élevage en vue de standardiser la race Lagunaire et de mettre à la disposition des éleveurs des animaux performants (28).

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une série de recherches visant à faire le point sur l'aptitude zootechnique de la race Lagunaire. Elle a pour objectif d'évaluer l'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages, et de quantifier l'influence relative de quelques facteurs non génétiques.

MATERIEL ET METHODES

Site de l'étude

La ferme d'élevage de Samiondji est située dans le département des collines en République du Bénin, entre 2° 22' et 2° 25' de long. E, et 7° 25' et 7° 30' de latit. N. Le climat est de type subéquatorial maritime caractérisé par un régime pluviométrique bimodal (1) : grande et petite saison des pluies respectivement de mars à juin et de septembre à octobre, petite et grande saison sèche respectivement de juillet à août et de décembre à février.

Alimentation et suivi sanitaire des animaux

Le mode d'élevage était de type semi-amélioré. Les troupeaux étaient constitués par lot, selon le sexe et l'âge des animaux. L'effectif moyen annuel était de 1 030 têtes. Les bovins passaient la journée au pâturage et la nuit dans un parc muni d'abreuvoirs et de mangeoires. L'alimentation était essentiellement basée sur l'exploitation du pâturage naturel dont la composition et l'évolution de la valeur fourragère ont varié avec la pluviométrie et la végétation (38). La phytomasse ingérée provenait de plusieurs types de pâturages naturels : pâturage à *Andropogon* sp., *Anogeissus leiocarpus*, *Brachiaria falcifera*, *Combretum collinum*, *Hyparrhenia smithiana*, *Heteropogon contortus*, *Vitellaria paradoxa*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia macroptera*, *Lonchocarpus sericeus*. Seuls les sevrans et les malades recevaient des compléments alimentaires en saison pluvieuse. En saison sèche et en raison de la diminution du disponible fourrager, tous les animaux recevaient *ad libitum* du foin issu des pâturages et du *Leucaena leucocephala* sous forme verte, des résidus de récoltes (pailles de maïs, résidus de coton, fanes d'arachides, niébé), de tourteaux de coton (deux sacs de 80 kg par semaine pour 100 têtes) et de la pierre à lécher *ad libitum* en complément minéral. L'abreuvement était *ad libitum*. Le suivi sanitaire était essentiellement basé sur l'administration des oligoéléments et des vitamines, les anticoccidiens, et l'application de déparasitages internes et externes. Les animaux étaient vaccinés régulièrement contre la peste bovine, la péripneumonie contagieuse bovine, la pasteurellose, selon le programme national de prophylaxie en vigueur. Une surveillance sérologique de routine contre la brucellose était effectuée par le Laboratoire national vétérinaire. Les traitements spécifiques étaient appliqués contre les maladies occasionnelles en fonction des cas cliniques.

Données utilisées

Les données brutes ont été recueillies à partir des fiches de suivi individuel des animaux. Elles ont couvert la période de 1987 à 2003. Les données exploitables ont concerné les années 1987 à 1996 pour l'âge au premier vêlage (n = 200), 1992 à 2003 pour l'intervalle entre vêlages (n = 805). Les avortements tardifs (survenant

au-delà de sept mois) ont été considérés au même titre que les vêlages. Les saisons de naissance ou de vêlage résultaient du regroupement des mois de l'année en fonction de la pluviométrie, de la température moyenne et de l'humidité : petite saison des pluies (S1), grande saison des pluies (S2), petite saison sèche (S3), grande saison sèche (S4).

Analyse statistique

Les caractères analysés ont été l'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages. Les facteurs fixes de variation testés ont été : l'année de naissance ou de vêlage, la saison de naissance ou de vêlage et le rang de lactation pour l'intervalle entre vêlages. Les données ont été analysées selon le modèle linéaire fixe à l'aide du logiciel Statistica, version 6.1 (41). Les moyennes des moindres carrés ont été estimées et comparées avec le test de Duncan (41).

Age au premier vêlage

$$Y_{ij} = S_i + A_j + e_{ijk}$$

où Y_{ij} est l'âge au premier vêlage observé pour chaque vache, S_i est l'effet fixe de la saison de naissance ($i = S1, S2, S3, S4$; 4 classes), A_j est l'effet fixe de l'année de naissance ($j = 1987$ à 1996; 10 classes) et e_{ijk} est l'effet résiduel aléatoire.

Intervalle entre vêlages

$$Y_{ijk} = S_i + A_j + L_k + e_{ijkl}$$

où Y_{ijk} est l'intervalle entre vêlages observé pour chaque vache, S_i est l'effet fixe de la saison de vêlage ($i = S1, S2, S3, S4$; 4 classes), A_j est l'effet fixe de l'année de vêlage ($j = 1992$ à 2002; 12 classes), L_k est l'effet fixe du rang de lactation ($k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; 6 classes) et e_{ijkl} est l'effet résiduel aléatoire.

RESULTATS

L'effectif, la moyenne et l'écart-type de l'âge au premier vêlage et de l'intervalle entre vêlages sont présentés au tableau I pour l'ensemble des vaches par saison, année et numéro de lactation. Les résultats de l'analyse de variance (modèle à effets fixes) montrent la signification de chaque facteur inclus dans cette analyse (tableau II). Les moyennes de moindres carrés sont répertoriées au tableau III. Les classes d'âges au premier vêlage et de l'intervalle entre vêlages (figures 1 et 2) et les fréquences saisonnières de vêlages (figure 3) ont été déterminées.

L'âge moyen au premier vêlage a été de $1\,373 \pm 180$ jours ($4 \pm 0,5$ ans) et 90 p. 100 des vaches ont vêlé entre 2,5 et 4 ans. L'intervalle entre vêlages a été de 426 ± 85 jours ($14 \pm 2,8$ mois). Plus de 50 p. 100 des vaches ont présenté un intervalle entre vêlages entre 365 et 455 jours. La fréquence des vêlages a été plus élevée en saison des pluies qu'en saison sèche (61 p. 100 vs 39 p. 100; $p < 0,05$).

La saison de naissance n'a pas influencé l'âge au premier vêlage; cependant les vaches nées en petite saison des pluies (S1) et en grande saison sèche (S4) ont semblé être plus précoces. L'effet de la saison de vêlage a été très significatif ($p < 0,01$) pour l'intervalle entre vêlages : les intervalles les plus courts ont été observés lorsque les vêlages avaient lieu pendant la petite saison sèche (S3) et la grande saison des pluies (S2) (tableau III). L'année de naissance a influencé significativement ($p < 0,01$) l'âge au premier vêlage. Les vaches nées en 1988, 1989 et 1994 ont été moins précoces. L'intervalle entre vêlages a été plus long en 1996, 1997, 2000 et 2003 qu'en 1993 (tableau III). La diminution de l'intervalle entre vêlages avec le rang de lactation n'a pas été linéaire : elle a été de 13 p. 100 de la valeur moyenne de la 1^{ère} à la 5^e lactation, puis erratique entre la 6^e et la 7^e lactation.

Tableau I

Statistiques descriptives de l'âge au premier vêlage et de l'intervalle entre vêlages de la vache Lagunaire à la ferme de Samiondji au Bénin

	Age au premier vêlage (jours)			Intervalle entre vêlages (jours)		
	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Effectif	Moyenne	Ecart-type
Performance générale	200	1 373,28	180,36	805	425,90	84,91
Saison						
S1	27	1 358,48	151,17	340	418,88	88,81
S2	77	1 384,06	211,11	172	435,38	81,62
S3	55	1 403,16	110,99	126	408,36	72,97
S4	41	1 322,70	203,61	167	443,66	84,82
Année						
1987	5	1 304,00	170,47	—	—	—
1988	12	1 485,25	178,64	—	—	—
1989	4	1 479,25	113,57	—	—	—
1990	29	1 401,21	184,38	—	—	—
1991	42	1 312,24	132,90	—	—	—
1992	13	1 346,38	123,05	8	403,00	73,25
1993	13	1 361,23	313,56	9	377,66	63,40
1994	26	1 487,96	178,97	17	420,47	97,11
1995	37	1 353,89	154,76	48	424,18	66,28
1996	19	1 298,32	148,12	67	429,56	113,74
1997	—	—	—	98	450,59	96,93
1998	—	—	—	100	417,97	84,78
1999	—	—	—	107	413,47	66,72
2000	—	—	—	130	431,81	83,60
2001	—	—	—	114	421,10	76,10
2002	—	—	—	85	424,13	77,99
2003	—	—	—	22	434,18	106,10
N° de lactation						
1	—	—	—	200	460,31	98,20
2	—	—	—	198	426,75	83,88
3	—	—	—	167	403,30	69,27
4	—	—	—	118	403,42	63,27
5	—	—	—	82	423,30	88,45
6	—	—	—	40	415,70	72,69

S1 : petite saison des pluies ; S2 : grande saison des pluies ; S3 : petite saison sèche ; S4 grande saison sèche

Tableau II

Résultats des analyses de la variance de l'âge au premier vêlage et de l'intervalle entre vêlages de la vache Lagunaire à la ferme de Samiondji au Bénin

Sources de variation	Age au premier vêlage			Intervalle entre vêlages		
	SC	ddl	P	SC	ddl	P
Saison	137 564	3	0,198	153 073	3	0,000
Année	841 116	9	0,001	181232	11	0,003
N° de lactation	—	—	—	478 666	5	0,000
Erreur résiduelle	5 463 848	187		5 074 123	785	

SC : somme des carrés ; ddl : degré de liberté ; P : probabilité au seuil de 5 %

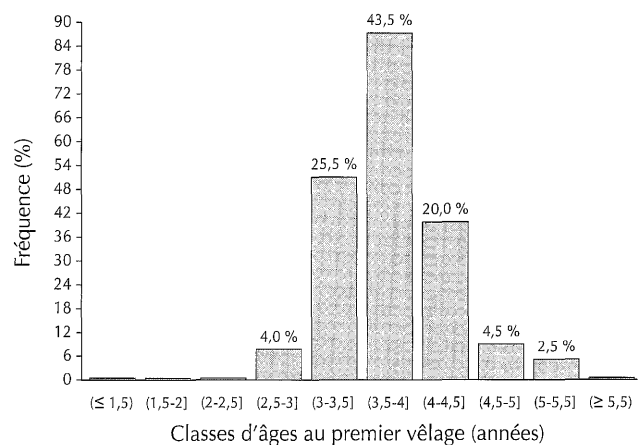


Figure 1 : distribution des âges au premier vêlage relevés sur 200 vaches de race Lagunaire à la ferme de Samiondji au Bénin.

Tableau III

Moyennes des moindres carrés de l'âge au premier vêlage et de l'intervalle entre vêlages de la vache Lagunaire à la ferme de Samiondji au Bénin

	Age au premier vêlage (jours)			Intervalle entre vêlages (jours)		
	Effectif	Moyenne	Erreur standard	Effectif	Moyenne	Erreur standard
Saison						
S1	27	1 383,46 ^{ab}	35,60	340	401,08 ^a	5,97
S2	77	1 397,63 ^a	22,78	172	420,11 ^b	7,64
S3	55	1 400,88 ^a	25,13	126	392,81 ^a	8,51
S4	41	1 332,06 ^{ab}	28,69	167	431,10 ^b	7,32
Année						
1987	5	1 276,80 ^a	77,59	—	—	—
1988	12	1 463,23 ^b	49,72	—	—	—
1989	4	1 404,40 ^c	87,82	—	—	—
1990	29	1 369,63 ^a	34,56	—	—	—
1991	42	1 292,27 ^a	28,31	—	—	—
1992	13	1 337,12 ^a	47,34	8	368,70 ^a	29,10
1993	13	1 363,19 ^a	47,09	9	350,34 ^a	27,18
1994	26	1 458,59 ^b	35,58	17	395,64 ^a	19,96
1995	37	1 351,25 ^a	29,55	48	397,85 ^a	12,34
1996	19	1 288,99 ^a	41,73	67	414,96 ^b	10,54
1997	—	—	—	98	444,26 ^b	8,72
1998	—	—	—	100	424,16 ^c	8,50
1999	—	—	—	107	415,30 ^a	8,10
2000	—	—	—	130	421,82 ^c	7,30
2001	—	—	—	114	417,71 ^b	7,66
2002	—	—	—	85	432,85 ^c	9,07
2003	—	—	—	22	451,69 ^c	17,64
N° de lactation						
1	—	—	—	200	459,46 ^c	6,63
2	—	—	—	198	419,15 ^b	6,96
3	—	—	—	167	391,16 ^a	7,50
4	—	—	—	118	389,42 ^a	8,61
5	—	—	—	82	408,70 ^b	10,11
6	—	—	—	40	399,75 ^a	13,72

S1 : petite saison des pluies ; S2 : grande saison des pluies ; S3 : petite saison sèche ; S4 : grande saison sèche

a, b, c Les moyennes d'une même colonne avec la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

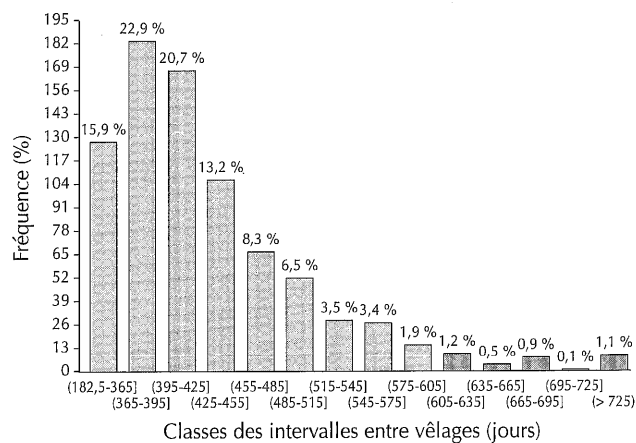


Figure 2 : distribution des intervalles entre vêlages observés à partir de 805 vêlages chez la vache Lagunaire à la ferme de Samiondji au Bénin.

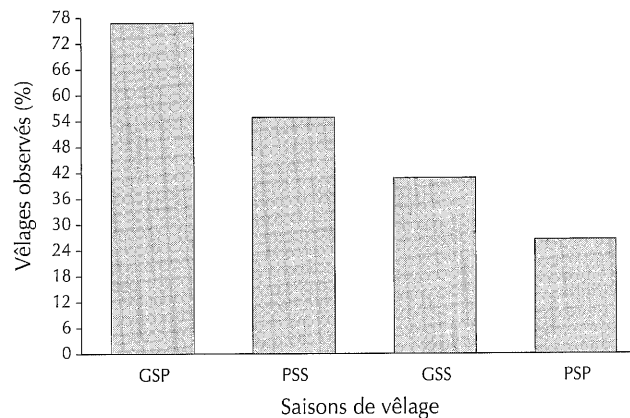


Figure 3 : fréquence des vêlages au cours de quatre saisons à la ferme de Samiondji chez la vache Lagunaire. GSP : grande saison des pluies ; PSS : petite saison sèche ; GSS : grande saison sèche ; PSP : petite saison des pluies.

■ DISCUSSION

L'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages, observés en Afrique subsaharienne en fonction des différents systèmes d'élevage et des groupes génétiques, sont présentés dans les tableaux IV et V. Ces tableaux montrent une importante variation par rapport à la race Lagunaire qui semble moins précoce mais a l'avantage d'un intervalle entre vêlages plus court dans les conditions d'élevage de la ferme de Samiondji.

L'âge au premier vêlage observé chez la Lagunaire dans la présente étude a été plus élevé par rapport à la plupart des études recensées (tableau III) mais inférieur à celui de la N'dama au Nigeria (29) et de la Méré au Burkina Faso (28). L'intervalle entre vêlages de la présente étude a été inférieur à la plupart des valeurs répertoriées dans le tableau IV. Le pic de vêlages au moment des saisons pluvieuses a également été mis en évidence par d'autres auteurs (8, 13).

L'intervalle entre vêlages de 365 jours ou d'un veau par an, objectif optimal en élevage laitier des milieux tempérés (19), sous-entend pour la vache Lagunaire un taux de conception élevé, une meilleure détection des chaleurs et un intervalle entre vêlages et

inséminations fécondantes d'au plus 90 jours. L'intervalle moyen entre vêlages de la vache Lagunaire correspond à la production de 0,86 veau par an, soit une perte de 0,14 veau par rapport aux élevages des milieux tempérés.

L'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages de la vache Lagunaire, comme toute autre race, sont tributaires des variations non génétiques comme l'année de naissance pour l'âge au premier vêlage, la saison de vêlage, l'année de vêlage et le rang de lactation pour l'intervalle entre vêlages. Le système d'élevage, les modes d'alimentation en sont en grande partie à l'origine.

L'effet de l'année sur l'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages peuvent être attribués au changement rencontré d'une année à l'autre, et aux interactions des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction (18, 20).

Les effets semblables de la saison sur l'intervalle entre vêlages ont été rapportés (9) contrairement à d'autres études (13, 22). Les vaches Lagunaires ayant vêlé pendant la grande saison des pluies et la petite saison sèche étaient celles dont les fécondations avaient eu lieu au début et à la fin de la petite saison des pluies, lorsque les pâturages offraient encore de bonnes conditions

Tableau IV

Résultats comparatifs des âges au premier vêlage chez le bétail trypanotolérant et autres races bovines tropicales (*Bos taurus*)

Race	Age moyen au premier vêlage (mois)	Milieu	Région ou pays	Source
Liberian Dwarf	25-26 28-30	Station	Liberia	Weijer et Tappan, 1969, Firestone Plantations Co.
N'dama	35,6 ± 0,7	Monte libre	Côte d'Ivoire	Coulomb, 1976, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	36	Monte contrôlée	Côte d'Ivoire	Coulomb, 1976, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	38,5	Station	Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1991, FAO ; Yesso et coll., 1986, Idessa
	39 ± 1,6	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. Agric. Sci.</i>
	39,4	Contrôlé	Musaia, Sierra Leone	Touchberry, 1967, University of Illinois
	40,5	Savane naturelle	Nigeria	Akinoku, 1970, <i>Nigeria Agric. J.</i>
	41	Savane naturelle	Nigeria	Claus, 1976, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
	42,5 ± 1,3	Station	Sotuba, Mali	Pagot et Delaine, 1959, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	47	Savane naturelle	Oyo, Nigeria	Olutogun, 1976, University of Ibadan
Méré	48-60	Villageois	Burkina Faso	Mordant et Lebrun, 1969, Iemvt
Baoulé	25,7 ± 1,3	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Tidori et coll., 1975, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	39	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Sada, 1968, <i>Ghana J. Agric. Sci.</i> ; Yesso et coll., 1986, Idessa
Ghana Shorthorn	34,8 ± 1,2	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. Agric. Sci.</i>
Muturu	21	Station	Vom, Nigeria	Roberts et Gray, 1973, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i>
Borgou	30,1-39	Elevage extensif et amélioré	Kokoubou, Bénin	Adamou-N'Diaye et coll., 2002, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
Lagunaire	36-42	Elevage extensif	Golfe du Bénin	CIPEA, 1979 ; Domingo, 1976, ACCT
	42-48	Elevage extensif	Togo	Agbemelo, 1983, Institut polytechnique rural de Katibougou
	45,5 ± 6,0	Station	Samiondji, Bénin	

Tableau V

Résultats comparatifs des intervalles entre vêlages chez le bétail trypanotolérant et autres races tropicales (*Bos taurus*)

Race	Intervalle entre vêlages (j)	Milieu	Région ou pays	Source
Méré	540-730	Villageois	Burkina Faso	Mordant et Lebrun, 1969, <i>lemvt</i>
Baoulé	421	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Tidori et coll., 1975, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	439,84 ± 141,30 (n = 689)	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1991, FAO ; Yesso et coll., 1986, Idessa
Ghana Shorthorn	444 ± 13 (n = 99)	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. Agric. Sci.</i>
N'Dama	441,06 ± 136,88	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1991, FAO ; Yesso et coll., 1986, Idessa
	457 ± 12 (n = 111)	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. Agric. Sci.</i>
	472-570	Savane naturelle	Nigeria	Akinoku, 1970, <i>Nigeria Agric. J.</i> ; Chicoteau, 1989, Thèse Doct. Sci. ; Olutogun, 1976, University of Ibadan
N'Dama x Keteku	548 (n = 969)	Ranch	Nigeria	Olutogun, 1976, University of Ibadan
Somba	554,8 ± 171,0	Elevage traditionnel	Canton de Nadoba et Waranga, Togo	Adanheloussi et coll., 2003, <i>Tropicultura</i>
Borgou	450,5 ± 134,0	Elevage semi-amélioré	Kokobou, Bénin	Adamou-N'Diaye et coll., 2002, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
Lagunaire	547,9	Elevage traditionnel	Togo	Agbemelo, 1983, Institut polytechnique rural Katibougou
	426,0 ± 85,0	Station	Samiondji, Bénin	

d'alimentation. Ces vaches auraient connu une augmentation de poids avant le vêlage et un état d'embonpoint satisfaisant pendant le vêlage, ce qui aurait raccourci la durée de l'ancestrus du post-partum, les prédisposant ainsi à la régularité et/ou la précocité du cycle sexuel, effets unanimement admis par d'autres auteurs (15, 36). Bien que l'effet de la température n'ait pas été identifié dans la présente étude comme source de variation des performances de reproduction, les températures élevées des saisons sèches sous les tropiques peuvent compromettre la fécondité de la vache Lagunaire car elles entraînent une diminution des signes de chaleurs (21, 49), une stérilité temporaire par la suppression du développement folliculaire (46), et une diminution de la fécondation et de la survie de l'embryon (24, 30). Les observations toutefois divergent par rapport à la diminution de l'intervalle entre vêlages avec le rang de lactation : aucune influence n'a été observée (40), alors que l'augmentation de l'intervalle entre vêlages avec l'âge des vaches a été mise en évidence (8, 13, 16, 22, 32, 44).

CONCLUSION

L'étude de l'âge au premier vêlage et de l'intervalle entre vêlages chez la vache Lagunaire apporte des résultats intéressants, notamment l'effet des facteurs non génétiques (l'effet de l'année de naissance sur l'âge au premier vêlage, l'effet de la saison de vêlage, de l'année et du numéro de lactation sur l'intervalle entre vêlages). La vache Lagunaire semble être peu précoce, mais elle a l'avantage d'un intervalle entre vêlages court. Cette diminution de l'intervalle entre vêlages et donc de l'intervalle entre générations pourrait permettre d'accélérer le progrès génétique.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM K.S., BOKO M., 1983. Le Bénin. Paris, France, Edicef, 96 p.
- ADAMOU-N'DIAYE M., OGODJA O.J., GBANGBOCHE A.B., ADJOVI A., HANZEN C., 2000. Intervalle entre vêlages chez la vache Borgou au Bénin. *Ann. Méd. vét.*, **145** : 130-136.
- ADAMOU-N'DIAYE M., GBANGBOCHE A.B., OGODJA O.J., HANZEN C., 2002. Fécondité de la vache Borgou au Bénin : effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **55** : 159-163.
- ADANHELOUSSI A., BASSOWA H., DEFLY A., DJABAKOU K., ADOMEFA K., KOUAGOU N.T., 2003. Les performances de la race Somba en milieu paysan. *Tropicultura*, **21** : 135-141.
- AGBEMELO K.T., 1983. Contribution à l'étude des races bovines autochtones du Togo. La race des Lagunes. Mémoire Ingénieur Sciences appliquées, Institut polytechnique rural de Katibougou, Mali, 98 p.
- AKINOKU O., 1970. A preliminary study of age at first calving and calving interval of herd of N'Dama cattle. *Nigeria Agric. J.*, **7** : 148-151.
- Cheptel national et son évolution, 1998. Rapport annuel d'activités. Cotonou, Bénin, ministère du Développement rural, direction de l'Elevage, 112 p.
- CHICOTEAU P., 1989. Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulé au milieu tropical sud-soudanien. Thèse Doct. Sci., université Paris XII, France, 174 p.
- CHOISIS J.P., CERVANTES N., LHOSTE P., 1990. Effets saisonniers sur certains paramètres de la production bovine dans les élevages mixtes de l'Etat de Colima au Mexique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 97-104.
- CIPEA, 1979. Monographie 2. Le bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale, tome I, Situation générale. Addis Abeba, Ehiopia, CIPEA, 155 p.

11. CLAUS J., 1976. Produktionsleistung Autochthoner Rinderrassen und Anätze zur Steigerung der Rindfleischherzeugung in der Feuchtsavanne Nigerias. Dr. Agr. Sci., Institut für Tierzucht und Haustiergenetik, Goettingen, Deutschland, 128 p.
12. COULOMB J., 1976. La race N'Dama : quelques caractéristiques zootechniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 367-380.
13. DJABAKOU K., GRUNDLER G., LARE K., 1991. Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes N'dama et Baoulé. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 319-324.
14. DOMINGO A., 1976. Contribution à l'étude de la population bovine des Etats du Golfe du Bénin. Thèse Doct. vét. Acct, Paris, 143 p.
15. DUNN T.G., MOSS G.E., 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.*, **70**: 1580-1593.
16. ERB H.N., SMITH R.D., OLTENACU P.A., GUARD C.L., HILLMAN R.B., POWERS I.P.A., SMITH M.C., WHITE M.E., 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **68**: 3337-3349.
17. FAO, 1967. Rapport de la réunion de groupe d'études FAO sur l'évaluation, l'utilisation et la conservation des ressources génétiques animales. Rome, Italie, FAO.
18. GYAWU P., 1988. A study of some factors affecting the reproductive efficiency (post partum anoestrus) in N'dama cattle in the tropics. Rome, Italy, FAO, 34 p.
19. HAFEZ E.S.E., 1993. Reproduction in farm animals. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febiger.
20. HANZEN C., HOUTAIN J.Y., LAURENT Y., ECTORS F., 1996. Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. *Ann. Méd. vét.*, **140** : 195-210.
21. HER E., WOLFENSON D., FLAMENBAUN I., FOLMAN Y., KAIN M., BERMAN A., 1988. Thermal productive and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. *J. Dairy Sci.*, **71**: 1085-1092.
22. KAMGA P., MBANYA J.N., AWAH N.R., MBOHOU Y., MANJELI Y., NGUEMDJOM A., KAMGA PAMELA B., NJWE R.M., BAYEMI P.H., NDI C., IMELE H., KAMENI A., 2001. Effets de la saison de vêlage et de quelques paramètres zootechniques sur la production laitière dans les hauts plateaux de l'ouest du Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 55-61.
23. La sélection animale pourquoi et comment, 2002. Bulletin trimestriel de liaison du projet de développement de l'élevage Phase III, n° 006. Cotonou, Bénin, CNS.
24. LEE C.N., 1993. Environmental stress effects on bovine reproduction. *Vet. Clin. N. Am., Food Anim. Pract.*, **9**: 263-273.
25. LIN C.Y., MCALLISTER A.J., BATRA T.R., LEE A.J., ROY G.L., VESELY J.A., WAUTHY J.M., WINTER K.A., 1986. Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, **69**: 760-768.
26. LITTLE W., KAY R.M., 1979. The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Anim. Prod.*, **29**: 131-142.
27. MOAZAMI-GOUDARZI K., BELEMSAGA D.M.A., CERIOTTI G., LALOE D., FAGBOHOUN F., KOUAGOU N'T., SIDIBE I., CODJIA V., CRIMELLA M.C., GROSCLAUDE F., TOURE S.M., 2001. Caractérisation de la race bovine Somba à l'aide de marqueurs moléculaires. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 129-138.
28. MORDANT J., LEBRUN J.P., 1969. Le potentiel zootechnique de la Haute-Volta. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 327 p.
29. OLUTOGUN O., 1976. Reproductive performance and growth of N'Dama and Keteku cattle under ranching conditions in the Guinea savannah of Nigeria. Doct. Thesis, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, 292 p.
30. ORR M.N., COWAN R.T., DAVIDSON T.M., 1993. Factors affecting pregnancy rate in Holstein-Friesian cattle mated during summer in tropical environment. *Aust. vet. J.*, **70**: 251-256.
31. PAGOT J., DELAINE R., 1959. Etude biométrique de la croissance des taurins N'Dama. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **12** : 405-416.
32. PARMAR O.S., DEV D.S., DHAR N.L., 1980. Intense mating among Jersey and Hariana cattle. *Indian J. Dairy Sci.*, **33**: 465-467.
33. PHILLIPS R.W., 1974. Conservation, évaluation et utilisation des ressources génétiques animales. *Revue mond. Zootech.*, **9** : 2-7.
34. PRADA N., 1979. Dairy crossbreeding programme in Cuba. In: Proc. Colloq. Value of crossbreeding in different production systems, Havana, Cuba, 23-29 September 1979. *Mem. Assoc. Latin Am. Prod. Anim.*, **14**: 163-167.
35. ROBERTS C.J., GRAY A.R., 1973. Studies on trypanosome-resistant cattle. I. The breeding and growth performance of N'Dama, Muturu and zebu cattle maintained under the same conditions of husbandry. *Trop. Anim. Health Prod.*, **5**: 211-219.
36. ROWLANDS G.J., WOU DYALEW M., AUTHIE E., D'ITEREN G.D.M., LEAK S.G.A., NAGDA S.M., 1994. Effects of trypanosomiasis on reproduction of East African zebu cows exposed to drug-resistant trypanosomes. *Prev. vet. Med.*, **21**: 237-249.
37. SADA I., 1968. The length of the gestation period, calving interval and service period in indigenous West African cattle: N'Dama, West African Shorthorn and Sokoto Gudale. *Ghana J. Agric. Sci.*, **1**: 91-97.
38. SINSIN B., TEKA O., HOUNGUE G., MAMA A., 2002. Suivi écologique et gestion des écosystèmes. Rapport annuel. Calavi, Bénin, ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche, 28 p.
39. SINTONDJI B., 1986. De l'évolution pondérale du bovin africain sur pâturages naturels en milieu fermier. Cas des types Lagunaire et Borgou au ranch de Samiondji, au Bénin. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 103-106.
40. SLAMA H., WELLS M.E., ADAMS G.D., MORISSON R.D., 1976. Factors affecting calving interval in dairy herds. *J. Dairy Sci.*, **59**: 1334-1339.
41. STATISTICA, 2001. Version 6.1. Maisons-Alfort, France, StatSoft.
42. TIDORI E., SERRES H., RICHARD D., AJUZIUGU J., 1975. Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 499-511.
43. TOUCHBERRY R.W., 1967. A study of the N'Dama cattle at the Musia Animal Husbandry Station in Sierra Leone. Urbana, IL, USA, University of Illinois Agricultural Research Station.
44. VALLET A., MANIERE J., 1988. L'infécondité en troupeau allaitant. *Rec. Méd. vét.*, **164** : 6-7.
45. WEIJER J., TAPPAN W.C., 1969. A genetic and commercial analysis of the Firestone plantation cattle herd. Research Department Report No 46. Monrovia, Liberia, Firestone Plantations Company.
46. WILSON S.I., MARION R.S., SPAIN J.N., SPIERS D.E., KEISLER D.H., LUCY M.C., 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. I. Lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **81**: 2124-2131.
47. YESSO P., MEYER C., DOFFANGUI K., 1991. Reprise post-partum et cyclicité des vaches trypanotolérantes en fonction de la variation saisonnière en région du centre de Côte d'Ivoire. In: 3^e atelier Reproduction du bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest et centrale. Rome, Italie, FAO, p. 36-54.
48. YESSO P., MEYER C., YAO KOUAKOUK M., 1986. Production de viande. Opération : reproduction des bovins et des ovins. Quelques résultats de la reproduction des bovins Baoulé et N'Dama au Centre élevage Idessa de Bouaké, Côte d'Ivoire. Note technique. Bouaké, Côte d'Ivoire, Idessa, 15 p.
49. YOUNAS M., FUQUAY J.W., SMITH A.E., MOORE A.B., 1993. Oestrus and endocrine responses of lactating Holsteins to forced ventilation during summer. *J. Dairy Sci.*, **76**: 430-436.

Reçu le 24.08.2004, accepté le 19.01.2005

Summary

Alkoiret T.I. , Gbangboche A.B. Fecundity of the Lagune Cow in Benin. Age at first calving and Calving Intervals

Data collected from 1987 to 2003 at the Samiondji farm in Benin were used to study the age at first calving ($n = 200$) and calving intervals ($n = 805$) in the Lagune cow. The age at first calving was 1373 ± 180 days (4 ± 0.5 years) and calving intervals were 426 ± 85 days (14 ± 2.8 months). The year of calving, season of calving and lactation rank significantly influenced calving intervals, whereas only the birth year had a significant effect on the age at first calving.

Keywords: Lagune cattle – Cow – Fertility – Parturition interval – Reproductive performance – Benin.

Resumen

Alkoiret T.I. , Gbangboche A.B. Fecundidad de la vaca de Laguna en Benin: edad al primer parto e intervalo entre partos

Los datos recolectados entre 1987 y 2003 en la finca de Samiondji, en Benin, sirvieron para el estudio de la edad al primer parto ($n = 200$) y del intervalo entre partos ($n = 805$) en la vaca de Laguna. La edad al primer parto fue de 1373 ± 180 días ($4 \pm 0,5$ años) y el intervalo entre partos de 426 ± 85 días ($14 \pm 2,8$ meses). El año de parto, la estación de parto y el rango de lactación influenciaron significativamente el intervalo entre partos, mientras que únicamente el año de nacimiento influyó significativamente la edad al primer parto.

Palabras clave: Ganado bovino Laguna – Vaca – Fertilidad – Intervalo entre partos – Reproductividad – Benin.

Variations saisonnières de l'œstrus et de l'ovulation chez la chèvre locale Maure en Tunisie

N. Lassoued^{1*} M. Rekik²

Mots-clés

Caprin – Chèvre – Cycle œstral – Ovulation – Saison d'accouplement – Reproduction – Tunisie.

Résumé

Un total de 22 chèvres Maures tunisiennes ont permis de caractériser les variations saisonnières des activités d'œstrus et d'ovulation sur une période de 14 mois. Durant la période expérimentale, les chèvres ont été maintenues non gravides. Elles ont été conduites sur des parcours naturels et ont reçu un apport constant en concentré de 200 g par chèvre et par jour. En outre, elles ont été exposées à une photopériode naturelle et maintenues en présence continue des boucs. Des boucs munis de tabliers ont été utilisés pour la détection biquotidienne du comportement d'œstrus, alors que l'examen de l'activité ovarienne a été réalisé par des endoscopies mensuelles. Au cours de la saison sexuelle, qui s'est étendue de septembre à mars, 80 p. 100 des chèvres ont montré un comportement d'œstrus au moins une fois et 53 p. 100 de la totalité des cycles œstriens ont été accompagnés d'ovulation. Cette saison a précédé une période d'inactivité sexuelle de mars à août. L'incidence des cycles œstriens anormaux de courte durée a été plus élevée vers la fin de la saison sexuelle. Pendant le mois de septembre, 86 p. 100 des chèvres ont montré un comportement d'œstrus. La même distribution saisonnière a été aussi observée pour l'activité cyclique ovarienne. La proportion de femelles ovulant pendant la saison sexuelle a augmenté progressivement à partir du mois de septembre pour atteindre un maximum de 100 p. 100 en décembre et a commencé ensuite à baisser pour atteindre un minimum de 14 p. 100 au mois de mars. La valeur moyenne du taux d'ovulation a été de $1,51 \pm 0,29$, atteignant un maximum de $1,94 \pm 0,74$ au début de la saison sexuelle en septembre et un minimum de $1,25 \pm 0,50$ à la fin de cette saison, au mois de mars. Le taux d'ovulation a été nul entre les mois d'avril et d'août inclus. L'écart entre le début et la fin de la saison sexuelle a été significativement différent ($P < 0,05$). En conclusion, les chèvres locales en Tunisie, sous un milieu semi-aride, ont un rythme reproductif saisonnier.

INTRODUCTION

L'existence des variations de l'activité sexuelle au cours d'une année a été rapportée chez plusieurs races ovines et caprines dans le monde. C'est une donnée fondamentale sur la physiologie de la reproduction des chèvres dont la connaissance est très importante pour conduire la reproduction, que cela soit par saillie naturelle ou par insémination artificielle. Ces variations plus ou moins importantes dépendent surtout des races et aussi des facteurs de l'environnement,

principalement la lumière, la température, l'alimentation, avec des interactions entre individus telles que la présence ou l'absence des mâles. Dans les pays tempérés, la photopériode et l'amplitude de ses changements constituent le facteur principal déterminant l'existence ou l'absence d'activité sexuelle chez les ovins et les caprins (12). Sous des conditions tropicales et autour de l'équateur où ces changements sont faibles, il est connu que les races locales d'ovins et de caprins peuvent se reproduire toute l'année ou bien présentent une faible saisonnalité (8) avec des baisses de fertilité (9). Toutefois, il existe des variations importantes entre les races vivant sous la même photopériode d'une part (3) et des variations intra-race d'autre part. En effet, les différences entre individus peuvent être importantes (11). En Tunisie, certains travaux se sont intéressés à l'étude des variations saisonnières de l'activité sexuelle des ovins à viande de races Barbarine (13), Noire de Thibar et Queue fine de l'Ouest (15). Ces races locales ont une saison sexuelle qui s'étend de la fin du mois de

1. Institut national de recherche agronomique de Tunisie, rue Hédi Karray, 2080 Ariana, Tunisie

2. Ecole nationale de médecine vétérinaire, 2020 Sidi Thabet, Tunisie

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +216 71 230 239 ; fax : +216 71 752 897
E-mail : lassoued.narjess@iresa.agrinet.tn

juillet jusqu'au mois de février. En dehors de cette période, un certain pourcentage (50 p. 100 en moyenne) des femelles maintiennent une activité sexuelle. Les caractéristiques de reproduction des chèvres locales ont été très peu étudiées. Pourtant, le choix des stratégies et des méthodes de reproduction qui peuvent contribuer à l'amélioration de la productivité des troupeaux caprins nécessite la connaissance approfondie des variations saisonnières de l'activité sexuelle. Ainsi, le présent travail a eu pour objectif de déterminer les caractéristiques des variations de l'activité sexuelle chez la chèvre Maure de Tunisie.

MATERIEL ET METHODES

Cette étude a eu lieu à la station expérimentale de Ouesslatia, appartenant à l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie. Cette station est située à 200 km au sud-ouest de Tunis (35° 51' N et 9° 35' E) sous un climat de type semi-aride. Les données climatiques (température, humidité, pluviométrie et durée d'ensoleillement), fournies par l'Institut national de la météorologie de Tunisie, représentent une moyenne mensuelle de 30 années successives (1973-2003 ; tableau I) et la moyenne de la période d'étude (tableau II, figure 1). La pluviométrie annuelle moyenne est de 400 mm et caractérisée par sa répartition saisonnière extrêmement irrégulière.

Vingt-cinq chèvres âgées de 3 à 6 ans et ayant un poids vif moyen de 38,5 ± 3,1 kg ont été utilisées dans cette étude. Les chèvres ont été maintenues hors reproduction pendant la période de l'étude qui a

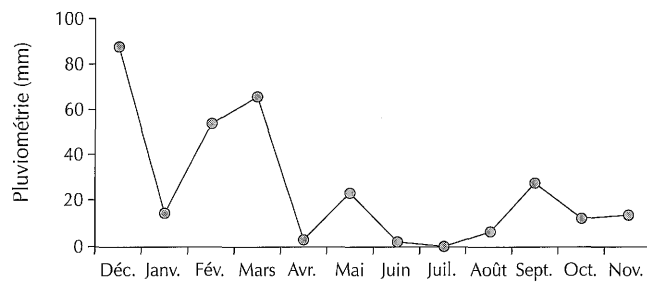


Figure 1 : pluviométrie moyenne au cours de l'année d'étude.

duré 14 mois. Elles ont été conduites sur des parcours naturels essentiellement à base d'armoise blanche, armoise champêtre, lentisque et romarin. Elles ont pâturé quotidiennement pendant 5 h et ont reçu en plus 200 g d'un concentré commercial par tête et par jour.

Les animaux ont été conduits en permanence sous une photopériode naturelle en présence de sept boucs adultes de la même race. Sur parcours, les boucs ont été munis de tabliers et en bergerie la séparation entre mâles et femelles a été faite de manière à maintenir la vue et l'odorat.

L'activité ovarienne a été contrôlée par des endoscopies mensuelles, tous les 15 du mois, selon la technique décrite par Thimonier et Mauléon (25) et l'âge des corps jaunes a été défini par leur taille et leur couleur (18). Le taux d'ovulation est défini comme étant le nombre moyen d'ovulations par cycle déduit du nombre de corps jaunes observés. Le contrôle des chaleurs a été effectué quotidiennement deux fois par jour à 6 h et 18 h pendant une heure avec des boucs munis de tabliers. Le critère d'œstrus est l'immobilisation de la femelle sous le chevauchement par le mâle (17).

La comparaison des proportions de femelles dans différentes catégories a été réalisée par un test du chi-2. Lorsque le nombre d'observations pour une catégorie était inférieur à cinq, le test exact de Fisher était utilisé. La comparaison des moyennes du taux d'ovulation pour les différents mois de la saison sexuelle a été réalisée par un test t de Student.

RESULTATS

Dès le début de l'étude, deux chèvres ont été saillies par erreur et ont été écartées après la deuxième endoscopie. Une autre chèvre a été éliminée à la quatrième endoscopie après avoir développé des adhérences au niveau de l'ovaire gauche qui ont rendu les observations impossibles. Les résultats présentés ont donc porté sur 22 chèvres.

Variations saisonnières du comportement d'œstrus

A peu près le quart des chèvres (26 p. 100) ont commencé la saison sexuelle au mois de septembre par un comportement d'œstrus sans

Tableau I

Moyennes mensuelles de la température, de l'humidité et de la pluviométrie sur 30 ans (Institut national de la météorologie)

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
T	9,2	9,9	11,9	14,8	18,8	23,1	26,3	26,5	22,9	18,4	13,7	10,3	-
H	68,5	66,8	63,5	60,6	55,5	52,6	52,0	58,0	63,2	65,3	64,8	68,3	-
PL	43,3	34,2	41,1	39,2	34,7	16,0	7,6	20,3	58,2	47,6	29,0	28,5	399,7

T : température (°C). H : humidité (%). PL : pluviométrie (mm)

Tableau II

Durée d'ensoleillement, température et pluviométrie pendant la période de l'étude

	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
E	7,3	6,3	5,1	6,1	4,5	6,7	9,4	9,5	9,9	10,9	10,6	8,1	6,9	6,5
T	19,9	12,2	9,9	8,1	8,0	10,3	14,7	18,9	23,9	26,1	27,2	23,6	19,8	13,6
P	21,9	111,5	87,5	14,8	53,8	65,6	2,2	23,3	2,0	0,0	6,2	27,8	12,2	13,6

E : durée d'ensoleillement (h/j). T : température (°C). P : pluviométrie (mm)

ovulation préalable, ni accompagnant l'œstrus. En moyenne, du mois de septembre au mois de mars, 80 p. 100 des femelles caprines ont extériorisé un comportement de chaleur. L'arrêt de l'activité œstrienne a été progressif entre février et la fin du mois de mars (figure 2).

Au cours du mois de septembre, 86 p. 100 des femelles ont montré au moins un comportement d'œstrus (figure 2). Parmi ces femelles, 47 p. 100 ont extériorisé plus d'un comportement presque dans tous les cas (8/9) séparé par un cycle de courte durée. Sur la totalité des œstrus dénombrés dans cette étude, seulement la moitié (53 p. 100) ont été accompagnés d'une ovulation. Les cycles œstriens de courte durée ont été observés au début (septembre) et d'une manière plus accentuée à la fin de la saison sexuelle (de janvier à mars) avec 68 p. 100 des chèvres montrant des cycles courts intercalés dans une série de comportements d'œstrus.

Variations saisonnières de l'activité ovulatoire

Les femelles ont commencé à ovuler à partir du mois de septembre et les ovulations se sont maintenues jusqu'au mois de mars. Au cours de cette période d'automne hiver, qui coïncide avec la saison des pluies (figure 1), le maximum de chèvres cycliques s'est situé en décembre (100 p. 100) et le minimum en mars (14 p. 100) avec une moyenne générale de l'ordre de 76 p. 100 tout au long de la saison sexuelle (figure 2).

Si nous considérons la moyenne des ovulations silencieuses (non accompagnées d'œstrus) ou des œstrus non accompagnés d'ovulation ou des ovulations accompagnées de comportement de chaleurs, nous déduisons qu'il existe une très large variabilité entre les chèvres. Toutefois, le pourcentage d'ovulations accompagnées d'œstrus a présenté des variations durant l'année (figure 3). Il a atteint un maximum de 69 p. 100 pendant le mois d'octobre et a diminué à partir du mois de janvier.

Caractéristiques des cycles sexuels

Sur les 22 chèvres, 19 ont manifesté des œstrus détectés pendant l'étude. Plusieurs types de cycles sexuels ont été observés

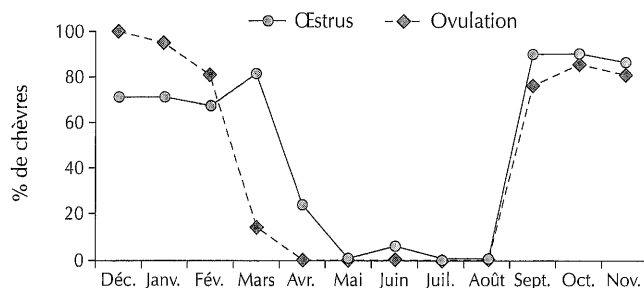


Figure 2 : évolution du pourcentage de chèvres ovulant ou montrant un comportement d'œstrus au moins une fois par mois.

et se caractérisaient généralement par une dissociation des cycles œstriens et des cycles ovulatoires. En effet, il y a eu des cycles sexuels délimités par deux œstrus, des cycles sexuels délimités par deux ovulations et des cycles normaux délimités par des ovulations accompagnées d'œstrus. Dans ce dernier type, et durant toute la période d'activité sexuelle, il a été dénombré un total de 26 cycles, soit en moyenne 1,2 cycle normal par chèvre et par saison sexuelle. La durée moyenne de ce type de cycles a été de $21,1 \pm 1,5$ jours.

Variations saisonnières du taux d'ovulation

La moyenne annuelle du taux d'ovulation a été de $1,51 \pm 0,29$. Au cours de la saison d'activité ovarienne, le taux d'ovulation a présenté un maximum au mois de septembre en début de la saison sexuelle (tableau III). Par la suite, le taux d'ovulation a diminué progressivement, mais avec une différence significative ($P < 0,05$) entre le début (septembre-octobre) et la fin (janvier-février-mars) de la saison sexuelle (tableau III).

DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que l'activité sexuelle des femelles caprines de la race locale Maure de Tunisie était très saisonnée et limitée entre mi-septembre et fin février. En dehors de cette période d'automne hiver, il n'y a eu aucune activité œstrienne ou ovulatoire. Cette variation de l'activité ovarienne a été similaire à celle de la chèvre Bédouine algérienne (4) également des régions subtropicales, et à celle de la chèvre Alpine (7) des régions tempérées. Toutefois, elle a été différente de celle de la chèvre D'Man au Maroc qui présente une activité continue avec une baisse de fertilité au printemps (9). Cette baisse est due à une diminution de l'activité ovarienne et de la manifestation du comportement de chaleur. En Guadeloupe, la chèvre Créole montre également une activité œstrienne et/ou ovulatoire pendant toute l'année (6). Le tableau IV montre quelques exemples de saisonnalité de l'activité sexuelle de différentes races caprines dans les zones tropicales, subtropicales et tempérées.

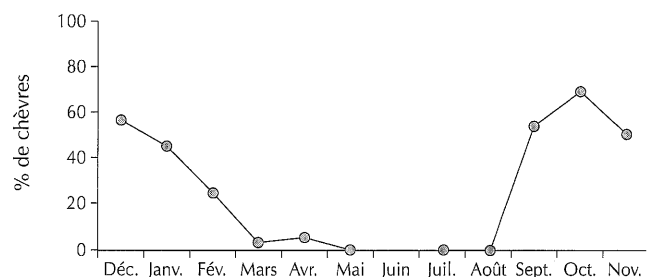


Figure 3 : variations saisonnières du pourcentage de chèvres montrant une ovulation accompagnée d'œstrus.

Tableau III

Evolution du taux d'ovulation moyen des chèvres locales Maures en Tunisie pendant les mois d'activité ovulatoire (n = 22)

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars
Nb. de chèvres ayant ovulé	17	20	17	22	20	15	4
Taux d'ovulation	1,94 ± 0,74 ^a	1,60 ± 0,49 ^{ab}	1,41 ± 0,51 ^{bc}	1,43 ± 0,59 ^{bc}	1,27± 0,45 ^c	1,21 ± 0,59 ^c	1,25 ± 0,50 ^{bc}

^{a,b,c} Les valeurs moyennes du taux d'ovulation portant une même lettre ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$)

Tableau IV

Quelques exemples de saisonnalité de l'activité sexuelle de différentes races caprines dans les zones tropicales, subtropicales et tempérées

Cyclicité	Pays	Race	Saison sexuelle	Référence
Non continue	France	Alpine	Septembre-février	Chemineau et coll., 1992, <i>Small Rumin. Res.</i>
Non continue	Tunisie	Locale Maure	Septembre-mars	Présent travail
Non continue	Algérie	Bédouine	Fin été à fin hiver	Charallah et coll., 2000, Conf. int. Caprins
Non continue	Argentine	Créole	Janvier-novembre	Rivera et coll., 2003, <i>Small Rumin. Res.</i>
Continue	Guadeloupe	Créole	Toute l'année	Chemineau, 1986, <i>Reprod. Nutr. Dev.</i>
Continue	Maroc	D'Man	Toute l'année	Derquaoui et El Khaledi, 1994, Cipea

Contrairement donc à la majorité des races ovines de l'Afrique du Nord, qui maintiennent une activité sexuelle toute l'année, la chèvre locale Maure en Tunisie est un animal dont la reproduction est saisonnière. En effet, en Tunisie, 40 à 50 p. 100 des brebis de races Barbarine (13), Noire de Thibar et Queue fine de l'Ouest (15) continuent à ovuler et à avoir un comportement d'œstrus au cours du printemps et au début de l'été. Les races ovines Tadmit en Algérie (1) ou D'Man au Maroc (14) présentent une activité sexuelle continue pendant l'année. Ce caractère saisonnier très accentué des rythmes reproductifs des chèvres locales en Tunisie est d'ailleurs confirmé par nos observations antérieures par endoscopies de leur activité ovarienne aux mois d'avril et mai et par la réponse à l'effet bouc à la même période (travaux non publiés dans la même station expérimentale). En effet, pendant dix années consécutives, aux mois d'avril et de mai, aucune chèvre du troupeau n'a été spontanément cyclique avant l'introduction des boucs, indiquant une forte intensité d'œstrus (5) et conduisant à une réponse très variable à l'effet mâle. Ces observations ainsi que les résultats de cette étude montrent que, sous une même photopériode, les autres facteurs de l'environnement, comme la température, la pluviométrie, le régime alimentaire, ou les facteurs sociaux (2, 16, 20), jouent un rôle bien plus déterminant dans l'entraînement des rythmes reproductifs chez les chèvres vivant dans les régions subtropicales. Il est également possible que, dans ce cas d'étude, il existe un effet direct de la saison des pluies sur l'apparition du comportement d'œstrus de ces chèvres. Il apparaît dans la répartition de la pluviométrie au cours de l'année d'étude (tableau II) que l'automne, et précisément le mois de novembre, était particulièrement pluvieux comparé à une moyenne de 30 années, comme indiqué au tableau I. Garcia en 1981 (10) a mis en évidence une apparition rapide du comportement d'œstrus quelques jours après le début de la saison humide chez des chèvres vivant sous un environnement aride.

La dissociation entre ovulations et œstrus (ovulations silencieuses ou œstrus non accompagnés d'ovulation) a constitué un élément marquant des cycles sexuels de la chèvre en Tunisie. Ces événements ont été plus fréquents au début ou à la fin de la saison d'activité sexuelle. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés sur d'autres races caprines (7, 21). En début de la saison sexuelle, les comportements d'œstrus observés sans ovulations préalables montrent encore une fois la différence entre la brebis et la chèvre. Chez cette dernière, l'œstradiol sécrété par les follicules en croissance durant la phase de transition entre l'œstrus et la saison sexuelle suffit pour déclencher le comportement d'œstrus sans imprégnation préalable par la progestérone comme c'est le cas pour la brebis (23, 24).

Le taux d'ovulation subit également une variation tout au long des mois d'activité ovulatoire. Il est maximum au début de la saison

sexuelle et il prend des valeurs minimales pendant le dernier tiers de la saison. Les présents résultats rejoignent ceux de Restall (19) qui a également montré que pour les chèvres australiennes, le taux d'ovulation est maximum au début de la saison de reprise de l'activité ovulatoire. En revanche, Derquaoui et El Khaledi ont montré que le taux moyen d'ovulation ne variait pas en fonction du mois chez la chèvre D'Man du Maroc (9). Les valeurs moyennes élevées du taux d'ovulation obtenues en septembre et en octobre confirment le caractère relativement prolifique des chèvres locales (22), bien que la présence continue des mâles dans le présent protocole aurait pu contribuer à augmenter le taux d'ovulation (19). Il est d'ailleurs probable que la présence continue des boucs parmi les chèvres ait pu aussi contribuer à prolonger la saison d'activité ovulatoire (21). Globalement, les présents résultats sur la diminution progressive du taux d'ovulation du début vers la fin de la saison sexuelle expliquent en partie les différences de prolificité observées dans les élevages caprins et permettent d'affirmer que, dans les troupeaux où l'objectif de prolificité est recherché, la mise à la reproduction des chèvres devrait se faire en début de la saison sexuelle.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMMAR-KHODJA F., BRUDIEUX R., 1982. Seasonal variations in the cyclic luteal ovarian activity in the Tadmit ewe in Algeria. *J. Reprod. Fert.*, **65**: 305-311.
2. BARIL G., CHEMINEAU P., COGNIE Y., GUERIN Y., LEBOEUF B., ORGEUR P., VALLET J.C., 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Rome, Italie, FAO, 231 p. (Prod. Santé Anim. n° 83)
3. BODIN L., ELSÉN J.M., HANOCQ E., FRANÇOIS D., LAJOUS D., MANFREDI E., MIALON M.M., BOICHARD D., FOULLEY J.L., SANCRISTOBAL-GAUDY M., TEYSSIER J., THIMONIER J., CHEMINEAU P., 1999. Génétique de la reproduction chez les ruminants. *Prod. Anim.*, **12**: 87-100.
4. CHARALLAH S., KHAMMAR F., AMIRAT Z., LAKHDARI Y., 2000. Evaluation de l'activité sexuelle mâle et femelle: caractérisation zootechnique et nutritionnelle chez la chèvre Bédouine. In: Actes conférence internationale sur les caprins, Tours, France, 15-21 mai 1990, tome I, p. 460.
5. CHEMINEAU P., 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male three times of the year. *J. Reprod. Fert.*, **67**: 65-72.
6. CHEMINEAU P., 1986. Seasonal behaviour and gonadal activity during the year. I. Female oestrous behaviour and ovarian activity. *Reprod. Nutr. Dev.*, **26**: 441-452.
7. CHEMINEAU P., DAVEAU A., MAURICE F., DELGADILLO J.A., 1992. Seasonality of oestrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.*, **8**: 299-312.
8. CHEMINEAU P., MALPAUX B., THIERY J.C., VIGNE C., MORELLO H., ZARAZAGA L., PELLETIER J., 1995. The control of seasonality: A challenge to small ruminant breeding. In: Enne G., Greppi F., Lauria A., Eds. Proc. XXX International Symposium of "Società Italiana per il progresso della Zootecnica", Milan, Italy, 11-13 Sept. 1995. Paris, France, Elsevier-Biofutur, p. 225-250.

9. DERQUAOU L., EL KHALEDI O., 1994. Evaluation de l'activité sexuelle pendant la saison de baisse de fertilité chez la chèvre de race D'Man. In : 2^e conférence African Small Ruminant Research Network, Arusha, Tanzania, 7-11 déc. 1992. Addis-Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 49-51.
10. GARCIA B.J.G., 1981. Genetic analysis of a crossbreeding experiment using improved dairy goat breeds and native goats in a dry tropical environment. PhD Thesis, University of California, Davis, USA.
11. HANOCQ E., BODIN L., THIMONIER J., TEYSSIER J., MALPAUX B., CHEMINEAU P., 1999. Genetic parameters of spontaneous spring ovulatory activity in Mérinos d'Arles sheep. *Genet. Sel. Evol.*, **31**: 77-90.
12. KARSCH F.J., BITTMAN E.L., FOSTER D.L., GOODMAN R.L., LEGAN S.J., ROBINSON J.E., 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog. Horm. Res.*, **40**: 185-225.
13. KHALDI G., 1984. Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'œstrus et de la durée de l'œstrus post-partum des femelles ovines de race Barbarine : Influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle. Doct. Etat Sci., université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France, 168 p.
14. LAHLOU-KASSI A., MARIE M., 1984. Sexual and ovarian function of the D'Man ewe. In: Land R.B., Robinson D.W., Eds, Genetics of reproduction in sheep. London, UK, Butterworths, p. 245-260.
15. LASSOUED N., KHALDI G., 1995. Variations saisonnières de l'activité sexuelle des brebis de races Queue Fine de l'Ouest et Noire de Thibar. *Options Méditerran.*, **6** : 27-34.
16. MANI A.U., MCKELVEY W.A.C., WATSON E.D., 1996. Effect of undernutrition on gonadotrophin profiles in non-pregnant, cycling goats. *Anim. Reprod. Sci.*, **43**: 25-33.
17. MAULEON P., DAUZIER L., 1965. Variations de la durée de l'œstrus de lactation chez les brebis de race Ile de France. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **5** : 131-143.
18. OLDHAM C.M., LINDSAY D.R., 1980. Laparoscopy in the ewe: a photographic record of the ovarian activity of ewes experiencing normal or abnormal oestrous cycles. *Anim. Reprod. Sci.*, **3**: 119-124.
19. RESTALL B.J., 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.*, **27**: 305-318.
20. RESTALL B.J., RESTALL H., WALKDEN-BROWN S.W., 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.*, **40**: 299-303.
21. RIVERA G.M., ALANIS G.A., CHAVES M.A., FERRERO S.B., MORELLO H.H., 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.*, **48**: 109-117.
22. STEIBACH J., 1988. Experiences with the evaluation of the production potential of local and imported goat breeds in northern Tunisia. *Anim. Res. Dev.*, **28**: 100-114.
23. SUTHERLAND S.R.D., 1987. Progesterone and estrogen requirements for oestrous behaviour in goat and sheep. Proc. 4th AAAP Anim. Sci. Congress, Hamilton, New Zealand, 1-6 Feb., p. 227.
24. SUTHERLAND S.R.D., 1988. Seasonal breeding and oestrus in the female goat. PhD Thesis, University of Western Australia, Perth, p. 116.
25. THIMONIER J., MAULEON P., 1969. Variations saisonnières du comportement d'œstrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **9**: 233-250.

Reçu le 26.02.2004, accepté le 05.07.2005

Summary

Lassoued N., Rekik M. Seasonal Variations of Estrus and Ovulation in Native Maure Goats of Tunisia

In an attempt to characterize seasonal variations of ovulation and estrous behavior, 22 adult non-pregnant Maure Tunisian goats were used. The experimental period lasted 14 months during which the goats were run on natural rangeland and supplemented with constant levels of concentrate (200 g/nanny goat/day). The goats were also exposed to natural photoperiod and kept in the presence of males. Aproned bucks were used twice daily to detect estrus, while ovarian activity was monitored monthly by laparoscopy. Throughout the breeding season, which occurred from September to March, 80% of the nanny goats exhibited estrus at least once and 53% of all estrous cycles were accompanied by ovulations. This season preceded a period of sexual inactivity (March-August). The incidence of abnormal short estrous cycles was higher at the end of the breeding season. During the month of September, 86% of the goats displayed estrus. A similar seasonal distribution was observed for cyclic ovarian activity, with the proportion of ovulating goats increasing gradually from September to reach 100% during December, and then declining to reach a minimum of 14% during March. The mean ovulation rate was 1.51 ± 0.29 with a maximum of 1.94 ± 0.74 at the start of the breeding season in September, and a minimum of 1.25 ± 0.50 at the end of this season in March. There was a zero evolution rate between April and August included and there was a significant difference ($P < 0.05$) between the start of the breeding season and the end. It was concluded that native goats in Tunisia, under semi-arid grazing conditions, exhibited a seasonal pattern of reproduction.

Keywords: Nannygoat – Oestrus cycle – Ovulation – Breeding season – Reproduction – Tunisia.

Resumen

Lassoued N., Rekik M. Variaciones estacionarias del estro y de la ovulación en la cabra local Maura en Tunisia

Un total de 22 cabras Mauras tunisinas permitieron caracterizar las variaciones estacionarias del estro y de la ovulación en un periodo de 14 meses. Las cabras se mantuvieron no grávidas durante el periodo experimental. Fueron conducidas por senderos naturales y recibieron un aporte constante en concentrado de 200 g por cabra por día. Fueron también expuestas a un fotoperiodo natural y mantenidas en presencia constante de machos. Se utilizaron machos marcadores para la detección bi cotidiana del comportamiento del estro, mientras que el examen de la actividad ovárica fue realizado por endoscopías mensuales. En el curso de la estación reproductiva, que se extendió de septiembre a marzo, 80% de las cabras mostraron un comportamiento de estro al menos una vez y 53% de la totalidad de los ciclos estrales fueron acompañados de ovulación. Esta estación fue precedida por un periodo de inactividad sexual de marzo a agosto. La incidencia de los ciclos estrales anormales, de corta duración fue más elevada hacia el fin de la estación reproductiva. Durante el mes de setiembre, 86% de las cabras mostraron un comportamiento de estro. La misma distribución estacionaria fue también observada en la actividad cíclica del ovario. La proporción de hembras ovulando durante la estación reproductiva aumentó progresivamente a partir del mes de setiembre, alcanzando un máximo de 100% en diciembre, seguido de una disminución con un mínimo de 14% en el mes de marzo. El valor promedio de la tasa de ovulación fue de $1,51 \pm 0,29$, alcanzando un máximo de $1,94 \pm 0,74$ en el inicio de la estación reproductiva en setiembre y un mínimo de $1,25 \pm 0,50$ al fin de esta estación, durante el mes de marzo. La tasa de ovulación fue nula entre los meses de abril y agosto incluidos. La distancia entre el inicio y el fin de la estación reproductiva fue significativamente diferente ($p < 0,05$). En conclusión, las cabras locales en Tunisia, en un medio semi árido, tienen un ritmo reproductivo estacionario.

Palabras clave: Caprino – Cabra – Ciclo estral – Ovulación – Epoca de apareamiento – Reproducción – Túnez.

Revue scientifique et technique

Numéro plurithématique

Volume 23 (3), décembre 2004

Le volume 23 (3) de la *Revue scientifique et technique* comprend 31 articles soumis par des experts du monde entier sur des sujets variés, regroupés sous les rubriques : épidémiologie et économie vétérinaire ; organisation des Services vétérinaires et prestations de services ; rapports ; et communications.

Ces articles décrivent des méthodes pour l'analyse *ex ante* de la surveillance des maladies animales, pour l'évaluation de l'impact des maladies animales sur le commerce mondial et sur l'épidémiologie de nombreuses maladies dans différentes parties du monde (par exemple, de la peste des petits ruminants en Inde, de la maladie de Newcastle au Tchad ou de la brucellose animale et humaine en Jordanie). Ils présentent des modèles organisationnels pour la santé publique vétérinaire, pour l'utilisation de bases de données Internet pour la réalisation d'études complexes en santé animale, pour le contrôle de qualité du diagnostic des maladies, ou, plus spécifiquement, pour la lutte contre la fièvre aphteuse au Mali.

La *Revue* est également un médium unique pour la publication de rapports sur la situation de différentes maladies animales dans le monde, en particulier pour les pays dont la situation zoonositaire est peu ou pas publiée (clavelée et schistosomose en Inde, anthrax et tuberculose en Ethiopie). Enfin, les lecteurs de ce numéro de la *Revue* pourront lire les travaux de chercheurs de renommée internationale sur les méthodes de diagnostic (brucellose, fièvre aphteuse), ainsi que des articles sur des thèmes divers se rapportant à l'élevage d'autruches au Zimbabwe, ou sur les problèmes rencontrés lors de la traduction à l'espagnol du *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals* de l'OIE.

ISBN 92-9044-655-2
ISSN 0253-1933

330 p.

Format : 21 x 29,7 cm

Prix : 50 euros (frais d'expédition par
voie aérienne inclus pour tous pays)

Réf. : R 23-3

OIE ♦ 12, rue de Prony
75017 Paris ♦ France

T2l.: +33 (0)1 44 15 18 88

Fax: +33 (0)1 42 67 09 87

www.oie.int o ie@oie.int

Productivité des brebis Timahdite et croisées D'man x Timahdite en station et chez les éleveurs au Maroc

I. Boujenane¹ J. Kansari²

Mots-clés

Ovin – Brebis D'man x Timahdite – Produit de croisement – Productivité – Performance de reproduction – Poids – Maroc.

Résumé

L'étude a porté sur la comparaison des productivités des brebis Timahdite et croisées D'man x Timahdite (DxT) en station et chez quatre éleveurs privés pratiquant le croisement industriel. Ainsi, une dizaine de brebis gravides DxT nées à la station ont été cédées à chaque éleveur. Au total, 131 performances de reproduction des brebis Timahdite et croisées DxT, et 188 performances de croissance et de viabilité des agneaux issus du croisement entre ces brebis et des béliers de race Ile-de-France ont été analysées. Les performances de reproduction des brebis DxT ont été supérieures à celles des brebis Timahdite, sauf pour le poids de portée à 70 jours. La taille de portée à la naissance, à 70 jours et le poids de portée à la naissance des brebis DxT ont été respectivement de 0,49 agneau, 0,32 agneau et 0,29 kg plus élevés que ceux des brebis Timahdite. Cependant, ces écarts ont été plus importants dans les élevages privés qu'en station. Les poids de portée à 70 jours des deux types génétiques n'ont pas été statistiquement différents. Pour les performances de croissance des agneaux, la race de la mère n'a eu d'effet significatif que sur le poids à 70 jours. Les agneaux issus de mères Timahdite ont pesé en moyenne 2,60 kg de plus que les agneaux nés de mères DxT. La différence entre ces deux catégories d'agneaux a été plus élevée en station (3,30 kg) que chez les éleveurs privés (1,6 kg). En conclusion, les brebis DxT ont réalisé chez les éleveurs des performances généralement plus élevées que les brebis Timahdite qui sont souvent utilisées comme support de croisement.

■ INTRODUCTION

Le croisement industriel, incluant les béliers de races à viande et les brebis de races locales, prend de plus en plus d'importance au Maroc. Ce type de croisement affecte la productivité des troupeaux à travers l'amélioration de la croissance des agneaux croisés (5, 6, 9, 10). L'utilisation des brebis ayant une prolificité élevée comme support de croisement est une autre voie d'amélioration de la productivité des troupeaux (8). Malheureusement, les brebis de race prolifique D'man et les croisées D'man sont rarement utilisées en croisement terminal au Maroc. Il est donc essentiel de montrer aux éleveurs l'intérêt d'utiliser les femelles croisées D'man dans un croisement terminal.

L'objectif de ce travail a été de comparer les performances des brebis croisées D'man x Timahdite et de leurs agneaux avec celles des brebis de race Timahdite et de leurs agneaux en station et chez des éleveurs privés.

1. Département des productions animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc
Tél./fax : +212 37 776 420 ; e-mail : i.boujenane@iav.ac.ma

2. Société nationale de développement de l'élevage, 5 rue de Salé, tour Hassan, Rabat, Maroc
Tél. : +212 37 727 782

■ MATERIEL ET METHODES

Matériel animal

Pour initier les éleveurs pratiquant le croisement terminal à l'utilisation des brebis croisées D'man, 37 brebis gravides D'man x Timahdite (DxT) ont été placées dans quatre élevages privés localisés dans les régions de Bouznika, Mediouna, Chtouka et Azenuour aux alentours de Casablanca. Ces brebis, issues du croisement entre les béliers de race D'man et les brebis de race Timahdite, étaient nées en novembre ou décembre 1994 à la station de Had Soualem de la Société nationale du développement de l'élevage. La race paternelle D'man est une race prolifique (taux de prolificité de 200 p. 100), avec un âge à la puberté précoce (5-6 mois), une saison sexuelle longue (presque toute l'année, avec une légère diminution de l'activité en mars et avril), mais des performances de croissance faibles (130-150 g/j) (2, 3). La race Timahdite est une race non prolifique (105 p. 100), rustique et possédant une bonne production laitière et une croissance satisfaisante (150 à 200 g/j) (3).

Au niveau de chaque élevage privé, les brebis DxT ont été comparées à trois brebis de race Timahdite issues du troupeau de l'éleveur. A la station, les brebis DxT ont été comparées à 10 brebis également de race Timahdite.

Mode de conduite

Lutte

Les brebis DxT placées chez les éleveurs sont nées et mises à la reproduction à la station de Had Soualem. Leur lutte ainsi que celle des autres brebis DxT et Timahdite de la station ont eu lieu du 20 juin au 20 août 1996 par des béliers de race Ile-de-France. Les brebis Timahdite des quatre élevages privés ont été saillies par des béliers également de race Ile-de-France de leurs propres élevages à des périodes différentes, allant de la mi-mai à la mi-août. Ainsi, les brebis croisées DxT (gardées à la station ou placées chez les éleveurs) et les brebis Timahdite de la station ont été saillies par les mêmes béliers, alors que les brebis Timahdite des élevages privés ont été saillies par des béliers différents, mais de même race que ceux de la station. Les agnelages des brebis DxT de la station et des élevages privés ainsi que ceux des brebis Timahdite de la station se sont étalés du 16 novembre 1996 au 15 janvier 1997. Les brebis de race Timahdite des éleveurs ont agnelé de la mi-octobre à la mi-janvier.

Alimentation

Le mode de conduite des troupeaux dans la station et dans les élevages privés était du type semi-intensif. Les brebis passaient la journée sur les parcours. La nuit en bergerie, elles recevaient une supplémentation qui différait en quantité et en composition d'une période à l'autre et d'un élevage à l'autre. Néanmoins, au cours de la période allant d'août à novembre, les brebis ont généralement été alimentées à base de concentré (mélange d'orge et de tourteau). Certains éleveurs ont incorporé de l'ensilage et du foin de luzerne dans la ration du troupeau. A partir du mois de décembre, les brebis étaient sur les parcours, puis elles ont pâturé des parcelles d'orge à partir du mois de février. L'alimentation des agneaux a consisté en un complément alimentaire à partir de l'âge d'un mois. Leur finition était faite à l'aide d'un aliment composé.

Prophylaxie

Les brebis et les agneaux ont été traités contre les parasites internes et vaccinés contre l'entérototoxicité. De plus, les brebis ont été vaccinées contre la clavelée.

Contrôles effectués

A la naissance, les agneaux ont été identifiés par une boucle (*tip-tag*) et pesés. Les informations concernant la date de naissance, le sexe, le type de naissance et le numéro de la mère ont été enregistrées. Par la suite, les agneaux ont été pesés régulièrement toutes les trois semaines jusqu'à l'âge de 70 jours.

Variables étudiées

Les caractères de reproduction étudiés ont été la taille de portée à la naissance (nombre d'agneaux nés vivants), le poids de portée à la naissance (somme des poids à la naissance des agneaux de la brebis), la taille de portée à 70 jours (nombre des agneaux présents à 70 jours par brebis ayant agnelé) et le poids de portée à 70 jours (poids des agneaux présents à 70 jours par brebis ayant agnelé). Les performances des agneaux étudiées ont été le poids à la naissance, le poids à 30 jours, le poids à 70 jours et la viabilité entre la naissance et 70 jours. Les poids à 30 jours et 70 jours ont été calculés par interpolation linéaire en utilisant les pesées prises avant et après l'âge type considéré.

Analyses statistiques

L'analyse a porté sur 131 performances des brebis et 188 performances des agneaux. La répartition des brebis et des agneaux selon le type génétique de la brebis et l'élevage est présentée au tableau I. Les données ont été analysées par la méthode des moindres carrés à l'aide de la procédure GLM du SAS (13). Dans le modèle utilisé pour l'analyse des performances de reproduction ont été inclus les effets de l'élevage (station et élevages privés, regroupant les quatre élevages privés), l'âge de la brebis (≤ 24 mois, 25-42 mois, 43-60 mois, et > 60 mois) et le type génétique de la brebis (Timahdite et croisée DxT) hiérarchisé dans l'élevage. Les performances des agneaux ont été analysées en introduisant les mêmes effets que pour les performances de reproduction, plus le type de naissance (simple, double ou triple) et le sexe (mâle ou femelle). Toutes les interactions du premier ordre ont été testées. Toutefois, seules les interactions âge de la mère x type de naissance et sexe x type de naissance se sont avérées significatives pour la viabilité entre 0 et 70 jours.

■ RESULTATS

L'objectif de l'étude a été de comparer les performances des brebis DxT et de leurs agneaux en station et chez les éleveurs, d'une part, et de comparer les performances des brebis DxT à celles des brebis

Tableau I

Répartition des brebis et des agneaux selon le type génétique et l'élevage

Elevage	Brebis			Agneaux		
	Type génétique			Type génétique de la mère		
	DxT	Timahdite	Total	DxT	Timahdite	Total
Privé	37	12	49	62	12	74
Station	72	10	82	103	11	114
Total	109	22	131	165	33	188

DxT : croisées D'man x Timahdite

Timahdite, d'autre part. Par conséquent, les effets des facteurs autres que le type génétique et l'élevage n'ont pas été discutés.

Performances de reproduction

Les moyennes arithmétiques de la taille de portée à la naissance et à 70 jours, le poids de portée à la naissance et à 70 jours des brebis Timahdite et DxT aussi bien en station que dans les élevages privés ont été respectivement de 1,43 agneau, 1,24 agneau, 4,82 kg et 21,4 kg (tableau II).

La taille de portée à la naissance a varié de 1 à 3 chez les brebis DxT et de 1 à 2 chez les brebis Timahdite. Chez les brebis DxT, les portées simples, doubles et triples ont été représentées dans respectivement 52,3, 44,0 et 3,7 p. 100 des cas. Chez les brebis Timahdite, les portées simples l'ont été dans 95,5 p. 100 des cas et les portées doubles dans 4,5 p. 100. En outre, la fréquence des portées multiples chez les brebis DxT a été plus élevée dans les élevages privés (37,8 p. 100 simples, 56,8 p. 100 doubles et 5,4 p. 100 triples) qu'en station (59,7 p. 100 simples, 37,5 p. 100 doubles et 2,8 p. 100 triples). Aucune portée multiple n'a été enregistrée chez les brebis Timahdite dans les élevages privés.

Le type génétique de la brebis a eu un effet significatif sur la taille de portée à la naissance et à 70 jours, et sur le poids de portée à la naissance, mais pas sur le poids de portée à 70 jours (tableau II). La taille de portée à la naissance, à 70 jours, et le poids de portée à la naissance des brebis DxT ont été respectivement de 0,49 agneau, 0,32 agneau et 0,29 kg plus élevés que ceux des brebis Timahdite. Cependant, les écarts entre les deux types génétiques ont varié selon l'élevage. Dans les élevages privés, les brebis DxT ont produit 0,68 agneau à la naissance, 0,51 agneau au sevrage et un poids de portée à la naissance de 1,39 kg de plus que celui des brebis de race Timahdite. Dans la station, les écarts ont été plus faibles respectivement de 0,39 agneau, 0,18 agneau et - 0,62 kg. Le poids de portée à 70 jours des brebis DxT a été de 3,0 kg de plus que celui des brebis de race Timahdite chez les éleveurs et de 4,1 kg de moins en station, mais sans que ces différences soient statistiquement différentes.

En comparant les performances des brebis DxT en station et chez les éleveurs, il apparaît que seuls la taille et le poids de portée à la naissance étaient différents. Ces différences étaient respectivement de 0,25 agneau et 0,91 kg en faveur des brebis DxT dans les élevages privés. Concernant les brebis Timahdite, les performances de reproduction étaient statistiquement similaires en station et chez les éleveurs, mais numériquement différentes et en faveur des brebis de la station.

Croissance et viabilité des agneaux

Les moyennes arithmétiques des poids des agneaux issus de mères Timahdite et DxT aussi bien en station que dans les élevages privés ont été de 3,43 kg à la naissance, 8,80 kg à 30 jours et 16,5 kg à 70 jours. La moyenne de la viabilité entre la naissance et 70 jours a été de 94 p. 100 (tableau III).

Le type génétique de la mère a eu un effet significatif sur le poids à 70 jours des agneaux, et il a été sans effet significatif sur les autres poids et sur la viabilité entre 0 et 70 jours. Ainsi, le poids à 70 jours des agneaux issus de mères de race Timahdite a été en moyenne de 2,60 kg de plus que celui des agneaux nés de mères DxT, soit 17 p. 100. La différence entre ces deux catégories d'agneaux a été plus élevée en station (3,30 kg) que chez les éleveurs privés (1,6 kg).

Les agneaux issus de mères DxT ont eu des poids à 70 jours plus élevés dans les élevages privés qu'en station. La différence a été de 1,5 kg. Cependant, les agneaux nés de mères de race Timahdite ont eu des moyennes de poids à 70 jours de 17,8 kg, similaires en station et dans les élevages privés. La viabilité entre la naissance et 70 jours des agneaux n'a pas été significativement influencée par le type génétique de la mère ($P > 0,05$).

DISCUSSION

De façon générale, les brebis croisées DxT ont réalisé des performances de reproduction plus élevées que celles des brebis de race Timahdite. Les différences ont été de 0,49 agneau soit 48 p. 100 pour la taille de portée à la naissance, 0,32 agneau soit 33 p. 100 pour la taille de portée à 70 jours et 0,29 kg soit 6 p. 100 pour le poids de portée à la naissance. Plusieurs auteurs ont rapporté que la supériorité des brebis croisées prolifiques (Finnsheep et Romanov) par rapport aux brebis non prolifiques varie de 25 à 37 p. 100 pour la taille de portée à la naissance (1, 7, 8, 11, 12), de 25 à 39 p. 100 pour la taille de portée au sevrage (1, 12) de 4 à 7 p. 100 pour le poids de portée à la naissance (1) et de 13 à 19 p. 100 pour le poids de portée au sevrage (1). La supériorité des performances des brebis croisées D'man par rapport à celles des brebis de races locales a été également rapportée par Boujenane et Kansari (6), et El Fadili et coll. (10). Elle est expliquée par l'effet positif des gènes D'man sur la prolificité des brebis croisées à travers leur action sur le taux d'ovulation. Les poids de portée à 70 jours des brebis DxT et Timahdite n'ont pas été significativement différents. Ce résultat quoique surprenant pouvait être dû au faible poids à 70 jours des agneaux issus de mères DxT comparé à celui des agneaux nés de mères Timahdite, surtout à la station où l'écart entre les poids des

Tableau II

Moyennes des moindres carrés \pm erreurs types des performances de reproduction des brebis

Source de variation	n	Taille de portée à la naissance	Taille de portée à 70 jours	Poids de portée à la naissance (kg)	Poids de portée à 70 jours (kg)
Moyenne arithmétique	131	1,43	1,24	4,82	21,4
Ecart-type	131	0,56	0,54	1,46	7,96
Type génétique : élevage		***	*	**	NS
DxT : privé	37	1,69 ^a \pm 0,09	1,43 ^a \pm 0,09	5,46 ^a \pm 0,25	23,8 \pm 1,38
DxT : station	72	1,44 ^b \pm 0,06	1,23 ^{ab} \pm 0,06	4,55 ^b \pm 0,17	19,9 \pm 0,95
Timahdite : privé	12	1,01 ^c \pm 0,16	0,92 ^b \pm 0,16	4,07 ^b \pm 0,42	20,8 \pm 2,31
Timahdite : station	10	1,05 ^c \pm 0,19	1,05 ^{ab} \pm 0,19	5,17 ^{ab} \pm 0,50	24,0 \pm 2,78

^{a,b,c} Les moyennes ajustées d'une même colonne, suivies de lettres différentes, diffèrent ($P < 0,05$)

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; NS : $P > 0,05$

Tableau III

Moyennes des moindres carrés ± erreurs types des poids et de la viabilité des agneaux

Source de variation	Poids à la naissance (kg)		Poids à 30 jours (kg)		Poids à 70 jours (kg)		Viabilité 0-70 jours (%)	
	n		n				n	
Moyenne arithmétique	151	3,43	143	8,80	141	16,5	165	94
Ecart-type		0,94		2,50		4,18		2
Type génétique : élevage		NS		NS		**		NS
DxT : privé	61	3,28 ± 0,11	55	8,14 ± 0,32	53	16,1 ^a ± 0,56	62	82 ± 3
DxT : station	90	3,20 ± 0,10	88	8,15 ± 0,27	88	14,6 ^b ± 0,46	103	86 ± 3
Timahdite : privé	12	3,13 ± 0,23	11	8,43 ± 0,61	11	17,7 ^a ± 1,02	12	79 ± 7
Timahdite : station	11	3,72 ± 0,25	11	9,56 ± 0,65	11	17,9 ^a ± 1,08	11	87 ± 8

^{a,b} Les moyennes ajustées d'une même colonne, suivies de lettres différentes, différent (P < 0,05)

**P < 0,01 ; NS : P > 0,05

deux groupes d'agneaux a atteint 3,3 kg. Boujenane et Kansari (6) ont montré que le poids de portée à 70 jours des brebis DxT est de 3,1 kg plus élevé que celui des brebis de race Timahdite, saillies dans les deux cas par des béliers de race Lacaune à viande. Cette différence est de 5,14 kg à 90 jours lorsque les brebis DxT et Timahdite sont croisées avec des béliers de races Ile-de-France, Mérinos précoce et Lacaune (10).

D'un autre côté, les différences entre les performances des brebis DxT et Timahdite ont été plus grandes dans les élevages privés que dans la station. Ceci peut être expliqué par le fait qu'en présence d'une mauvaise conduite, comme c'est généralement le cas dans de nombreuses stations au Maroc, les brebis DxT n'arrivent pas à extérioriser leur potentiel de reproduction, alors que dans les élevages privés où le mode de conduite est relativement meilleur, ce potentiel est pleinement extériorisé. Une autre explication possible à cet avantage des élevages privés est celui d'un traitement préférentiel des brebis DxT, malgré le mot d'ordre de conduire les brebis DxT de façon identique au reste du troupeau.

Les agneaux issus de mères DxT ont généralement réalisé des performances de croissance inférieures à celles des agneaux de mères Timahdite. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par Boujenane et Kansari (6), El Fadili et coll. (10), et El Fadili et Leroy (9). Cependant, les différences ont été beaucoup plus accentuées en station que dans les élevages privés où la différence de poids à 70 jours a été de 1,6 kg dans les élevages privés et de 3,3 kg en station en faveur des agneaux nés de mères Timahdite. Dickerson (8) a rapporté que les moyennes des poids à la naissance et à l'âge de 10 semaines des agneaux de mères de races locales étaient respectivement de 28 et 10 p. 100 plus élevées que celles des agneaux issus de mères croisées prolifiques (Finnsheep). La faiblesse des poids des agneaux issus de mères DxT peut être liée à l'effet négatif des gènes D'man sur les performances de croissance des agneaux croisés D'man. Boujenane et coll. (4) ont rapporté que le poids des agneaux croisés D'man diminuait lorsque le pourcentage des gènes D'man dans le génotype augmentait.

Par ailleurs, les performances de croissance réalisées par les agneaux des deux types génétiques aussi bien en station que chez les éleveurs ont été faibles, alors que des performances plus élevées étaient attendues chez les agneaux issus du croisement avec des béliers de race Ile-de-France. Ceci montre que l'élevage des agneaux n'est pas encore bien maîtrisé par les éleveurs marocains et qu'il y a beaucoup d'efforts à fournir dans ce domaine.

CONCLUSION

La productivité des brebis DxT a été généralement plus élevée que celle des brebis de race Timahdite, surtout chez les éleveurs. Devant ces résultats satisfaisants, les quatre éleveurs et d'autres ont souhaité reconduire l'opération avec des effectifs plus importants. Les performances des brebis et des agneaux pourraient être encore améliorées en respectant les besoins alimentaires des brebis aux différents stades physiologiques et en pratiquant la complémentation alimentaire pour les agneaux à partir de l'âge d'un mois. Ainsi, pour améliorer la productivité globale, la politique génétique doit être également accompagnée d'une amélioration conjointe des techniques d'élevage pour valoriser pleinement le potentiel génétique. En outre, l'organisation d'un croisement à double étage dans les élevages nécessite une organisation de la filière qui permette d'entretenir les noyaux de races pures et de renouveler facilement les effectifs des brebis croisées, tout en respectant les intérêts financiers de chaque type d'éleveurs.

Remerciements

Nous tenons à remercier les éleveurs qui ont participé à cette mise à l'épreuve des brebis croisées D'man x Timahdite, ainsi que le personnel de la station de Had Soualem.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABOUL-NAGA A.M., ABOUL-ELA M.B., MANSOUR H., GABR M., 1989. Reproductive performance of Finn sheep and crosses with subtropical breeds under accelerated lambing. *Small Rumin. Res.*, 2: 143-150.
2. BOUJENANE I., 1996. The D'man. In: Fahmy M.H., Ed., Prolific sheep. Oxon, UK, CAB International, p. 109-120.
3. BOUJENANE I., 1999. Les ressources génétiques ovines au Maroc. Rabat, Maroc, Actes Editions, 136 p.
4. BOUJENANE I., BRADFORD G.E., BERGER Y.M., CHIKHI A., 1991. Genetic and environmental effects on growth to one year and viability of lambs from crossbreeding study of D'man and Sardi breeds. *J. Anim. Sci.*, 69: 3989-3998.
5. BOUJENANE I., BERRADA D., MIHI S., JAMAI M., 1998. Reproductive performance of ewes and preweaning growth of lambs from three native Moroccan breeds mated to rams from Moroccan and improved breeds. *Small Rumin. Res.*, 27: 203-208.

6. BOUJENANE I., KANSARI J., 2002. Lamb production and its components from purebred and crossbred mating types. *Small Rumin. Res.*, **43**: 115-120.
7. COCHRAN K.P., NOTTER D.R., MCCLAUGHERTY F.S., 1984. A comparison of Dorset and Finnish Landrace crossbred ewes. *J. Anim. Sci.*, **59**: 329-337.
8. DICKERSON G.E., 1977. Crossbreeding evaluation of Finnsheep and some U.S. breeds for market lamb production. Washington DC, USA, USDA, University of Nebraska. (North Central Regional Publication No 246)
9. EL FADILI M., LEROY P.L., 2000. Comparaison de trois races de croisement terminal pour la production des agneaux croisés de boucherie au Maroc. *Ann. Méd. vét.*, **145** : 85-92.
10. EL FADILI M., MICHAUX C., DETILLEUX J., LEROY P.L., 2000. Comparison of five crossbreeding types involving Timahdit, D'man and improved terminal sire breeds of sheep: ewe reproduction, lamb survival and growth performance. *Anim. Sci.*, **71**: 435-441.
11. MARIA G.A., ASCASO M.S., 1999. Litter size, lambing interval and lamb mortality of Salz, Rasa Aragonesa, Romanov and F1 ewes on accelerated lambing management. *Small Rumin. Res.*, **32**: 167-172.
12. OLTENACU E.A.B., BOYLAN W.J., 1981. Productivity of purebred and crossbred Finnsheep. I. Reproductive traits of ewe and lamb survival. *J. Anim. Sci.*, **52**: 989-997.
13. SAS/STAT, 1988. User's Guide, vers. 6.03. Cary, NC, USA, SAS Institute.

Reçu le 18.02.2004, accepté le 11.04.2005

Summary

Boujenane I., Kansari J. Productivity of Timahdit and D'man x Timahdit Crossbred Ewes in Station and in Farms in Morocco

The productivity of Timahdit and D'man x Timahdit (DxT) crossbred ewes was compared in station and in four private farms that practiced terminal crossbreeding. Ten DxT pregnant ewes born at the station were given to each farmer. The study focused on 131 reproductive performances of Timahdit and DxT ewes, and 188 growth performances and survival rates of lambs born from the crossbreeding between the ewes and Ile-de-France rams. Litter traits of DxT ewes were higher than those of Timahdit ewes, except for the litter weight at 70 days. Litter size at birth, at 70 days and litter weight at birth of DxT ewes were 0.49 lamb, 0.32 lamb and 0.29 kg, respectively, higher than those of Timahdit ewes. However, these differences were higher in private farms than in station. Litter weights at 70 days of both genetic types were not statistically different. With regard to lamb growth, the breed type of the dam affected the weight only at 70 days. Lambs born from Timahdit dams weighed on average 2.6 kg more than those born from DxT dams. This difference was higher in station (3.30 kg) than in private farms (1.6 kg). It was concluded that in general performances of DxT ewes were higher than those of Timahdit ewes, usually used as dam breed in terminal crossbreeding.

Keywords: Sheep – D'man x Timahdit ewe – Crossbred – Productivity – Reproductive performance – Weight – Morocco.

Resumen

Boujenane I., Kansari J. Productividad de las ovejas Timahdite y cruces D'man x Timahdite en una estación y donde los criadores en Marruecos

El estudio se llevó a cabo sobre la comparación de las productividades de las ovejas Timahdite y cruces D'man x Timahdite (DxT) en estación y donde cuatro criadores privados que practican el cruce industrial. De esta manera, una docena de ovejas grávidas DxT nacidas en la estación fueron cedidas a cada criador. El estudio se llevó a cabo sobre 131 rendimientos de reproducción de las ovejas Timahdite y cruces DxT y 188 rendimientos de crecimiento y de viabilidad de los corderos nacidos del cruce entre estas ovejas y los corderos de raza Ile-de-France. Los rendimientos de reproducción de las ovejas DxT fueron superiores a los de las ovejas Timahdite, excepto para el peso de la camada a 70 días. El tamaño de la camada al nacimiento, a 70 días y el peso de la camada al nacimiento de las ovejas DxT fueron respectivamente de 0,49 cordero, 0,32 cordero y 0,29 kg más elevados que los de las ovejas Timahdite. Sin embargo, las diferencias fueron más importantes en los criaderos privados que en la estación. Los pesos de la camada a 70 días de los dos tipos genéticos no fueron significativamente diferentes. Para los rendimientos del crecimiento de los corderos, la raza de la madre solo tuvo efecto significativo sobre el peso a 70 días. Los corderos nacidos de madres Timahdite pesaron en promedio 2,60 kg más que los corderos nacidos de madres DxT. La diferencia entre estas dos categorías de corderos fue más elevada en la estación (3,30 kg) que donde los criadores privados (1,6 kg). En conclusión, las ovejas DxT presentaron, donde los criadores, rendimientos generalmente más elevados que las ovejas Timahdite, las cuales se utilizan a menudo como base de cruce.

Palabras clave: Ovino – Oveja D'man x Timahdite – Producto del cruzamiento – Productividad – Reproductividad – Peso – Marruecos.



Code sanitaire pour les animaux terrestres

2004

L'objectif du *Code sanitaire pour les animaux terrestres* (ci-après dénommé *Code terrestre*) est d'assurer la sécurité sanitaire des échanges internationaux d'animaux terrestres et de leurs produits dérivés, grâce à la définition détaillée des mesures sanitaires que les autorités vétérinaires des pays importateur et exportateur doivent appliquer afin d'éviter le transfert d'agents pathogènes pour l'animal ou pour l'homme, tout en prévenant l'instauration de barrières sanitaires injustifiées.

La 13e édition intègre les amendements apportés au *Code terrestre* qui ont été adoptés par le Comité international de l'OIE lors de la 72e session générale tenue en mai 2004. Ces amendements ont été insérés dans les chapitres et annexes portant entre autres sur les sujets suivants : notification et informations épidémiologiques, obligations et éthique dans les échanges internationaux, évaluation des services vétérinaires, zonage et compartimentation, lignes directrices pour l'appréciation de l'équivalence de mesures sanitaires, fièvre aphteuse, influenza aviaire hautement pathogène, peste bovine, péripneumonie contagieuse bovine, rage, encéphalopathie spongiforme bovine, grippe équine, acarapisose des abeilles mellifères, loque américaine des abeilles mellifères, loque européenne des abeilles mellifères, varroose des abeilles mellifères et lignes directrices pour la reconnaissance ou le recouvrement du statut de pays ou de zone indemnes de fièvre aphteuse. Un nouveau chapitre relatif à l'infestation des abeilles mellifères par l'acarien *Tropilaelaps* ainsi que de nouvelles annexes relatives au bien-être animal, à l'analyse de risque appliquée à l'antibiorésistance et aux facteurs à prendre en compte pour la conduite de l'appréciation du risque d'ESB ont été incorporés dans cette nouvelle édition.

Dans une première partie sont présentés les définitions des termes ou expressions utilisés, les procédures de déclaration des maladies au niveau international, les règles d'éthique en matière d'échanges internationaux et de certification, les principes de l'analyse de risque à l'importation, ainsi que la façon dont doivent s'organiser les procédures d'importation et d'exportation. Dans une deuxième partie sont présentées les mesures portant sur les maladies « prioritaires » pour les échanges internationaux et tenant compte d'un large éventail de situations qui peuvent exister dans les Pays membres.

Les annexes du *Code terrestre* regroupent un ensemble de recommandations, en particulier sur la collecte et le traitement hygiéniques de la semence et des embryons, l'hygiène dans les élevages de volailles reproductrices et les couvoirs, et le transport des animaux. Elles fournissent également des normes pour la surveillance épidémiologique de certaines maladies animales.

Figurent également dans le *Code terrestre* une série de certificats vétérinaires internationaux qui peuvent servir de modèles pour harmoniser la présentation des documents, ainsi qu'un guide à l'attention de ses utilisateurs.

Le *Code terrestre* de l'OIE constitue un ouvrage de référence indispensable aux responsables des autorités vétérinaires, des services d'importation et d'exportation, aux épidémiologistes, ainsi qu'aux personnes intéressées par le commerce international.

Le Code terrestre est publié dans les trois langues officielles de l'OIE (anglais, espagnol et français), ainsi qu'en russe. Le contenu de la dernière édition du Code terrestre peut être consulté sur le site Web de l'OIE : http://www.oie.int/fr/normes/mcode/F_summry.htm

Productivité numérique et pondérale des brebis produites du croisement entre la D'man et la race locale Queue fine de l'Ouest

M. Rezik^{1*} I. Ben Salem¹ M. Ben Hamouda²
H. Diallo³ H. Ammar¹ R. Aloulou⁴

Mots-clés

Ovin – Race à haut rendement – Croisement – Taille de la portée – Productivité – Tunisie.

Résumé

La productivité des brebis F1 issues du croisement entre la race prolifique D'man et la race locale Queue fine de l'Ouest (D'man x QFO) accouplées en croisement terminal avec des béliers de race Brune noire de Suisse (BNS) a été quantifiée et comparée à celle (i) des brebis QFO et D'man respectivement conduites en race pure en station de recherche à l'École supérieure d'agriculture du Kef (Esak) et (ii) des brebis QFO conduites également en race pure mais en conditions de production (El-Mabrouka). A l'Esak, les données relatives à 343, 168 et 323 agnelages respectivement des brebis de race QFO, D'man et femelles croisées D'man x QFO, collectées entre 1995 et 2003, ont été utilisées. A la naissance, la taille de la portée moyenne a été de $1,17 \pm 0,37$, $1,76 \pm 0,71$ et $1,40 \pm 0,55$ respectivement pour les brebis QFO, D'man et D'man x QFO alors qu'à 90 jours après la mise bas, ces performances ont été de $1,13 \pm 0,40$, $1,65 \pm 0,70$ et $1,31 \pm 0,54$. L'année de mise bas, le génotype de la brebis ainsi que leur interaction ont été des sources de variation significatives des tailles de la portée. A 10 jours après l'agnelage, la productivité pondérale des brebis de race QFO a été de $7,3 \pm 2,5$ kg et significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celle des brebis D'man ($6,6 \pm 2,7$ kg) et D'man x QFO ($7,0 \pm 2,3$ kg). Cette tendance s'est inversée à 90 jours après l'agnelage pour les brebis D'man x QFO et D'man avec respectivement $22,9 \pm 7,7$ et $22,5 \pm 12,0$ kg, et $19,5 \pm 6,7$ kg pour les brebis QFO. Excepté l'âge de la brebis, les autres sources de variation ont affecté de manière très significative ($p < 0,001$) les mesures de productivité pondérale. A El-Mabrouka, les 1 048 et 529 agnelages relatifs respectivement aux brebis de race QFO et croisées D'man x QFO pour les années 1999, 2000 et 2001 ont été utilisés. L'année, le génotype de la brebis ainsi que son âge ont été des sources de variation très significatives ($p < 0,001$) de la taille de la portée à la naissance. Les femelles croisées ont produit en moyenne par portée 0,2 agneau de plus que les brebis de race QFO ($p < 0,05$). L'écart de productivité pondérale à 70 jours a été de l'ordre de 3 kg par brebis en faveur des brebis D'man x QFO. Les facteurs retenus ont généralement été des sources de variation significatives ($p < 0,05$) pour toutes les mesures de productivité pondérale. Les progrès réalisés dans la productivité ne justifient peut-être pas la mise en place d'un schéma de croisement qui exige beaucoup de rigueur et dont la gestion est laborieuse.

1. Ecole nationale de médecine vétérinaire, 2020 Sidi Thabet, Tunisie
2. Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles, 30 rue Alain Savary, 1002 Tunis, Tunisie
3. Institut national agronomique de Tunisie, 43 avenue Charles Nicolle, Cité Mahrajène, 1082 Tunis, Tunisie
4. Ecole supérieure d'horticulture et d'élevage de Chott Meriem, BP 47, 4042 Chott-Meriem, Sousse, Tunisie
* Auteur pour la correspondance
Tél. : +216 71 552 200 ; fax : +216 71 552 441
E-mail : rekik.mourad@iresa.agrinet.tn

■ INTRODUCTION

Contrairement à d'autres formes de production animale, l'élevage ovin sur la rive sud de la Méditerranée, caractérisé par une assez large diversité génétique et une productivité modérée (5), a maintenu un caractère extensif et les ovins sont demeurés d'importants utilisateurs des ressources naturelles marginales. Cependant, la rentabilité de l'industrie ovine, notamment celle orientée vers la production de viande, est dépendante de l'efficacité de la reproduction des

troupeaux, particulièrement la productivité numérique de la brebis estimée par le nombre d'agneaux sevrés par brebis mise à la lutte (13). Ainsi, l'augmentation de la production de viande ovine requiert l'amélioration de la productivité numérique de la brebis ; Abdulkhalik et coll. (1) concluent que l'amélioration génétique du poids total de la portée au sevrage par brebis ayant mis bas est possible à travers l'élevage des brebis ayant des tailles de portée élevées. Ceci se justifie notamment par la tendance à l'amélioration des conditions d'élevage.

Introduite en Tunisie à partir du Maroc depuis 1994, la race ovine prolifique D'man a connu une large extension, particulièrement dans le milieu oasien au sud du pays (19). Les travaux de caractérisation de la race D'man pure en Tunisie se sont surtout adressés aux performances de croissance des agneaux (2) et de productivité pondérale des brebis (3). Dans l'ensemble, les résultats obtenus en Tunisie ne diffèrent pas beaucoup de ceux rapportés pour la race dans son pays d'origine (4) et, par conséquent, ces études semblent indiquer une bonne adaptation de la race à son nouveau milieu.

En croisement avec les races locales, les études entreprises en Tunisie ont surtout permis l'étude des performances de reproduction (précocité sexuelle, fertilité, prolificité, réponse aux hormones et à la nutrition) des femelles F1 issues du croisement entre la D'man et la race à viande locale, Queue fine de l'Ouest (QFO) (15, 16, 19). Toutefois, la comparaison entre la productivité des femelles F1 et celle de leurs congénères QFO n'a pas été effectuée, tout en sachant qu'au Maroc, les brebis des races rustiques (Sardi, Timahdite) sont couramment croisées avec la D'man dans le cadre d'un schéma de croisement de double étage pour l'amélioration de la productivité (6, 8, 11).

L'objectif de cette étude a donc été de quantifier, dans un contexte semi-aride, à la fois en station de recherche et dans les conditions de production, l'amélioration des productivités numérique et pondérale résultant du croisement en double étage de la race locale QFO et impliquant la race D'man en premier croisement et la race Brune noire de Suisse (BNS) en croisement terminal.

■ MATERIEL ET METHODES

Les accouplements rapportés dans cette étude ont été réalisés dans la station de recherche de l'Ecole supérieure d'agriculture du Kef (Esak) et au sein de la Société de mise en valeur agricole El-Mabrouka (El-Mabrouka).

Milieu

Les deux stations (Esak et El-Mabrouka) sont à environ 25 km l'une de l'autre et sont toutes les deux situées dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur dans le nord-ouest du pays (35° 7' de lat. N, 9° de long. E ; pluviométrie moyenne annuelle de 370 mm ; températures moyennes de 7,3 °C et 29,6 °C, respectivement en janvier et en juillet). Dans les deux stations, le système de production est basé sur l'intégration de l'élevage ovin et la production de céréales.

Animaux et conduite

A l'Esak, les observations relatives à 343, 168 et 323 agnelages, respectivement de brebis de race QFO, D'man et croisées D'man x QFO, collectées entre 1995 et 2003, ont été utilisées. Une description détaillée des trois génotypes des brebis utilisés est rapportée par Lassoued et coll. (16). A El-Mabrouka, des observations relatives à 1 048 et 529 agnelages, respectivement de brebis de race QFO et croisées (D'man x QFO), enregistrées entre 1999 et 2001, ont été

utilisées. Les brebis QFO et croisées ont été soumises au rythme de reproduction d'un seul agnelage par an avec des mises à la lutte au printemps et des agnelages à l'automne. Par ailleurs, les brebis D'man, étant désaisonnées sur le plan reproductif, ont été conduites selon un rythme de trois agnelages en deux ans avec des pics de mise bas aux mois de mars, juillet et novembre.

A l'Esak, les trois génotypes de brebis ont été conduits dans des troupeaux séparés. A El-Mabrouka, les brebis QFO appartenaient à deux troupeaux alors que les femelles croisées étaient rassemblées en un seul troupeau. Tous les troupeaux objets de cette étude ont été soumis à un contrôle des performances qui a permis un recueil des informations relatives à la reproduction des femelles (taille de portée), la mortalité et la croissance des agneaux.

Dans les deux stations, la conduite alimentaire des femelles QFO et croisées a été quasiment la même ; il s'agissait, selon la saison, d'un pâturage sur orge en vert, jachères de céréales et chaumes. Pendant les stades physiologiques critiques (lutte, fin de gestation, allaitement), les brebis ont reçu une complémentation de foin et de concentré en quantité variable. A l'Esak, les brebis de race D'man ont reçu, en bergerie, une alimentation basée essentiellement sur le foin de vesce-avoine et le concentré. En plus, des quantités limitées d'ensilage ont été distribuées aux mères allaitantes.

Enfin, tous les animaux ont été soumis à un suivi sanitaire qui consistait en un programme de vaccination contre la fièvre aphteuse, la clavelée, la brucellose et la fièvre catarrhale. En outre, les troupeaux ont été vaccinés tous les six mois contre l'entérotaxémie et traités contre les maladies parasitaires.

Accouplements réalisés

Les brebis D'man ont été accouplées à des béliers de la même race. Les brebis QFO ont été accouplées à des béliers de la même race alors que, pour les besoins du croisement de double étage, les brebis croisées D'man x QFO ont été accouplées à des béliers importés de la race à viande BNS ou des produits de leur croisement (F1 et F2) avec la race locale Noire de Thibar.

Paramètres étudiés

La productivité numérique des femelles des trois génotypes a été estimée par la taille de la portée ; celle-ci a été calculée comme étant la somme des agneaux issus d'une même brebis et présents à la naissance (TPN), à 10 (TP10), à 70 (TP70) et à 90 (TP90) jours après la mise bas. Par ailleurs, la productivité pondérale aux âges types 10, 70 et 90 jours (PP10, PP70, PP90) a été estimée par la somme des poids des agneaux nés d'une même femelle. A El-Mabrouka, uniquement TPN, PP10, PP30 et PP70 ont été estimables.

Pendant la phase d'allaitement, la production laitière des brebis des trois génotypes à la station de l'Esak a été déterminée à intervalles de 7 à 15 jours en utilisant l'ocytocine, conformément au protocole décrit par Ricordeau et coll. (20). A cet effet, 90, 75 et 59 brebis en phase d'allaitement, respectivement des génotypes QFO, D'man et F1 D'man x QFO, ont été utilisées.

Les taux de mortalité des agneaux issus des différents accouplements ont été calculés à 90 et à 70 jours après la mise bas, respectivement à l'Esak et à El-Mabrouka.

Analyses statistiques

L'analyse de l'influence des sources de variation sur les caractères de productivité et de production laitière a été effectuée par la procédure du modèle linéaire généralisé (GLM) du logiciel SAS (21), selon les modèles linéaires suivants :

- pour la productivité numérique ont été considérés l'année de mise bas (AMB_i), le génotype de la mère (GE_j), l'âge de la brebis (AB_k), l'interaction année de mise bas et génotype (AMB_i*GE_j), et un effet troupeau hiérarchisé par génotype ($TR_l [GE_j]$) uniquement pour l'analyse de la TPN à El-Mabrouka ;
- pour la productivité pondérale ont été considérés l'année de mise bas (AMB_i), le type d'accouplement (TAC_j), l'âge de la brebis (AB_k), l'interaction année de mise bas et type d'accouplement (AMB_i*TAC_j), la taille de la portée à la naissance (TPN_l), et un effet troupeau hiérarchisé par type d'accouplement ($TR_m [TAC_j]$) uniquement pour l'analyse des poids de la portée à El-Mabrouka ;
- pour la production laitière ont été considérés le génotype de la mère (GE_j) et l'âge de la brebis (AB_k).

La comparaison entre les divers accouplements de la proportion des agneaux morts a été effectuée par un test chi-deux.

■ RESULTATS

Station de l'Esak

Facteurs de variation de la taille de la portée

L'analyse de la variance de la taille de la portée à la naissance, à 10, à 70 et à 90 jours après l'agnelage a montré que l'année de mise bas, le génotype et l'interaction année de mise bas*génotype ont affecté de manière très significative ($p < 0,001$) les tailles de la portée aux âges types retenus (tableau I). Les coefficients de détermination des modèles ont varié entre 0,20 et 0,24.

Par rapport aux races parentales (la D'man et la QFO en l'occurrence), les brebis croisées ont eu une taille de portée à la naissance intermédiaire d'environ $1,40 \pm 0,55$ (tableau II). Cette même tendance de variabilité dans la taille de la portée entre les trois

Tableau I

Sources de variation des tailles de la portée à la station de l'Esak

Caractère	Nb. obs.	Moy. \pm e.t.	R ²	Effets fixes	Probabilité
TPN	834	1,37 \pm 0,56	0,24	AMB	***
				GE	***
				AB	ns
				AMB*GE	***
TP10	834	1,34 \pm 0,55	0,21	AMB	***
				GE	***
				AB	ns
				AMB*GE	***
TP70	834	1,31 \pm 0,55	0,20	AMB	***
				GE	***
				AB	ns
				AMB*GE	***
TP90	834	1,30 \pm 0,56	0,21	AMB	***
				GE	***
				AB	ns
				AMB*GE	***

Esak : Ecole supérieure d'agriculture du Kef

Nb. obs. : nombre d'observations ; Moy. \pm e.t. : moyenne \pm écart-type

TPN : taille de la portée à la naissance ; TP10 : à 10 jours ; TP70 : à 70 jours ; TP90 : à 90 jours

AMB : année de mise bas ; GE : génotype de la mère ; AB : âge de la brebis

*** $p < 0,001$; ns : non significatif

Tableau II

Variation des tailles de la portée en fonction du génotype de la mère à la station de l'Esak

Génotype	TPN	Nb. obs.	TP10	Nb. obs.	TP70	Nb. obs.	TP90	Nb. obs.
Queue fine de l'Ouest	1,17 ^c \pm 0,37 *	343	1,15 ^c \pm 0,38	343	1,14 ^c \pm 0,39	343	1,13 ^c \pm 0,40	343
D'man	1,76 ^a \pm 0,71	164	1,71 ^a \pm 0,70	164	1,66 ^a \pm 0,70	164	1,65 ^a \pm 0,70	164
F1 (D'man x QFO)	1,40 ^b \pm 0,55	323	1,35 ^b \pm 0,53	323	1,32 ^b \pm 0,54	323	1,31 ^b \pm 0,54	323

Esak : Ecole supérieure d'agriculture du Kef

Nb. obs. : nombre d'observations

TPN : taille de la portée à la naissance ; TP10 : à 10 jours ; TP70 : à 70 jours ; TP90 : à 90 jours

* Moyenne \pm écart-type

Les valeurs sur la même colonne avec au moins une même lettre ne diffèrent pas ($p < 0,05$)

génotypes a été également respectée à 10, à 70 et à 90 jours après la mise bas (tableau II). A trois mois après l'agnelage, les brebis D'man ont gardé respectivement 0,34 et 0,52 agneau de plus que les brebis croisées et QFO. Au même stade, les brebis D'man x QFO ont eu une taille de portée supérieure d'environ 0,18 agneau par rapport à leurs congénères QFO.

Le taux de mortalité des agneaux le plus élevé a été observé chez les agneaux issus des mères D'man ou croisées D'man x QFO (respectivement 6,1 et 6,4 p. 100). Il a été plus faible ($p < 0,05$) chez les agneaux produits des brebis QFO avec une valeur de 2,9 p. 100.

Facteurs de variation des poids de la portée

L'ensemble des facteurs inclus dans le modèle d'analyse de la variance ont eu un effet très significatif ($p < 0,001$) à l'exception du facteur âge de la brebis qui n'a pas constitué une source de

variation significative pour les poids de la portée (tableau III). Les coefficients de détermination ont varié entre 0,54 et 0,71 selon le paramètre étudié.

En considérant l'effet du type d'accouplement, les brebis QFO qui ont été accouplées à des béliers de la même race ont donné des poids de la portée à 10 jours après la mise bas plus élevés comparativement aux deux autres accouplements (tableau IV). Toutefois, les poids de la portée les plus élevés à 70 et à 90 jours après la mise bas (respectivement 18,9 et 22,9 kg) ont été enregistrés pour les brebis croisées D'man x QFO, conduites en croisement de double étage avec des béliers BNS ou croisés BNS (tableau IV).

Production laitière des brebis des trois génotypes

Tout au long des 45 premiers jours de la phase d'allaitement, les brebis QFO ont donné les niveaux de production laitière les plus

Tableau III

Sources de variation des poids de la portée à la station de l'Esak

Caractère (kg)	Nb. obs.	Moy. \pm e.t.	R ²	Effets fixes	Probabilité
PP10	834	7,0 \pm 2,5	0,54	AMB	***
				TAC	***
				AB	ns
				TPN	***
				AMB*TAC	***
PP70	819	18,5 \pm 7,0	0,69	AMB	***
				TAC	***
				AB	ns
				TPN	***
				AMB*TAC	***
PP90	629	21,4 \pm 8,8	0,71	AMB	***
				TAC	***
				AB	ns
				TPN	***
				AMB*TAC	***

Esak : Ecole supérieure d'agriculture du Kef

Nb. obs. : nombre d'observations ; Moy. \pm e.t. : moyenne \pm écart-type

PP10 : poids de la portée à 10 jours ; PP70 : à 70 jours ; PP90 : à 90 jours

AMB : année de mise bas ; TAC : type d'accouplement ; AB : âge de la brebis ; TPN : taille de la portée à la naissance

*** $p < 0,001$; ns : non significatif

Tableau IV

Poids de la portée en fonction du type d'accouplement à la station de l'Esak

Accouplement	PP10 (kg)	Nb. obs.	PP70 (kg)	Nb. obs.	PP90 (kg)	Nb. obs.
QFO x QFO	7,3 ^a \pm 2,48 *	340	17,9 ^b \pm 5,98	338	19,5 ^b \pm 6,71	235
D'man x D'man	6,6 ^c \pm 2,69	164	19,1 ^a \pm 9,59	162	22,5 ^a \pm 11,96	162
BNS x F1 (D'man x QFO)	7,0 ^b \pm 2,31	320	18,9 ^a \pm 6,25	315	22,9 ^a \pm 7,68	228

Esak : Ecole supérieure d'agriculture du Kef

QFO : Queue fine de l'Ouest ; BNS : Brune noire de Suisse

PP10 : poids de la portée à 10 jours ; PP70 : à 70 jours ; PP90 : à 90 jours

Nb. obs. : nombre d'observations

* Moyenne \pm écart-type

Les valeurs sur la même colonne avec au moins une même lettre ne diffèrent pas ($p < 0,05$)

Tableau VI

Variation de la taille de la portée à la naissance en fonction du génotype de la mère à El-Mabrouka

Génotype de la mère	Nb. obs.	TPN
QFO	1 048	1,31 ^b ± 0,470 *
F1 (D'man x QFO)	529	1,51 ^a ± 0,511

Nb. obs. : nombre d'observations

TPN : taille de la portée à la naissance

QFO : Queue fine de l'Ouest

* Moyenne ± écart-type

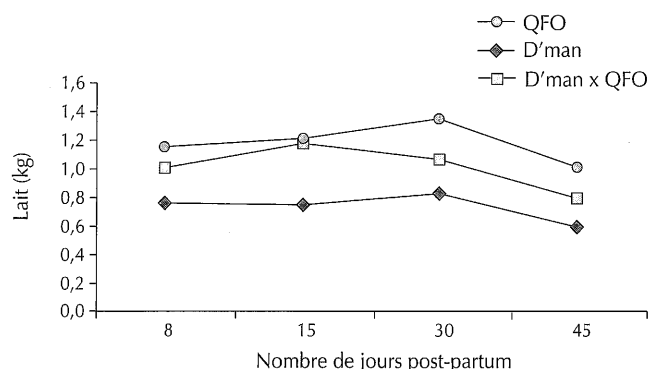
Les valeurs de TPN avec au moins une même lettre ne diffèrent pas ($p < 0,05$)

Figure 1 : production laitière des brebis de race Queue fine de l'Ouest (QFO), D'man et leur produit de croisement.

élevés en comparaison aux deux autres génotypes (figure 1). Entre les brebis des génotypes QFO et D'man x QFO, les différences n'ont été statistiquement significatives ($p < 0,05$) qu'à partir de la quatrième semaine après la mise bas, stade au cours duquel l'écart entre les brebis des deux génotypes a atteint un maximum de l'ordre de 0,36 kg de lait par brebis et par jour. Pour les quatre stades de détermination de la production laitière, les brebis D'man ont, d'une manière consistante, produit moins de lait que leurs congénères des races QFO et D'man x QFO ($p < 0,05$).

Société El-Mabrouka

Facteurs de variation de la taille de la portée à la naissance

L'année de mise bas, le génotype et l'âge de la brebis ont représenté des facteurs de variation très significatifs pour la taille de la portée à la naissance. En revanche, les autres facteurs troupeau intra-génotype et l'interaction année de mise bas*génotype n'ont pas affecté significativement ce paramètre (tableau V). L'effet du génotype de la mère sur la taille de la portée à la naissance a montré que les brebis croisées ont donné naissance à 0,20 agneau de plus que les brebis QFO conduites en race pure (tableau VI).

Le taux de mortalité des agneaux issus des différents accouplements a varié en fonction du génotype de la brebis. En effet, le taux de mortalité des agneaux issus des brebis croisées D'man x QFO a été de l'ordre de 6,6 p. 100 contre uniquement 3,3 p. 100 pour les agneaux nés des brebis QFO ($p < 0,05$).

Facteurs de variation des poids de la portée

Les coefficients de détermination du modèle ont varié entre 0,44 et 0,51. L'année de mise bas, l'âge de la brebis, la taille de la portée

à la naissance, le troupeau intra-type d'accouplement et l'interaction entre l'année de mise bas et le type d'accouplement ont significativement affecté les poids de la portée (tableau VII). Excepté le poids de la portée à 10 jours, le type d'accouplement a fortement influencé les autres mesures de poids de la portée ($p < 0,01$).

Concernant l'influence du type d'accouplement, les poids de la portée à 10, 30 et 70 jours après la mise bas ont été rapportés dans le tableau VIII pour les brebis QFO conduites en race pure et pour leur congénères croisées accouplées avec des mâles terminaux BNS ou croisés BNS.

DISCUSSION

Tailles de la portée

Pour l'étude des sources de variation des caractères de taille de la portée à l'Esak et aussi à El-Mabrouka, les coefficients de détermination ont été faibles, variant entre 0,07 et 0,24. Ceci est la conséquence de l'application d'un modèle linéaire à une variable du type discontinue (9, 14).

Le croisement de la race prolifique D'man avec la QFO a permis d'améliorer la taille de la portée à la naissance des brebis croisées F1 à raison de 0,23 et 0,20 agneau par brebis, respectivement à l'Esak et à El-Mabrouka, en comparaison aux mères locales QFO. Cette amélioration n'a été que de 0,18 agneau 70-90 jours après la mise bas, en raison d'une mortalité plus élevée des agneaux nés des mères croisées dépassant les 6 p. 100. L'augmentation de la TPN des brebis QFO par le croisement avec la D'man a été du même

Tableau V

Sources de variation des tailles de la portée à la naissance à El-Mabrouka

Caractère	Nb. obs.	Moy. ± e.t.	R ²	Effets fixes	Probabilité
TPN	1 577	1,37 ± 0,49	0,07	AMB	***
				GE	***
				AB	***
				TR (GE)	ns
				AMB*GE	ns

Nb. obs. : nombre d'observations ; Moy. ± e.t. : moyenne ± écart-type

TPN : taille de la portée à la naissance

AMB : année de mise bas ; GE : génotype de la mère ; AB : âge de la brebis ; TR : troupeau

*** $p < 0,001$; ns : non significatif

Tableau VII

Sources de variation des poids de la portée à El-Mabrouka

Caractère (kg)	Nb. obs.	Moy. ± e.t.	R ²	Effets fixes	Probabilité
PP10	1 525	7,0 ± 2,4	0,44	AMB	***
				TAC	ns
				AB	***
				TR (TAC)	***
				TPN	***
				AMB* TAC	***
PP30	1 525	11,0 ± 4,1	0,49	AMB	***
				TAC	**
				AB	***
				TR (TAC)	***
				TPN	***
				AMB* TAC	***
PP70	1 385	18,0 ± 6,2	0,51	AMB	***
				TAC	***
				AB	**
				TR (TAC)	*
				TPN	***
				AMB* TAC	***

Nb. obs. : nombre d'observations ; Moy. ± e.t. : moyenne ± écart-type

PP10 : poids de la portée à 10 jours ; PP30 : à 30 jours ; PP70 : à 70 jours

AMB : année de mise bas ; TAC : type d'accouplement ; AB : âge de la brebis ; TR : troupeau ; TPN : taille de la portée à la naissance

*** p < 0,001 ; ** p < 0,01 ; * p < 0,05 ; ns : non significatif

Tableau VIII

Poids de la portée en fonction du type d'accouplement à El-Mabrouka

Accouplement	PP10 (kg)	Nb. obs.	PP30 (kg)	Nb. obs.	PP70 (kg)	Nb. obs.
QFO x QFO	6,7 ^b ± 2,31 *	1 012	10,2 ^b ± 3,29	1 012	17,1 ^b ± 5,50	947
BNS x F1 (D'man x QFO)	7,4 ^a ± 2,62	513	11,6 ^a ± 4,03	513	20,0 ^a ± 7,14	438

PP10 : poids de la portée à 10 jours ; PP30 : à 30 jours ; PP70 : à 70 jours

Nb. obs. : nombre d'observations

* Moyenne ± écart-type

QFO : Queue fine de l'Ouest ; BNS : Brune noire de Suisse

Les valeurs sur les mêmes colonnes avec au moins une même lettre ne diffèrent pas (p < 0,05)

ordre de grandeur dans les deux stations, malgré une prolificité initiale différente des brebis QFO dans les deux stations (1,17 vs 1,31 respectivement à l'Esak et à El-Mabrouka). Ce résultat illustre la complémentarité entre les deux génotypes D'man et QFO pour l'amélioration de la prolificité. Toutefois, El-Fadili et coll. (11) n'écartent pas l'existence d'un effet hétérosis positive dans la supériorité des brebis croisées D'man, comparativement aux races locales pour la taille de la portée. Cependant, Boujenane et Bradford (6) estiment que pour tous les caractères de productivité, l'effet hétérosis positive mesuré en croisant la race locale Sardi avec la D'man est faible, souvent non significatif.

La supériorité des brebis D'man et de ses produits de croisement pour la prolificité est bien documentée (4, 7, 11), et les marges de progrès qui ont été rapportées dans cette étude sont relativement

comparables à celles obtenues au Maroc par Boujenane et Bradford (6), et Boujenane et coll. (8), qui situent à 0,24 agneau l'amélioration de la taille de la portée des brebis croisées F1 D'man x Timahdite par rapport aux brebis rustiques Timahdite. Les présents résultats sont aussi similaires aux travaux antérieurs menés en Tunisie qui situent, pour les mêmes génotypes, l'amélioration de la taille de la portée des brebis croisées à 0,19 agneau (15). Ils restent toutefois, inférieurs aux marges de progrès rapportées pour d'autres croisements avec d'autres génotypes prolifiques, comme la Romanov (18) ou la Finnoise (22). Il faut seulement préciser que cette amélioration modérée de la prolificité est de nature à mieux correspondre aux objectifs des éleveurs de la zone d'étude où l'alimentation et la conduite peuvent constituer des contraintes face à une augmentation très importante des naissances multiples. A cet égard, les résultats

des sources de variation concernant l'effet de l'année sur tous les caractères de la taille de la portée confirment l'effet modulateur de ce facteur sur la productivité numérique à travers la variabilité des conditions alimentaires auxquelles les brebis sont soumises (10, 17).

Poids de la portée

Les variations observées pour les performances de productivité pondérale ne s'expliquent pas uniquement en termes du génotype de la mère, comme c'est le cas pour la taille de la portée, mais aussi en fonction de celui du bélier. Pour cette raison, il était plus approprié d'inclure dans les modèles un effet accouplement qui approchait de manière plus réaliste les objectifs de cette étude, à savoir une comparaison de types d'accouplement que les éleveurs dans la zone d'étude pouvaient pratiquer.

Les performances de productivité des brebis croisées accouplées à des béliers BNS ou croisés BNS ont été meilleures que celles des brebis locales QFO conduites en race pure. Toutefois, l'existence d'un effet très significatif ($p < 0,001$) de l'interaction année de mise bas avec le type d'accouplement devrait interpeller sur des variations importantes des niveaux de productivité des brebis des deux génotypes en fonction de l'année. Un tel effet traduit surtout les variations des disponibilités alimentaires dans le contexte semi-aride de cette étude. L'amélioration de la productivité au profit des brebis croisées a été de 3,4 kg à 90 jours et de 3,1 kg à 70 jours après la mise bas, respectivement à l'Esak et El-Mabrouka. Toutefois, il convient de rappeler les bonnes performances à 10 jours après la mise bas des brebis QFO, qui ont été conduites en race pure, par rapport aux autres accouplements, et ceci traduit les bonnes aptitudes maternelles de cette race. Ce constat est étayé par les résultats sur la production laitière et il convient, à ce niveau, de préciser que la comparaison des niveaux de production laitière des brebis de race D'man avec leurs congénères des deux autres génotypes (QFO et D'man x QFO) est à prendre avec une certaine précaution étant donné les différences dans les modes de conduite, plus précisément la reproduction et l'alimentation.

En ce qui concerne l'amélioration de la productivité pondérale des brebis croisées aux stades 70-90 jours après la mise bas, des résultats similaires sont rapportés pour des croisements impliquant la D'man et d'autres races locales marocaines peu prolifiques (9). La supériorité de la productivité des brebis en croisement de double étage serait principalement due à la bonne prolificité à la naissance des brebis F1 (6, 11). Les auteurs de la présente étude l'attribuent aussi à une bonne rusticité de la QFO transmise aux femelles croisées et à une certaine précocité des béliers BNS ou croisés BNS en croisement terminal. Ces conclusions rejoignent d'ailleurs celles d'El-Fadili et coll. (12) qui associent cette supériorité du poids de la portée à 90 jours aux résultats cumulés de l'effet hétérosis pour la taille de la portée, la croissance et la bonne viabilité des agneaux à 90 jours.

CONCLUSION

Par rapport aux objectifs initiaux, cette étude a permis de situer approximativement à 0,2 agneau l'amélioration de la productivité numérique à la mise bas des femelles croisées D'man x QFO par rapport à leurs congénères de race rustique QFO, soit une marge de l'ordre de 15 à 20 p. 100 selon le site. Quand les femelles croisées ont été conduites en croisement avec une race bouchère, leur productivité pondérale à 70-90 jours après l'agnelage a été supérieure d'environ 3 kg à celle des brebis QFO accouplées à des béliers de même race. D'un point de vue zootechnique, cette augmentation de la productivité pondérale est relativement faible et peut s'expliquer, en partie, par un potentiel de croissance modéré des béliers utilisés

en croisement terminal. Toutefois, Les auteurs pensent que dans les conditions de réalisation de cette étude, l'amélioration obtenue ne justifie pas le recours laborieux, voire délicat, aux divers étages de croisement.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDULKHALIQ A.M., HARVEY W.R., PARKER C.F., 1989. Genetic parameters for ewe productivity traits in the Columbia, Suffolk and Targhee breeds. *J. Anim. Sci.*, **69**: 3250-3257.
2. ALOULOU R., BEDHIAF S., REKIK M., BEN HAMOUDA M., BEN SASSI M., 2002. Genetic parameters of growth traits of D'man sheep in Tunisia. In: VIIth World congress on Genetics applied to livestock production, Montpellier, France, 19-23 Aug. 2002.
3. ALOULOU R., EL HENTATI H., REKIK M., BEN HAMOUDA M., 2004. Genetic parameters of weight productivity traits of D'man ewes in Tunisia. In: 55th Annual meeting of the European Association for Animal Production, Bled, Slovenia, 5-9 Sept. 2004.
4. BOUJENANE I., 1996. The D'man. In: Fahmy M.H., Ed., Prolific sheep. Oxford, UK, CAB International, p. 109-120.
5. BOUJENANE I., 2000. Sheep genetic improvement strategies. South Mediterranean. In: Proc. joint ANPA-EAAP-CIHEAM-FAO symposium on Livestock production and climatic uncertainty in the Mediterranean, Agadir, Morocco, 22-24 Oct. 1998. Rome, Italy, EAAP, p. 205-212. (No 94)
6. BOUJENANE I., BRADFORD G.E., 1991. Genetic effects on ewe productivity of crossing D'man and Sardi breeds of sheep. *J. Anim. Sci.*, **69**: 525-530.
7. BOUJENANE I., BRADFORD G.E., FAMULA T.R., 1991. Inheritance of litter size and its components in crosses between the D'man and Sardi breeds of sheep. *J. Anim. Sci.*, **69**: 517-524.
8. BOUJENANE I., Cisse M.F., KANSARI J., HAZZAM R., 2002. Sheep productivity in autumn and spring lambing from three cross breeding systems. In: VIIth World congress on Genetics applied to livestock production, Montpellier, France, 19-23 Aug. 2002.
9. BOURFIA M., THOUCHBERRY R.W., 1993. Diallal cross of three Moroccan breed of sheep. II. Reproductive performance and productivity of purebred ewe. *J. Anim. Sci.*, **71**: 882-887.
10. CLEMENT V., POIVEY J.P., FAUGERE O., TILLARD E., LANCELOT R., GUEYE A., RICHARD D., BIBE B., 1997. Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 235-249.
11. EL-FADILI M., MICHAUX C., DETILLEUX J., LEROY P.L., 2000. Comparison of five crossbreeding types involving Timahdite, D'man and improved terminal sire breeds of sheep: ewe reproduction, lamb survival and growth performance. *Anim. Sci.*, **71**: 435-441.
12. EL-FADILI M., MICHAUX C., DETILLEUX J., LEROY P.L., 2001. Evaluation of fattening and carcass characteristics of purebred, first and second cross lambs between Moroccan Timahdite, D'man and improved meat rams. *Anim. Sci.*, **72**: 251-257.
13. GABINA D., 1989. Improvement of the reproductive performances of Rasa Aragonesa flocks in frequent lambing systems. II. Repeatability and heritability of sexual precocity, fertility and litter size. *Selection strategies. Livest. Prod. Sci.*, **22**: 87-98.
14. GATES P.J., 1993. Non-genetic breed variation in litter size in the Swedish sheep recording program. *Acta Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci.*, **43**: 144-150.
15. LASSOUED N., REKIK M., 2001. Differences in reproductive efficiency between female sheep of the Queue fine de l'Ouest purebred and their first cross with D'man. *Anim. Res.*, **50**: 373-381.
16. LASSOUED N., REKIK M., MAHOUACHI M., BEN HAMOUDA M., 2004. The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheep breeds. *Small Ruminant. Res.*, **52**: 117-125.
17. NIARE T., 1995. Croissance pré-sevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnel soudano-sahélien au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 195-202.

18. OSIKOWSKI M., BORYS B., 1996. The use of prolific sheep in various countries: Eastern Europe. In: Fahmy M.H., Ed., Prolific sheep. Oxford, UK, CAB International, p. 263-288.
19. REKIK M., LASSOUED N., YACOUBI C., 2002. Reproductive performances in ewe lambs of the Queue fine de l'Ouest and their D'man crosses following synchronisation. *Small Ruminant. Res.*, **45**: 75-78.
20. RICORDEAU G., BOCCARD R., DENAMUS R., 1960. Mesure de la production laitière des femelles ovines et bovines pendant la phase d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **9**: 98-120.

21. SAS, 1994. Users guide: statistics, Vers. 6. Cary, NC, USA, SAS Institute.
22. YOUNG L.D., FAHMY M.H., TORRES-HERNANDEZ G., 1996. Use of prolific sheep: North America. In: Fahmy M.H., Ed., Prolific sheep. Oxford, UK, CAB International, p. 289-349.

Reçu le 20.01.2005, accepté le 08.07.2005

Summary

Rekik M., Ben Salem I., Ben Hamouda M., Diallo H., Ammar H., Aloulou R. Numerical and Weight Productivities of Crossbred D'man by Local Queue Fine de l'Ouest Ewes

Productivity of F1 crossbred ewes between the prolific D'man and the local Queue fine de l'Ouest breeds (D'man x QFO) mated with terminal sires of the Brune noire de Suisse (BNS) breed was evaluated and compared to that of (i) QFO and D'man ewes respectively mated to rams of the same breed in a research station (ESAK) and of (ii) QFO ewes mated to rams of the same breed in a commercial farm (El-Mabrouka). In ESAK station, data collected between 1995 and 2003, and related to 343, 168 and 323 lambings of QFO, D'man, and F1 crosses D'man x QFO ewes, respectively, were used. At birth, the mean litter size was 1.17 ± 0.37 , 1.76 ± 0.71 , and 1.40 ± 0.54 for ewes of the QFO, D'man, and crosses D'man x QFO genotypes, respectively, whereas at 90 days after lambing, the corresponding figures were 1.13 ± 0.40 , 1.65 ± 0.70 , and 1.31 ± 0.54 . The year of lambing, genotype of the ewe as well as their interaction were significant sources of variation of all litter sizes. At 10 days after lambing, the weight productivity of QFO ewes was 7.3 ± 2.5 kg, and was thus significantly higher ($p < 0.05$) than that of D'man (6.6 ± 2.7 kg), and D'man x QFO (7.0 ± 2.3 kg) ewes. This trend was reversed 90 days after lambing with weight productivity of D'man x QFO, and D'man ewes reaching 22.9 ± 7.7 and 22.5 ± 12.0 kg, respectively, and that of QFO sheep 19.5 ± 6.7 kg. With the exception of the age of the ewe, all other sources of variation highly influenced ($p < 0.001$) most weight productivity traits. In El-Mabrouka farm, the data used concerned 1048 and 529 lambings of QFO, and D'man x QFO breeds, respectively, that occurred during years 1999, 2000 and 2001. The year of lambing, genotype of the ewe as well as its age were highly significant sources of variation for the litter size at birth. Crossbred ewes produced on average 0.2 lamb more than QFOs ($p < 0.05$). Difference in productivity at 70 days after lambing was approximately 3 kg in favor of D'man x QFO ewes and sources of variation retained in the model significantly affected ($p < 0.05$) productivity traits. The achieved levels of improvement in the productivity might not justify the adoption of such a crossbreeding scheme, which is laborious to implement and requires a lot of strictness at the field level.

Keywords: Sheep – High yielding breed – Crossbreeding – Litter size – Productivity – Tunisia.

Resumen

Rekik M., Ben Salem I., Ben Hamouda M., Diallo H., Ammar H., Aloulou R. Productividad numérica y ponderal de las ovejas originadas de cruces entre la D'man y la raza local Cola fina del oeste

Se cuantificó la productividad de las ovejas F1 originadas de cruces entre la raza prolífica D'man y la raza local Cola fina del oeste (D'man x CFO), apareadas en cruces terminales con machos de la raza Morena negra de Suiza (BNS) y se comparó con (i) ovejas CFO y D'man respectivamente, conducidas en raza pura en estación de investigación de la Escuela superior de agricultura de Kef (ESAK) y (ii) ovejas CFO conducidas igualmente en raza pura pero bajo condiciones de producción (El-Mabrouka). En la ESAK, se utilizaron los datos relativos a 343, 168 y 323 partos de ovejas de raza CFO, D'man y hembras de cruces D'man x CFO, respectivamente, recolectados entre 1995 y 2003. Al nacimiento, el tamaño promedio de la camada fue de $1,17 \pm 0,37$, $1,76 \pm 0,71$ y $1,40 \pm 0,55$ respectivamente para las ovejas CFO, D'man y D'man x CFO mientras que a los 90 días después del parto, estos rendimientos fueron de $1,13 \pm 0,40$, $1,65 \pm 0,70$ y $1,31 \pm 0,54$. El año de parto, el genotipo de la oveja, así como la interacción fueron fuentes de variación significativas para los tamaños de las camadas. Diez días después del parto, la productividad ponderal de las ovejas de raza CFO fue de $7,3 \pm 2,5$ kg y significativamente más elevada ($p < 0,05$) que la de las ovejas D'man ($6,6 \pm 2,7$ kg) y D'man x CFO ($7,0 \pm 2,3$ kg). Esta tendencia se invierte 90 días después del parto para las ovejas D'man x CFO y D'man con $22,9 \pm 7,7$ y $22,5 \pm 12,0$ kg, respectivamente, y $19,5 \pm 6,7$ kg para las ovejas CFO. Con la excepción de la edad de la oveja, las otras fuentes de variación afectaron de manera muy significativa ($p < 0,001$) las medidas de productividad ponderal. En El-Mabrouka, se utilizaron los 1 048 y 529 partos relativos respectivamente a las ovejas de raza CFO y cruces D'man x CFO para los años 1999, 2000 y 2001. El año, el genotipo de la oveja, así como su edad fueron fuentes de variación muy significativas del tamaño de la camada al nacimiento. Las hembras de cruces produjeron en promedio 0,2 corderos por camada más que las ovejas de raza CFO ($p < 0,05$). La distancia en la productividad ponderal a 70 días fue del orden de 3 kg por oveja, en favor de las ovejas D'man x CFO. Los factores retenidos fueron generalmente fuente de variación significativa ($p < 0,05$) para todas las medidas de productividad ponderal. Los adelantos realizados en la productividad no justifican tal vez el establecimiento de un esquema de cruces, cuya gestión es laboriosa y exige mucho rigor.

Palabras clave: Ovino – Raza de alta productividad – Cruzaamiento – Tamaño de la camada – Productividad – Túnez.

Evaluation d'une stratégie de réduction de la mortalité des petits ruminants en zone soudano-sahélienne du Nord-Cameroun

A. Njoya¹ D.N. Awa² A.C. Ngo Tama²
E. Cardinale³ A. Mamoudou⁴

Mots-clés

Ovin – Caprin – PPR – Helminthose – Contrôle des maladies – Cameroun.

Résumé

Cette étude a eu pour objectif principal d'évaluer l'impact d'un plan de prophylaxie sur la réduction de la mortalité des petits ruminants en milieu paysan. Elle a été menée dans 60 villages du Nord-Cameroun (provinces du Nord et de l'Extrême-Nord). Les troupeaux de petits ruminants de trente villages ont été déparasités contre les helminthoses gastro-intestinales avec du Bolu-misolND (levamisole) et vaccinés contre la peste des petits ruminants avec du BovipestovaxND; les trente autres ont servi de témoin. Au total 18 469 petits ruminants dont 10 179 traités ont été suivis mensuellement d'août 1995 à juillet 1996. Au bout d'un an, cette prophylaxie a permis une réduction significative de la mortalité ($p < 0,0001$) dont le quotient annuel est passé de 22,21 p. 100 à 10,92 p. 100 et de 25,06 p. 100 à 13,15 p. 100, respectivement chez les caprins et les ovins. L'adoption de ce plan de prophylaxie devrait être encouragée en vue de maîtriser les fortes mortalités qui ravagent actuellement les élevages des petits ruminants du Nord-Cameroun. Son intérêt économique est évident et le serait probablement davantage si les performances de reproduction et de croissance étaient prises en compte.

■ INTRODUCTION

La population des petits ruminants est de l'ordre de 1 978 900 au Nord-Cameroun (812 600 ovins et 1 166 300 caprins), représentant 58 p. 100 des effectifs nationaux (5). L'élevage de ces espèces revêt un caractère socio-économique capital pour les populations de cette région. La part des petits ruminants dans la consommation

de viande est de 17,5 p. 100 au Cameroun et le déficit entre la demande et l'offre va grandissant (5). Leur facilité de commercialisation est facteur de création de revenus monétaires. La pauvreté du couvert herbacé sahélien en saison sèche a amené les petits ruminants à s'adapter à consommer des ligneux, aux feuilles riches en éléments nutritifs. Les principales races ovines sont les Foulbé, Massa, Djallonké et Ouda. Les ovins Foulbés, les plus fréquents, ont à un an un poids moyen de 18 à 20 kg. Les chèvres, essentiellement de race Kirdi, sont des animaux de petite taille (50 cm de hauteur au garrot, 13 à 15 kg à un an), aux oreilles dressées horizontales (4).

Dans la zone dominant deux systèmes d'élevage : le système transhumant et le système sédentaire. Dans le système transhumant, les petits ruminants constituent un appoint aux grands propriétaires de bovins. Dans le système sédentaire, en saison sèche, les troupeaux de concession sont gardés par un enfant, parfois par un berger

1. Irad, BP 2123, Yaoundé, Cameroun
Tél. : +237 222 59 24 ou 222 30 22 ; fax : +237 223 35 38 ou 222 59 24
E-mail : njoya_aboubakar@yahoo.fr

2. Station polyvalente Irad, BP 415, Garoua, Cameroun

3. Cirad, département Emvt, TA/30 A, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

4. Sodecoton, projet Développement paysannal et gestion des terroirs, BP 302, Garoua, Cameroun

salarié lorsque l'effectif devient important. Après la pâture, ils reviennent dans leurs concessions respectives et sont libres ou attachés au piquet dans des enclos en épineux ou en murs de terre. La fréquence d'abreuvement est généralement de deux fois par jour. En saison des pluies, afin d'éviter des dégâts aux cultures, les petits ruminants sont en claustration dans des cases rondes couvertes de paille et aux sols parfois humides, les prédisposant aux infestations parasitaires.

Les petits ruminants ne bénéficient pas de campagne de vaccination ni de toute autre prophylaxie. Un suivi zootechnique de 60 élevages portant sur un effectif cumulé de 12 490 petits ruminants en milieu paysan mené pendant six ans au Nord-Cameroun a permis d'améliorer les connaissances sur l'élevage de ces animaux (4). Les résultats ont montré que la productivité de ces espèces est handicapée par un taux de mortalité élevé. La classe d'âge de 0 à 1 an apparaît comme la plus touchée, avec des quotients de mortalité atteignant des valeurs parfois supérieures à 50 p. 100. Martrenchar et coll. (10) indiquent que la peste des petits ruminants (PPR) est endémique au Nord-Cameroun et semble être l'une des principales causes de mortalité des petits ruminants.

Les modalités du contrôle de la mortalité des petits ruminants ont été étudiées en station. L'intérêt d'une complémentation alimentaire couplée à un plan de prophylaxie des brebis a été mis en évidence (12). Cette synergie a permis de réduire le quotient annuel de mortalité qui est passé de 53 p. 100 chez les témoins à 17 p. 100 chez les ovins traités et complémentés. Ces résultats ont permis de nouer une collaboration entre l'Institut de recherches agricoles pour le développement (Irad) de Garoua et le projet Développement paysan et gestion des terroirs du Nord-Cameroun (Dpgt). Cette collaboration a eu pour objectif principal d'évaluer à une échelle d'observation plus large (village) l'impact technico-économique de la vaccination contre la PPR et de la vermifugation contre les parasitoses gastro-intestinales sur la réduction de la mortalité des petits ruminants au Nord-Cameroun.

MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

La zone cotonnière du Nord-Cameroun est comprise entre 7° 80' et 11° de latitude nord (figure 1). La pluviométrie varie de 1 200 mm par an dans la partie sud (Toubo) à 700 mm dans la partie nord (Mora). Les savanes se présentent sous plusieurs formes de paysages : des galeries de forêts claires aux savanes herbacées. Ces galeries se réduisent et se raréfient au fur et à mesure que l'on monte vers la province de l'Extrême-Nord. L'alternance entre les différents types de végétation rencontrés est liée au gradient climatique, aux types de sols et à l'action de l'homme.

Ainsi, les régions de Maroua, Kaélé, Tchatibali et Guider sont caractérisées par d'intenses activités agricoles et d'élevage. Le manque d'eau en saison sèche pousse les bovins à partir en transhumance dès le mois de décembre dans les zones inondables (*Yaérés*) ou vers le lac Tchad, laissant derrière eux des résidus de culture et des ressources fourragères au profit des petits ruminants.

La région de Garoua Est, en dépit du développement agricole lié aux migrations des populations de la province de l'Extrême-Nord vers le nord, dispose encore de pâturages à *Setaria pumila*, *Schoenefeldia gracilis*, *Loudetia togoensis*, *Vetiveria nigritana*, *Echinochloa* spp. et *Hyparrhenia* spp., permettant d'accueillir des troupeaux transhumants.

Les régions de Garoua Ouest et de Toubo disposent de ressources pastorales abondantes. C'est une zone de savanes boisées dominée

par des andropogonées. Zone d'accueil des transhumants de saison sèche, la présence des glossines y limite le maintien des bovins toute l'année.

Dispositif expérimental

L'étude a été réalisée dans 30 secteurs de la Société de développement de la culture cotonnière du Cameroun (Sodecoton). Dans chaque secteur, deux villages accessibles en toute saison ont été choisis par le zootechnicien du secteur. L'ensemble des petits ruminants sédentaires du village ont constitué l'unité d'observation de base, et l'un des villages a été considéré comme village test et l'autre comme témoin. Les traitements ont été effectués sur tous les petits ruminants âgés d'au moins six mois au mois d'août (saison des pluies) dans les troupeaux des villages tests (30 villages). Ils consistaient en un déparasitage interne contre les helminthoses gastro-intestinales avec du BolumisolND (levamisole, à raison de 10 mg/kg poids vif) et une vaccination contre la PPR avec du BovipestovaxND (vaccin utilisé contre la peste bovine, produit par le Laboratoire national vétérinaire de Boklé, Garoua). Les troupeaux des villages témoins n'ont bénéficié d'aucun traitement. Les troupeaux de 60 villages ont été visités mensuellement d'août 1995 à juillet 1996 par les zootechniciens de secteur. Au cours de ces visites, suite à un recensement des effectifs et des entretiens avec les propriétaires des troupeaux, les mortalités et leurs causes possibles, les ventes, les abattages, les dons ainsi que les achats ont été enregistrés.

Analyse des données

Les sept régions de toute la zone d'étude ont représenté les effets fixes et les villages les effets aléatoires, car il s'agissait d'un échantillon de villages pris dans une population plus vaste de villages. Le quotient mensuel de mortalité de la région a été alors utilisé comme donnée de base dans l'analyse. Il a été calculé selon la méthode proposée par Landais et Cissoko (8). L'effectif initial (*E_i*)

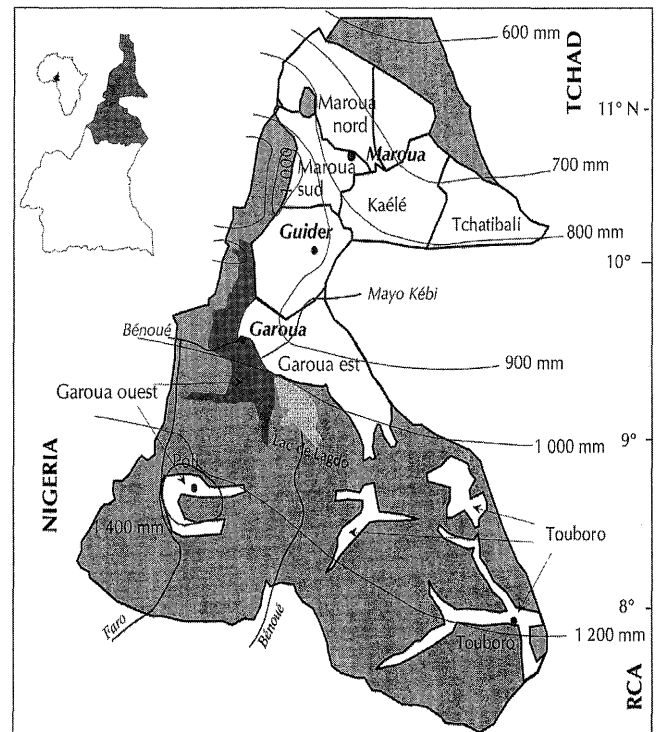


Figure 1 : régions Sodecoton et pluviométrie annuelle moyenne au Nord-Cameroun.

était le nombre d'animaux présents au début du mois. Les morts (Mrt) étaient les animaux morts au cours du mois considéré. Les émigrés (Em) étaient les animaux présents au début et sortis au cours du mois pour toute raison autre que la mort (abattage, perte, vente, troc, ou cause inconnue). Ils ont été comptés pour moitié dans le calcul du quotient de mortalité. Les immigrés n'ont pas été considérés dans le calcul du quotient de mortalité. Ainsi, le quotient mensuel de mortalité (QmM) par espèce, par traitement et par région était :

$$QmM = Mrt / [Ei - (0,5 \times Em)]$$

Dans cette étude, nous avons estimé les probabilités de survie définies par $s = 1 - QmM$. Ces données ne suivent pas une loi normale car elles sont distribuées dans l'intervalle [0, 1]. Dans ces conditions, l'utilisation du modèle linéaire sur les données brutes n'est pas appropriée car elle est susceptible d'entraîner des valeurs prédites hors de cet intervalle et elle repose sur l'hypothèse d'une distribution normale des résidus, non vérifiée par construction lors de l'analyse de données binomiales comme celles-ci. Parmi les méthodes disponibles pour pallier ces problèmes, les auteurs ont choisi d'effectuer une transformation du quotient rendant possible l'analyse par le modèle linéaire. Pour un quotient observé s , la variable analysée a été $y = \arcsin(s^{0,5})$ (6). L'analyse a commencé par un modèle complet avec toutes les interactions d'ordre 2 :

$$\arcsin[(SurM_{ijkl})^{0,5}] = E_i + T_j + R_k + M_l + (E \times T)_{ij} + (T \times R)_{jk} + (T \times M)_{jl} + (R \times M)_{kl} + (T \times R \times M)_{jkl}$$

où $SurM_{ijkl}$ est la probabilité de survie des troupeaux de l'espèce i soumis au traitement j dans la région k pendant le mois l , E_i est l'effet de l'espèce ($i = 1-2$), T_j est l'effet du traitement ($j = 1-2$), R_k est l'effet de la région ($k = 1-7$), M_l est l'effet du mois ($l = 1-12$).

Un modèle plus simple a ensuite été sélectionné sur la base du critère d'information d'Akaike qui représente un compromis entre la minimisation de la variance résiduelle et la maximisation de la précision des estimateurs. Ce critère est indiqué pour une utilisation du modèle dans un cadre de prédiction et il évite l'écueil des tests de comparaisons multiples (3).

Une fois le modèle sélectionné, la signification statistique de chaque effet a été calculée par un test de F. Les survies ont été rétablies sur leur échelle initiale par la transformation inverse : $s = [\sin(y)]^2$. Pour une espèce, la survie annuelle d'une région ou d'un traitement a été estimée à partir du produit des survies mensuelles correspondantes.

■ RESULTATS

Impact de la prophylaxie sur la réduction de la mortalité

Un village témoin a été écarté de l'analyse car ses données étaient de mauvaise qualité. L'étude a porté sur 59 troupeaux (30 traités et 29 témoins), constitués de 13 360 caprins de race Kirdi (dont 7 532 traités et 5 828 témoins) et de 5 109 ovins de races Foulbé et Oudah (dont 2 647 traités et 2 462 témoins). L'analyse des données indique un effet très significatif ($p < 0,001$) de la vaccination contre la PPR et de la vermifugation contre les parasitoses gastro-intestinales sur la réduction de la mortalité des petits ruminants en milieu paysan (tableau I). Au plan zootechnique, la prophylaxie a permis de réduire le quotient annuel de mortalité des caprins de 22 p. 100 dans les villages témoins à 11 p. 100 dans les villages traités, et des ovins de 25 p. 100 à 13 p. 100. Cela correspond à une réduction de la mortalité d'environ 50 p. 100 chez les deux espèces (tableau II). Cette réduction a été largement significative d'une

région à l'autre ($p < 0,001$), avec un effet mois extrêmement élevé ($p < 0,001$). Même si la différence entre espèces ne semble pas évidente (tableau I), le test de F dans un modèle linéaire général avec tous les termes d'interaction dans lesquels l'effet espèce est impliqué indique une différence significative ($p < 0,05$). Au plan zootechnique, la mortalité a été de 3 p. 100 plus élevée chez les ovins que chez les caprins aussi bien dans les villages témoins que dans les villages traités. Une interaction significative a été obtenue entre traitement et région ($p < 0,001$), espèce et région ($p < 0,05$), et région et mois ($p < 0,001$). L'interaction d'ordre 3 impliquant le traitement, la région et le mois a été aussi significative ($p < 0,05$). Dans un modèle complexe avec plusieurs termes d'interaction, il est difficile d'interpréter les coefficients des modèles : les résumés graphiques (figures 2 et 3) ont été les meilleurs indicateurs synthétiques permettant de juger l'impact des traitements prophylactiques appliqués aux régions au cours de l'année.

Tableau I

Analyse de variance du modèle retenu pour l'estimation du quotient de mortalité dans 59 troupeaux villageois (13 360 caprins et 5 109 ovins) de 1995 à 1996 au Nord-Cameroun

Effet	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F	Pr (> F)
Traitement	1	72,0	72,0	68,6	< 10 ⁻³
Espèce	1	0,8	0,8	0,8	0,372
Région	6	32,7	5,5	5,2	< 10 ⁻³
Mois	11	237,3	21,6	20,6	< 10 ⁻³
Traitement x région	6	37,2	6,2	5,9	< 10 ⁻³
Traitement x mois	11	19,4	1,8	1,7	0,083
Espèce x région	6	14,2	2,4	2,3	0,041
Région x mois	62	128,3	2,1	2,0	< 10 ⁻³
Traitement x région x mois	60	91,9	1,5	1,5	0,034
Variance résiduelle	151	158,5	1,0		

Tableau II

Quotients annuels de mortalité des petits ruminants (13 360 caprins et 5 109 ovins) en milieu paysan de 1995 à 1996 au Nord-Cameroun

	Villages témoins		Villages traités	
	Effectif	Quotient (%)	Effectif	Quotient (%)
Caprin	30	22,2 ^a	30	10,9 ^b
Ovin	27	25,1 ^a	30	13,2 ^b

^{a,b} Pour une même espèce, les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes ($P < 0,001$)

Variation de l'impact de la prophylaxie en fonction des régions

La figure 2 indique l'effet de la prophylaxie sur la réduction du quotient annuel de mortalité en fonction des régions. En dehors de la région de Kaélé où ce quotient était faible (12 p. 100 chez les caprins contre 19 p. 100 chez les ovins, quel qu'ait été le traitement), l'application de la prophylaxie a permis une réduction forte et très significative ($p < 0,001$) de mortalité des petits ruminants dans toutes les autres régions du Nord-Cameroun. Cependant, des écarts importants entre régions et entre espèces ont été notés. Chez les caprins, une réduction de la mortalité de près de six fois a été enregistrée à Tchatabali (passant de 32 à 5 p. 100), de trois fois à Guider (passant de 27 à 7 p. 100) et de moitié à Maroua (passant de 29 à 17 p. 100). Chez les ovins, une réduction élevée et très significative de la mortalité a été observée à Tchatabali (5 fois) et à Guider (4 fois), plus de la moitié à Maroua et à Garoua Ouest. La mortalité est restée élevée dans les villages traités des régions à pluviométrie importante de Garoua Est et Touboro (figure 2).

Impact de la prophylaxie sur l'évolution mensuelle de la mortalité

La répartition mensuelle de la survie des petits ruminants est indiquée dans la figure 3. Globalement, une mortalité élevée a été

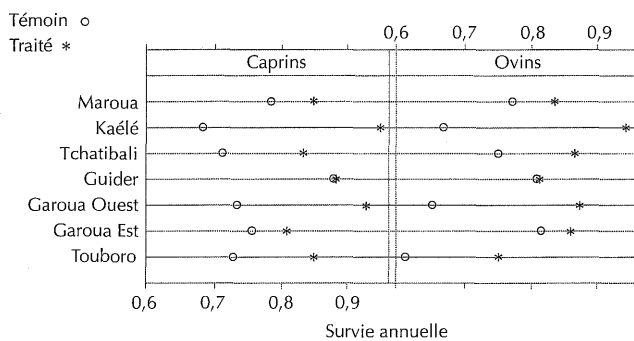


Figure 2 : impact de la vaccination contre la PRR et de la vermifugation sur l'amélioration de la survie annuelle des petits ruminants au Nord-Cameroun.

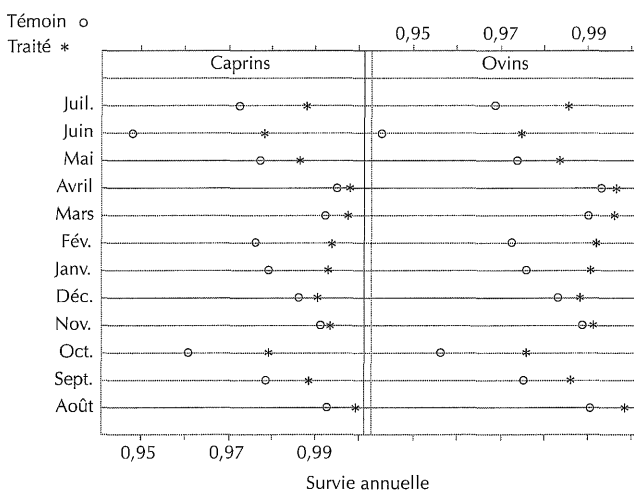


Figure 3 : impact de la vaccination contre la PRR et de la vermifugation sur l'évolution mensuelle de la survie des petits ruminants au Nord-Cameroun.

enregistrée en saison des pluies (mai à septembre) et pendant une partie de la saison sèche froide (octobre à décembre). Suite à l'application du plan de prophylaxie au début du mois d'août, une réduction significative de la mortalité des caprins a été notée tout au long de l'année. Des écarts significatifs ont été notés entre les troupeaux traités et les témoins, particulièrement de mars à juillet.

Chez les ovins, une période de mortalité élevée a été notée globalement en fin des pluies et en saison sèche froide (septembre à décembre), suivie d'un ralentissement pendant la saison sèche (janvier à avril), quel qu'ait été le traitement. En dehors des mois de septembre et janvier, ce n'est qu'à partir de mars qu'a été notée une réduction significative, au plan zootechnique, de la mortalité des villages traités par rapport aux villages témoins. Elle a augmenté avec le retour des pluies, au mois de mai, et est restée élevée dans les villages témoins, jusqu'à la fin de l'étude en juillet.

DISCUSSION

La réduction du quotient annuel de mortalité chez les deux espèces, suite à la vaccination et à la vermifugation, concorde avec les résultats d'Opasina (13) et de Martrenchar et coll. (11). Le premier auteur a obtenu en zone de savane du Nigeria une réduction de la mortalité de l'ordre de 40 p. 100 chez les caprins grâce à une vaccination annuelle contre la PPR et un passage mensuel dans le bain détiqueur. Au Nord-Cameroun une baisse du même ordre a été obtenue dans les troupeaux de petits ruminants âgés de plus d'un an et vaccinés avec un vaccin homologue contre la PPR (11).

La réduction de la mortalité enregistrée en milieu paysan dans cette étude est conforme à celle obtenue en station (12). Grâce à une synergie entre la prophylaxie (deux vermifugations en début et en fin des pluies) et une vaccination annuelle contre la PPR en fin des pluies) et la complémentation protéique (200 g de tourteau de coton par ovin et par jour), le quotient annuel de mortalité des ovins est passé de 53 p. 100 dans le lot témoin à 17 p. 100 dans le lot traité et complétement. Cela est en accord avec les observations de Thys et Verduyck (15) qui indiquent que le parasitisme dépendrait également de l'état nutritionnel de l'animal. Au Nord-Cameroun, le problème alimentaire se pose avec acuité, surtout en fin de saison sèche lorsque la teneur protéique des pâturages est faible, malgré l'abondance des ressources. Avec le retour des pluies et le début de la saison agricole, les petits ruminants enfermés dans des logements insalubres pour éviter les dégâts aux cultures sont soumis à un stress alimentaire important. De plus, cette promiscuité favorise leur infestation par des vers gastro-intestinaux : ils sont fragilisés et succombent plus facilement. L'impact de la prophylaxie sur la réduction de la mortalité a été moins important dans certaines régions. Des mortalités élevées ont été notées dans les villages tests de Garoua Est, Garoua Ouest et Touboro ; elles seraient liées à une humidité plus élevée dans ces régions (pluviométrie de 900 à 1 200 mm par an) et aux pluies précoces (avril) par rapport aux régions situées dans l'Extrême-Nord (moins de 800 mm par an avec retour des pluies en juin). Il paraît nécessaire d'appliquer un plan prophylactique variable en fonction du niveau et du calendrier des pluies : une prophylaxie plus intense et plus précoce que dans les régions moins arrosées. Par ailleurs, les mortalités élevées observées entre octobre et décembre renforcent l'intérêt économique d'une deuxième vermifugation en fin des pluies dans les zones plus humides (pluviométrie supérieure à 900 mm par an), comme cela a été montré (2).

La répartition mensuelle de la mortalité montre que celle-ci est plus faible pendant la saison sèche pour les deux espèces, augmente dès l'apparition des pluies et demeure élevée jusqu'au mois de décembre (figure 3). Les conditions climatiques (température et

hygrométrie) favorisent l'apparition des maladies. Ces résultats sont conformes à ceux de Cardinale et coll. (4) obtenus au cours d'un suivi zootechnique en milieu paysan au Nord-Cameroun qui indiquent que les petits ruminants sont plus affectés par les parasitoses gastro-intestinales en saison des pluies.

Les quotients mensuels de mortalité élevés enregistrés dans les troupeaux d'ovins entre octobre et décembre, indépendamment du traitement, étaient conformes aux résultats de l'épidémiologie et du suivi sanitaire (5) qui ont montré que l'incidence des maladies respiratoires, et notamment de la PPR, s'accroît fortement en septembre et octobre. Ils ont aussi montré la vulnérabilité des ovins par rapport aux vers gastro-intestinaux contre lesquels une deuxième vermifugation en fin des pluies (octobre) est indispensable et l'existence d'autres pathologies résiduelles non encore suffisamment identifiées. De même le suivi parasitologique a montré que les ovins étaient infestés par les parasites gastro-intestinaux tout au long de l'année, avec un pic entre mai et septembre dans la région de Garoua (4). A partir des autopsies, Awa et Njoya (1) ont confirmé que les vers étaient responsables de 75 p. 100 des mortalités des ovins en station. *Haemonchus contortus* et *Moniezia expansa* étaient les principaux vers incriminés.

L'impact du traitement sur la réduction de la mortalité a été comparable chez les deux espèces. Cependant, la rentabilité économique a été plus élevée chez les ovins du fait de leur valeur marchande plus élevée (2). En accord avec les résultats observés au Sénégal en zone soudanienne (7, 9, 16), la pression parasitaire rencontrée dans la zone la plus humide (pluviométrie supérieure à 900 mm) du Nord-Cameroun, la rentabilité économique très significative du plan prophylactique (2) et la demande intérieure sans cesse croissante en viande (5) militent en faveur de l'adoption du plan de prévention de la peste des petits ruminants et du parasitisme gastro-intestinal. L'intérêt zootechnique de ce programme de prophylaxie est évident et serait sans doute confirmé par une étude économique spécifique, prenant également en compte les effets sur la reproduction et plus généralement sur la croissance du troupeau (9).

■ CONCLUSION

Dans le nord du Cameroun, la productivité des petits ruminants est handicapée par une mortalité élevée, due à des pathologies pulmonaires et digestives. De cette étude, il découle que la mortalité peut être réduite de moitié chez les petits ruminants grâce à un plan prophylactique léger (une vermifugation stratégique et une vaccination annuelle contre la PPR en début de la saison des pluies). Au stade actuel de l'étude, l'adoption de ce programme stratégique de prophylaxie peut être encouragée en vue d'augmenter la productivité du cheptel de petits ruminants, ainsi que le revenu des éleveurs.

Il serait souhaitable de préciser l'impact de la vaccination par rapport à la vermifugation pour mieux évaluer l'intérêt du plan de prophylaxie proposé. Par ailleurs, compte tenu des variations climatiques interrégionales et interannuelles, une meilleure estimation de la période opportune d'intervention dans les troupeaux villageois par rapport au début des pluies et au calendrier agricole semble nécessaire en vue d'accroître l'efficacité de la prophylaxie et faciliter son adoption par les paysans du Nord-Cameroun.

Remerciements

Les auteurs remercient le projet Dpgt pour le financement de cette étude, ainsi que son personnel pour la collecte des données, et tous les éleveurs, qui ont accepté les contraintes d'un suivi zootechnique. Ils remercient également les docteurs R. Lancelot et B. Faye (Cirad, département Emvt) pour leur appui à l'analyse des données

et la relecture de cet article. Ils apprécient enfin les facilités offertes par le Cirad dans le cadre du Prasac (Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale) pour la finalisation de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

1. AWA N.D., NJOYA A., 1997. Monitoring and control of helminthosis in Foulbé sheep of the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. In: Proc. 5th Annual Conference of the Cameroon Bioscience Association, Yaoundé, Cameroon, 17-29 Dec. 1997.
2. AWA N.D., NJOYA A., NGO TAMA A.C., 2000. Economics of prophylaxis against peste des petits ruminants and gastrointestinal helminthosis in small ruminants in North Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **32**: 391-403.
3. BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., 1998. Model selection and inference: a practical information-theoretic approach. New York, USA, Springer-Verlag, 353 p.
4. CARDINALE E., NGO TAMA A.C., NJOYA A., 1996. L'élevage des petits ruminants au Nord-Cameroun. Connaissance et amélioration de la productivité. In : Actes atelier Agricultures des savanes du Nord-Cameroun : vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale, Garoua, Cameroun, 25-29 nov. 1996. Montpellier, France, Cirad-CA, p. 123-135.
5. DOUFISSA A., NANKO G., TACHER G., LOBRY J.C., LETENNEUR L., 1995. Etude du secteur élevage au Cameroun. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 148-150.
6. DRAPER N.R., SMITH H., 1998. Applied regression analysis. New York, USA, John Wiley & Sons, 706 p.
7. FAUGERE O., TILLARD E., FAUGERE B., 1992. Prophylaxie chez les petits ruminants au Sénégal : régionalisation d'une politique nationale de protection sanitaire. In: Rey B., Lebbie S.H.B., Reynolds L., eds, First biennial conference of the African small ruminant research network. Nairobi, Kenya, ILRAD, p. 307-314.
8. LANDAIS E., CISSOKO M.M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. In: Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, p. 433-485. (Coll. Etudes et synthèses de l'Iemvt)
9. LESNOFF M., LANCELOT R., TILLARD E., DOHOO I.R., 2000. A steady-state approach of benefit-cost analysis with a periodic Leslie-matrix model: presentation and application to the evaluation of a sheep-diseases preventive scheme in Kolda, Senegal. *Prev. vet. Med.*, **46**: 113-128.
10. MARTRENCHAR A., ZOYEM N., NGANGNOU A., BOUCHEL D., NGO TAMA A.C., NJOYA A., 1995. Etude des principaux agents infectieux intervenant dans l'étiologie des pneumopathies des petits ruminants au Nord-Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48**: 133-137.
11. MARTRENCHAR A., ZOYEM N., NJOYA A., NGO TAMA A.C., BOUCHEL D., DIALLO A., 1999. Field study of an homologous vaccine against peste des petits ruminants in Northern Cameroon. *Small Rum. Res.*, **31**: 277-280.
12. NJOYA A., AWA N.D., BOUCHEL D., 1997. Influence de la complémentation et de la prophylaxie sur la viabilité des ovins Foulbé au Nord-Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50**: 227-233.
13. OPASINA B.A., 1985. Disease constraints on productivity of village goats in southwest Nigeria. Humid zone programme document No 5. Ibadan, Nigeria, ILCA.
14. SAS/STAT, 1990. Version 6, User's guide. Cary, NC, USA, SAS Institute.
15. THYS E., VERCRUYSE J., 1990. Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d'Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux ? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **2**: 187-191.
16. TILLARD E., 1991. Evaluation technico-économique des effets de prophylaxies en milieu villageois chez les petits ruminants de la région de Kolda (Sénégal). Thèse Doct., Ecole nationale vétérinaire, Maisons-Alfort, faculté de Médecine de Créteil, France, 172 p.

Accepté le 03.05.2005

Summary

Njoya A., Awa D.N., Ngo Tama A.C., Cardinale E., Mamoudou A. Assessment of a Strategy to Reduce Small Ruminant Mortality in the Sudano-Sahelian Province of Northern Cameroon

The main aim of this study was to evaluate the impact of disease prophylaxis on the reduction of mortality in small ruminants in a peasant environment. The study was conducted in 60 villages of Northern Cameroon (North and Extreme-North provinces). The small ruminant flocks of thirty villages were dewormed with Bolumisol^R (levamisole) against gastrointestinal helminthoses, and vaccinated against *peste des petits ruminants* with Bovipestovax^R. The other thirty villages served as untreated control. In total 18,469 small ruminants, of which 10,179 had been treated, were monitored monthly from August 1995 to July 1996. After a year, results showed that mortality rates significantly decreased ($p < 0.0001$) from 22.21% to 10.92% and from 25.06% to 13.15% in goats and sheep, respectively. This prophylaxis plan should be adopted in order to control the high mortality that plagues small ruminant farms of Northern Cameroon. Its economic impact is obvious and would even be greater if reproductive and growth performances were considered.

Keywords: Sheep – Goat – PPR – Helminthosis – Disease control – Cameroon.

Resumen

Njoya A., Awa D.N., Ngo Tama A.C., Cardinale E., Mamoudou A. Evaluación de una estrategia de reducción de la mortalidad de los pequeños rumiantes en la zona sudano-sahariana del Norte Camerún

El presente estudio tuvo como objetivo principal el de evaluar el impacto de un plan de profilaxis sobre la reducción de la mortalidad de los pequeños rumiantes en medio campesino. Se llevó a cabo en 60 pueblos del Norte Camerún (provincias del Norte y del Extremo Norte). Los hatos de pequeños rumiantes de treinta pueblos fueron desparasitados contra los helmintos gastrointestinales con BolumisolND (levamisol) y vacunados contra la peste de los pequeños rumiantes con BovipestovaxND; los otros treinta fueron utilizados como testigos. En total, 18 469 pequeños rumiantes, de los cuales 10 179 tratados, fueron seguidos mensualmente entre agosto 1995 y julio 1996. Al cabo de un año, esta profilaxis permitió una reducción significativa de la mortalidad ($p < 0,0001$), cuyo cociente anual pasó de 22,21% a 10,92% y de 25,06% a 13,15% respectivamente en los caprinos y los ovinos. La adopción de este plan de profilaxis debería ser estimulada, con el fin de controlar las fuertes mortalidades que devastan actualmente los establecimientos de los pequeños rumiantes del Norte Camerún. El interés económico es evidente y lo sería todavía más si los rendimientos de reproducción y de crecimiento fueran tomados en cuenta.

Palabras clave: Ovino – Caprino – PPR – Helminthosis – Control de enfermedades – Camerún.

Commercialisation des moutons à Bouaké, Côte d'Ivoire : variations des prix sur le marché de petits ruminants

G. Toure ^{1*} Z. Ouattara ¹ V. Yapy-Gnaore ¹
T. Yo ¹ K.G. Tanoh ¹

Mots-clés

Ovin – Commercialisation – Vente au détail – Prix – Côte d'Ivoire.

Résumé

Une enquête à l'aide d'un questionnaire à passage unique a été conduite auprès des clients de moutons sur le marché à bétail de Bouaké. L'objectif a été de déterminer le comportement du prix du mouton au cours de l'année. La collecte des données, qui a accordé une attention particulière aux périodes des grandes fêtes de l'année, a porté sur le prix et quelques caractéristiques physiques des animaux. L'enquête a concerné 552 moutons commercialisés sur le marché. Le nombre de moutons vendus durant la semaine précédant chacune des fêtes a été plus élevé que celui obtenu après chaque fête. Le marché de petits ruminants de Bouaké a surtout été approvisionné par des moutons importés (81 p. 100), en majorité de type Sahélien (60 p. 100). La manière traditionnelle de fixer le prix des moutons par une appréciation visuelle de la corpulence, sans instrument de mesure, a donné des résultats comparables à la détermination du prix à l'aide de pesées. Les vendeurs ont fait montre d'une bonne expérience dans cette activité. Le poids vif et les périodes de fêtes ont influencé significativement le prix du mouton. Les moutons de grande taille, en majorité de type Sahélien, ont surtout été vendus pendant les périodes de fêtes musulmanes. Durant les semaines précédant les fêtes, le prix du mouton le plus élevé a été enregistré pour la Tabaski (en moyenne 39 705 Fcfa/mouton Sahélien et 26 750 Fcfa/mouton Djallonké) ; le prix du mouton le plus faible a été obtenu pour la Noël pour le mouton Sahélien (28 105 Fcfa/tête) et au nouvel an pour le mouton Djallonké (17 937 Fcfa/tête). Le prix des moutons a surtout été lié au poids des animaux et aux périodes de fêtes de l'année qui ont modulé le choix du client.

■ INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, les petits ruminants sont intégrés dans le système traditionnel de production agricole. Ils constituent une source de revenus pour les populations (3) et une source de production de viande (1). Ils jouent aussi un rôle très important dans la vie socio-économique des communautés africaines, à l'occasion des célébrations des cérémonies religieuses, des mariages (3, 7), des rites funéraires, de dons et de confiage. En revanche, l'autoconsommation

ordinaire est rare, comme au Cameroun où on n'abat un animal qu'à l'occasion de fête importante ou en l'honneur d'un hôte de marque (18). Une enquête d'opinion a cependant montré que la viande de mouton était la plus prisée par le consommateur ivoirien (3). Comme au Cameroun, la viande de mouton est consommée dans les grandes occasions, généralement sous la forme d'un plat, nommé *ndomba*, très apprécié par la population (18).

La ville de Bouaké, cosmopolite sur le plan national, représente un carrefour important où vivent différents peuples du pays et d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest, avec une forte proportion de musulmans qui sont de grands consommateurs d'ovins à l'occasion de la fête religieuse de la Tabaski (3). Le marché de Bouaké est ravitaillé par des animaux provenant des élevages urbains de la commune, des élevages ruraux et des pays sahéliens (Mali, Burkina Faso et Niger).

1. Centre national de recherche agronomique (Cnra), station Elevage, 01 BP 633, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

* Auteur pour la correspondance
Gnénekita, Cnra/SRT, BP 31, Bingerville, Côte d'Ivoire

Si les moutons d'origine étrangère sont apportés sur le marché par des commerçants professionnels, la majorité des moutons locaux appartiennent aux éleveurs. Des deux objectifs principaux de cette étude, le premier tentera d'apporter des éléments de réponse à la question : à quel moment est-il avantageux pour l'éleveur de commercialiser les animaux sur ce marché ? Par ailleurs, la transaction relative aux animaux sur le marché est pratiquée par simple observation de la morphologie de l'animal et le prix est fixé par tête. Ce prix subit des variations diverses, comme au Sénégal où le choix du mouton pour la Tabaski est guidé par des préférences religieuses associées à des critères d'origine économique (12). Le second objectif tentera de répondre à la question : dans cette méthode de fixation des prix, le poids vif est-il déterminant du prix de l'animal, comme dans la méthode de fixation de prix par pesée de l'animal, couramment utilisée sur les marchés modernes ? Pour répondre à ces deux questions, durant un an, le comportement du prix de mouton sur le marché de petits ruminants de Bouaké a été suivi afin de déterminer ses facteurs de variation.

■ MATERIEL ET METHODES

Caractéristiques du marché

L'enquête a été menée sur le marché des petits ruminants de Bouaké qui est un espace ouvert, accessible par plusieurs endroits. Les moutons sur lesquels a porté l'enquête étaient détenus soit par des vendeurs intermédiaires qui représentaient les propriétaires absents sur le marché, soit par des vendeurs propriétaires eux-mêmes. Les interlocuteurs des clients étaient représentés par les propriétaires et les intermédiaires qui ne pouvaient être distingués que s'ils précisaient leur rôle lorsque cela leur était demandé. Les intermédiaires recevaient en confiage les moutons qu'ils se chargeaient de commercialiser. Les animaux séjournèrent sur le marché et étaient nourris avec des fourrages et des aliments complémentaires achetés sur place. Les clients étaient surtout des particuliers et rarement des bouchers, des rôtisseurs de viande et des éleveurs. Les mouvements d'animaux sur le marché étaient complexes. En effet, après deux mois de présence sur le marché, les commerçants déplaçaient leurs animaux vers d'autres marchés du pays. Les éleveurs vendeurs ramenaient leurs moutons dans les élevages au bout d'un à sept jours de séjour au marché en général. Chaque jour des animaux pouvaient ainsi arriver sur le marché et d'autres en repartir.

Détermination du prix des animaux

La détermination du prix de l'animal en vente était basée sur une appréciation visuelle de la conformation et sur des critères objectifs relatifs au phénotype de l'animal (couleur de la robe, présence ou absence des cornes, longueur du cou, de la queue, taille des testicules pour le mâle) dont certains sont recherchés par le client. A ces facteurs liés à l'animal, s'ajoutaient certains évènements sociaux (cérémonies religieuses ou festives) augmentant la demande, ce que le vendeur prenait en compte. Par ailleurs, indépendamment de la période des transactions commerciales, le prix de l'animal était plus élevé lorsque le client indiquait imprudemment que l'animal était destiné à un rite traditionnel (sacrifices, funérailles).

Collecte de données

L'enquête, d'une durée d'un an (de juillet 2001 à juin 2002), a été conduite à l'aide d'un questionnaire fermé et d'entretiens. Le questionnaire a porté sur les animaux vendus. Les moutons vendus non enquêtés par refus du client ont été simplement comptés. L'un des enquêteurs a assisté aux différentes transactions entre le vendeur et le client à l'intérieur du marché. Les trois autres, placés à la grande sortie du marché afin de pouvoir accéder au maximum de clients, ont fait les mensurations sur des animaux issus des transactions.

Les données recueillies sur ces animaux ont été quantitatives et qualitatives. Les données quantitatives ont été relatives au poids et à l'âge de l'animal, à la mesure du périmètre thoracique, de la hauteur au garrot, aux longueurs de la queue, de l'oreille, des cornes et du cou.

Le poids vif des animaux a été obtenu à l'aide d'un peson dynamométrique. Un ruban zootechnique a été utilisé pour la mesure du périmètre thoracique, de la hauteur au garrot et la longueur des cornes, de l'oreille et de la queue. L'âge des animaux a été déterminé à l'aide d'une table dentaire (11).

Les données qualitatives ont porté notamment sur le type, la couleur de la robe et le pays d'origine des animaux vendus sur le marché à bétail. Les deux premières variables ont été déterminées par observation et la dernière par entretien avec le vendeur. Le prix de vente de l'animal correspondait à la somme versée par l'acheteur.

Le rythme de collecte des données a été variable. Dans le premier cas, en période de fêtes, la collecte se faisait quotidiennement durant 14 jours centrés sur les fêtes. Seules quatre fêtes ont été retenues pour cette étude : les fêtes de Noël et du nouvel an, de Pâques, de la Tabaski et de fin Ramadan. Le couple de fêtes Noël et nouvel an a été désigné par Noël dans la suite de l'exposé. Par souci de commodité, l'enquête n'a pas eu lieu les jours fériés, les samedis et les dimanches, quelle qu'ait été leur position par rapport au jour de la fête.

Dans le second cas, en dehors des périodes de fêtes, la collecte se faisait deux fois par mois, à savoir le premier mardi et le dernier vendredi de chaque mois, ceci afin de minimiser la différence du pouvoir d'achat des clients qui était plus élevé au début qu'en fin de mois, surtout pour les salariés.

Traitement des données

La longueur des cornes a été définie comme un facteur à trois classes : mouton à petite corne (longueur de la corne $\leq 13,5$ cm), mouton à moyenne corne ($13,5$ cm $<$ longueur de la corne $\leq 17,5$ cm) et mouton à longue corne (longueur de la corne $> 17,5$ cm). Les paramètres morphologiques des animaux et leur prix de vente ont été soumis à une analyse de composante principale (ACP) normée afin de déterminer leurs niveaux de relations. L'ACP a été réalisée avec sept variables : prix de l'animal entier, poids vif, hauteur au garrot, périmètre thoracique, longueur de la queue, longueur des cornes, longueur des oreilles de l'animal.

Une analyse par régression linéaire de variables quantitatives et qualitatives sur le prix par mouton a été faite à l'aide du modèle linéaire généralisé (type III) pour révéler l'influence éventuelle de ces facteurs, selon le modèle : $\text{prix} = A + B_1 X_1 + E_1$ où X_1 représente les variables poids vif, hauteur au garrot, périmètre thoracique, longueur de la queue, longueur des cornes, longueur des oreilles, couleur de la robe, race, pays d'origine de l'animal, semaine de collecte. La période de fête a été codée en semaine avant et en semaine après la date de la fête. La variable semaine de collecte introduite dans l'analyse a permis de distinguer la période ordinaire, la semaine avant la fête et la semaine après la fête. L'Anova du programme Spss a été utilisé pour déterminer l'importance des effets des différents facteurs qualitatifs. Un test t de Student a servi à comparer deux à deux les prix de mouton dans les différentes classes des facteurs.

■ RESULTATS

Le marché étant ouvert, certains animaux ont échappé au contrôle des enquêteurs. Par ailleurs, le client ne choisissait que parmi

les moutons que lui offrait le marché. Par conséquent, son choix, modulé par la disponibilité des animaux sur le marché, a influencé les données obtenues. Les effectifs d'animaux enregistrés ne sont pas absolus pour la période de l'étude.

Animaux commercialisés

Les mesures ont porté sur 552 moutons parmi ceux qui ont été commercialisés sur le marché. Certains clients ont refusé que leurs animaux subissent des mensurations ; le nombre d'animaux observés représentait 18 p. 100 des 3 060 moutons sortis par l'accès au marché contrôlé par les enquêteurs. Le nombre de moutons enquêtés durant la semaine précédant chacune des fêtes a été plus important que celui des moutons enquêtés après la fête. Ce phénomène a été plus net après la fête de la Tabaski qu'après les autres fêtes (tableau I). De même, il a été observé plus d'ovins vendus en périodes festives qu'en périodes non festives.

Effet des facteurs morphologiques sur le prix des animaux

L'ACP normée a montré une forte corrélation entre le prix du mouton et les paramètres morphologiques. Toute l'information de l'ACP a été résumée dans le premier axe où se trouvaient 72,5 p. 100 de l'inertie totale. Tous les paramètres corporels intrinsèques ont été corrélés entre eux et avec le prix de vente du mouton. Ce prix a été fortement corrélé avec le poids vif ($r = 0,87$) (tableau II). Il a augmenté régulièrement avec le poids vif jusqu'à 44 kg. Au-delà, son accroissement est devenu irrégulier (figure 1). Les facteurs corporels ont fortement influencé le prix de vente des moutons. Pendant la Tabaski, en dehors du poids vif, c'est la hauteur au garrot qui a été la plus corrélée avec le prix ($r = 0,70$) alors

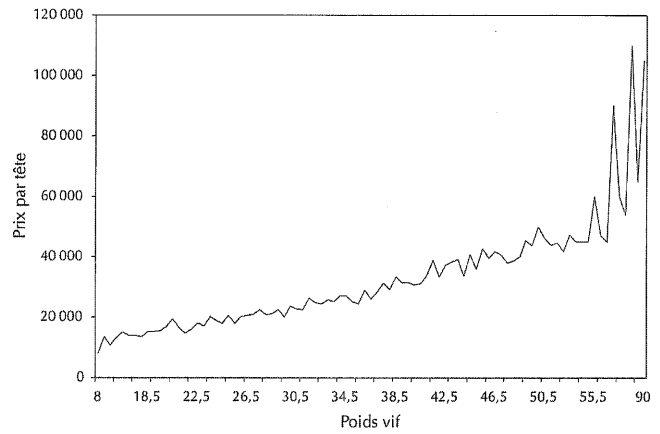


Figure 1 : prix moyen (Fcf) du mouton en fonction de son poids vif (kg).

que pour les autres périodes de l'année, c'est le périmètre thoracique qui a été le plus corrélé avec le prix après le poids vif.

L'analyse de régression linéaire a montré une influence significative ($P < 0,05$) des variables poids vif, fête et longueur de la corne sur le prix de l'animal. Le modèle utilisé a permis d'expliquer 81,7 p. 100 de la variation totale du prix payé par animal. Cette analyse de régression a montré que lorsque le poids vif augmentait d'un kilogramme, le prix de vente augmentait de 924 Fcf. En éliminant le poids vif du modèle de régression, la hauteur au garrot et la longueur des cornes ont déterminé le prix de l'animal. Dans ce cas, le modèle ne permettait d'expliquer que 54 p. 100 de la variation totale du prix.

Tableau I

Nombre de moutons comptés durant les deux semaines d'enquête autour des fêtes sur le marché de Bouaké entre juillet 2001 et juin 2002

Période d'observation	Tabaski	Fin Ramadan	Pâques	Noël
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)
Semaine avant la fête	798 (92)	378 (85,5)	229 (60)	300 (63)
Semaine après la fête	68 (8)	64 (14,5)	152 (40)	176 (37)
Total des deux semaines	867 (100)	442 (100)	381 (100)	476 (100)

Tableau II

Matrice de corrélations des différentes variables

	Prix	Poids vif	Hauteur au garrot	Périmètre thoracique	Longueur queue	Longueur cou	Longueur oreille
Prix	1						
Poids vif	0,876	1					
Hauteur au garrot	0,758	0,878	1				
Périmètre thoracique	0,656	0,743	0,718	1			
Longueur queue	0,620	0,718	0,772	0,619	1		
Longueur cou	0,645	0,697	0,664	0,543	0,613	1	
Longueur oreille	0,571	0,648	0,681	0,486	0,691	0,589	1

La longueur moyenne des cornes à tout âge et toutes races confondues a été de 16,3 cm avec des extrêmes de 6 cm et 40 cm. La majorité des animaux à longues cornes (90 p. 100) étaient des Sahéliens. Les Djallonké ont détenu la plus forte proportion d'animaux à petites cornes (62 contre 28,8 p. 100 pour les Sahéliens et 8,8 p. 100 pour les métis).

Variations du prix des moutons pendant les périodes des fêtes

A l'exception de la fête de Pâques, les prix des moutons vifs ont été légèrement plus élevés dans la semaine précédant la fête que durant celle qui a suivi les fêtes. Mais les différences entre les prix d'avant et d'après les fêtes n'ont pas été significatives ($P > 0,05$) (tableau III). De même, les poids vifs d'avant et d'après les fêtes des moutons ont été identiques ($P > 0,05$). La hauteur au garrot et le périmètre thoracique d'avant et d'après les fêtes, pris isolément, ont été identiques (tableau IV). Au cours de la semaine précédant les fêtes, des différences significatives ($P < 0,05$) de prix de mouton et du kilogramme de poids vif ont été notées entre les fêtes. Les prix du mouton vif et du kilogramme de poids vif ont été plus élevés à la Tabaski qu'à Noël, Pâques et en fin Ramadan. Ces prix ont été plus faibles à Noël. L'accroissement le plus élevé du prix du kilogramme a été enregistré en période de la Tabaski. En effet, l'augmentation d'un kilogramme du poids du mouton faisait croître les prix de 1 114 Fcfa à la Tabaski, mais seulement de 584 Fcfa à Noël, 894 Fcfa à Pâques et 732 Fcfa en fin Ramadan.

Par ailleurs, les prix du mouton et du kilogramme vif calculé ont été plus élevés ($P < 0,05$) pour les Sahéliens que pour les Djallonké et les métis qui ont été vendus à des prix de kilogramme vif identiques ($P > 0,05$).

Tableau III

Comparaison du poids vif (kg) et des prix (Fcfa) avant et après les fêtes sur le marché de Bouaké entre juillet 2001 et juin 2002

Période d'observation	Paramètre	Semaine avant la fête	Semaine après la fête
Tabaski	Poids vif	34,08 ^a	30,82 ^a
	Prix/mouton	36 424 ^a	36 000 ^a
	Prix/kg vif	918,77 ^a	924,86 ^a
Fin Ramadan	Poids vif	33,75 ^a	31,30 ^a
	Prix/mouton	25 517 ^a	24 600 ^a
	Prix/kg vif	751,08 ^a	802,10 ^a
Pâques	Poids vif	36,14 ^a	35,65 ^a
	Prix/mouton	28 468 ^a	31 859 ^a
	Prix/kg vif	799,81 ^a	894,44 ^b
Noël	Poids vif	34,08 ^a	30,82 ^a
	Prix/mouton	25 615 ^a	22 286 ^b
	Prix/kg vif	745,10 ^a	718,14 ^a
Période ordinaire de l'année *	Poids vif		30,07
	Prix/mouton		24 006
	Prix/kg vif		782

* La période ordinaire de l'année étant constituée des périodes d'observation à l'exception des semaines avant et après les fêtes enquêtées, elle n'est pas divisée en semaines avant et après une quelconque fête

^{a, b} Les moyennes suivies d'une même lettre sur la même ligne ne sont pas différentes ($P < 0,05$) selon le test T de Student

Tableau IV

Hauteur au garrot (cm) et périmètre thoracique (cm) des moutons observés avant et après les fêtes sur le marché de Bouaké entre juillet 2001 et juin 2002

Période d'observation	Paramètre mesuré	Semaine avant la fête	Semaine après la fête
Noël	Hauteur au garrot	73,43 ^a	70,68 ^a
	Périmètre thoracique	75,74 ^a	73,20 ^a
Pâques	Hauteur au garrot	73,85 ^a	75,12 ^a
	Périmètre thoracique	77,62 ^a	78,06 ^a
Fin Ramadan	Hauteur au garrot	75,17 ^a	68,50 ^b
	Périmètre thoracique	77,96 ^a	73,05 ^a
Tabaski	Hauteur au garrot	77,50 ^a	76,71 ^a
	Périmètre thoracique	77,75 ^a	80,28 ^a

^{a, b} Les moyennes suivies d'une même lettre sur la même ligne ne sont pas différentes ($P < 0,05$) selon le test T de Student

Durant la semaine suivant les fêtes, les prix du mouton vif et du kilogramme vif ont été plus faibles ($P < 0,05$) à la fête de Noël qu'aux fêtes de la Tabaski et de Pâques. Des différences significatives ($P < 0,05$) de poids vif et de prix ont été observées entre les trois types génétiques de moutons. Les prix des moutons Sahéliens ont été plus élevés que ceux des moutons Djallonké et des métis qui ont été vendus à des prix identiques. Cependant, le prix du kilogramme vif calculé a été identique pour les trois types génétiques.

Une fois le poids vif éliminé du modèle de régression, les principaux facteurs de variation significatifs ($P < 0,05$) ont été la hauteur au garrot la semaine avant la fête et le périmètre thoracique la semaine après la fête.

Variations du prix des moutons au cours des périodes ordinaires

Des différences très significatives ($P < 0,001$) de poids vif et de prix de mouton ont été observées entre les types génétiques, tandis que le prix du kilogramme de poids vif a été identique ($P < 0,05$). Les moutons Sahéliens et métis ont coûté plus cher que les moutons Djallonké (tableau V). Par ailleurs, le prix du mouton a été plus élevé en février qu'en juillet, août et septembre (respectivement 27 887 Fcfa contre 22 136 et 20 711 Fcfa).

Tableau V

Prix du mouton (Fcfa) durant la période ordinaire sur le marché de Bouaké entre juillet 2001 et juin 2002 par type génétique

Paramètre observé	Djallonké	Sahélien	Métis
Prix/mouton (Fcfa)	18 526 ^a	27 376 ^b	25 444 ^b
Prix/kg vif (Fcfa)	790 ^a	771 ^a	810 ^a

^{a, b} Les moyennes suivies d'une même lettre sur la même ligne ne sont pas différentes ($P < 0,05$) selon le test T de Student

■ DISCUSSION

Le poids vif a été un déterminant constant du prix du mouton à toutes les périodes de l'année. Son influence sur le prix des moutons a été déjà montrée (8, 19). L'effet prépondérant du poids vif sur le prix des moutons, observé aussi à Dakar (12), a confirmé le rôle fondamental du poids dans la détermination du prix du mouton à la Tabaski (établi par tête de mouton). Mais le poids vif n'a pas été le seul déterminant du prix parmi les facteurs morphologiques (1). En effet, la longueur des cornes, positivement corrélée au poids vif, a significativement influencé les prix de l'animal vif et du kilogramme de poids vif.

Pendant les fêtes musulmanes et particulièrement à la Tabaski, les transactions commerciales ont concerné surtout les moutons Sahéliens qui possédaient une hauteur au garrot élevée et de longues cornes. En plus du poids vif, la taille des animaux a joué un rôle capital dans le choix des clients pour la Tabaski. Juste avant la Tabaski, le prix des béliers augmentait (1, 9, 10), surtout les plus grands et les mieux conformés tels que les Sahéliens (5) dont le prix au kilogramme vif observé a été plus élevé que celui des Djallonké et des métis. Ceci peut très bien se comprendre dans la mesure où, pour le sacrifice religieux de la Tabaski, les musulmans qui sont nombreux dans la ville ont une préférence prononcée pour les moutons Sahéliens. Par ailleurs, contrairement aux moutons Djallonké et métis, la presque totalité (99 p. 100) des moutons Sahéliens commercialisés sur le marché de Bouaké ont été importés. Ainsi, le besoin prononcé pour les moutons Sahéliens qui sont presque tous importés expliquerait la cherté de ces moutons pendant la Tabaski et même en dehors de cette fête.

Les prix des moutons avant et après les fêtes ont été identiques dans cette étude, contrairement aux résultats d'Abba (1). Le poids vif a été le principal facteur qui a déterminé le prix du mouton en toute période d'observation. En le retirant du modèle de régression, la hauteur au garrot et le périmètre thoracique sont devenus les principaux déterminants significatifs du prix, respectivement la semaine avant et la semaine après les fêtes. Ces deux paramètres (avant et après la fête) pris individuellement étant identiques, les prix qu'ils déterminent ne peuvent être qu'identiques. Cependant, la différence de prix du kilogramme vif observée entre la semaine avant et la semaine après Pâques serait due probablement à une défaillance de la fixation des prix par les vendeurs car les poids vifs avant et après Pâques étaient identiques ($P < 0,05$).

Certains producteurs ont très bien compris ces variations de prix du mouton selon le type génétique et les fêtes. Au Sénégal, la demande en moutons pour la Tabaski est particulièrement élevée à Dakar où la population est à 94 p. 100 musulmane (13). Ainsi, en prévision de la période de la Tabaski, ils pratiquent de l'embouche ovine (6) afin de mettre sur le marché de gros animaux. Cette embouche de moutons est souvent organisée par les femmes près des habitations. Les produits obtenus sont surtout commercialisés lors des fêtes religieuses musulmanes et chrétiennes (4). L'implantation de l'islam a été un facteur non négligeable pour le développement de l'élevage ovin au Cameroun (18) où, à Maroua, il contribue largement à la satisfaction des besoins des populations musulmanes lors des fêtes religieuses (16).

Les transactions commerciales sur le marché ont montré que le poids vif a été un facteur primordial dans la fixation du prix du mouton bien que les animaux n'aient jamais été pesés à cet effet. De même, le prix du kilogramme vif calculé a varié pratiquement dans le même sens que celui du poids vif. Ce prix du kilogramme vif a été identique entre les types génétiques et à l'intérieur de chaque période d'observation. Cela montre bien qu'il existe une constance appréciable dans la fixation du prix du mouton par ces

commerçants. Ainsi, cette détermination du prix du mouton de manière subjective révèle que les commerçants ont acquis une expérience solide. Leur efficacité dans la détermination subjective des prix du mouton sur le marché est comparable à celle de la technique moderne basée sur la pesée des animaux. Par ailleurs, les propriétaires des troupeaux de moutons possèdent aussi une certaine expérience dans la fixation des prix des animaux.

En effet, le prix du mouton vendu en période ordinaire (24 006 Fcfa) est comparable au prix pratiqué pour les ventes à domicile par les propriétaires eux-mêmes qui s'élève à 22 600 Fcfa en moyenne (17). Cette expertise semble être partagée par les principaux acteurs de la filière ovine urbaine.

Le prix de vente du mouton Djallonké (18 526 Fcfa) observé sur le marché a été plus élevé que celui qui a été enregistré lors des transactions commerciales en 2001 au sein de l'abattoir des petits ruminants et qui était de 16 890 Fcfa en moyenne pour un poids identique (Touré, non publié). Le Djallonké était le type génétique le plus commercialisé à l'abattoir des petits ruminants. Cette différence de prix était due à la spéculation entretenue par les intermédiaires, d'une part, et, d'autre part, à une contrainte de temps éprouvée par les paysans qui ravitaillaient l'abattoir.

Une fois à l'abattoir avec leurs animaux, les paysans tenaient à les vendre le même jour et à retourner chez eux. Conscients de cette contrainte de temps, les clients ou intermédiaires faisaient chuter les prix à leur avantage. Cette pratique se rencontre aussi au Cameroun où les intermédiaires interceptent sur les voies d'entrée du marché les vendeurs pressés ou venant des localités éloignées, qui doivent vite se défaire de leur marchandise pour regagner leur domicile ou éviter de payer la taxe (10). Cette pratique dans le commerce du mouton est également signalée au Sénégal (9). Ainsi, outre les critères de choix des clients, la spéculation à expression variable semble prépondérante dans le mécanisme de fixation du prix du mouton. Les prix des moutons n'étaient pas seulement élevés durant les périodes des fêtes, car, en période ordinaire, ils variaient selon les mois, révélant ainsi l'influence de la date d'achat du mouton (1, 14, 15, 19).

Les fêtes, en particulier la Tabaski, restent le moment de meilleure valorisation commerciale des moutons. La production intensive et massive doit viser ces périodes de commercialisation optimale. Par conséquent, la production des éleveurs doit tenir compte du format et de la période de commercialisation. Pour les fêtes musulmanes, la production doit s'orienter vers des animaux de grande taille, à savoir les Sahéliens et les métis. Pour les autres périodes, festives ou non, toutes catégories d'animaux peuvent être produits, car leur achat est soumis à des besoins individuels spécifiques. Ces besoins étant très variables (consommation domestique simple, mariage, dot, baptême, sacrifice) et éparpillés sur l'année, toute catégorie de mouton peut faire l'objet de transaction commerciale.

Ainsi, à l'aide de ces informations commerciales locales, les éleveurs de moutons peuvent mieux programmer la reproduction des animaux afin d'obtenir des produits commercialisables aux périodes où les prix sont les plus rémunérateurs sur le marché. Ils peuvent, ainsi, mieux valoriser leur production. Par ailleurs, les importateurs de moutons pourront cibler aussi ces périodes favorables du marché.

■ CONCLUSION

La technique de fixation de prix des moutons sur le marché est une méthode endogène efficace qui met en évidence l'influence du format des animaux, des périodes festives et des mois au cours de l'année. Les fêtes, en particulier la Tabaski, restent le moment

de meilleure valorisation commerciale des moutons. Cette dynamique du prix des moutons peut être utilisée par les producteurs et les importateurs comme base de données commerciales utiles à la programmation de vente aux moments propices. L'exploitation des variations de ces transactions commerciales du mouton sur le marché par les opérateurs économiques devrait tenir compte de l'existence des autres sites de commercialisation dans la ville qui ne partagent pas forcément la même dynamique de prix.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABBA D., 1998. Variation du prix du bélier dans la zone sahélienne du Cameroun. *Tropicultura*, **16-17** : 15-17.
2. AMEGEE Y., 1983. Le mouton de Vogan (croisé Djallonké x Sahélien) au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 79-84.
3. BARRY M.B., 1985. Le rôle des petits ruminants dans la stratégie d'intensification des systèmes de production en Côte d'Ivoire. In : Wilson R.T., Bourzat D. (eds), Les petits ruminants dans l'agriculture africaine. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 199-206.
4. BULDGEN A., DETIMMERMAN F., PIRAUX M., COMPERE R., 1992. Les techniques d'embouche de moutons en région soudano-sahélienne sénégalaise. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45** : 321-328.
5. CENTRES J.M., 1996. L'élevage et l'agriculture en zones urbaine et péri-urbaine dans deux villes sahéliennes : Bamako et Bobo-Dioulasso. *Cah. Agric.*, **5** : 373-381.
6. CHEVASSUS N., 1992. Enquête technico-économique sur l'embouche ovine en période de Tabaski à Garoua (Nord Cameroun). Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 107 p.
7. DEVENDRA C., 1981. Potential of sheep and goats in less developed countries. *J. Anim. Sci.*, **51** : 461-473.
8. EHUI S.K., SHAPIRO B.I., YAPI-GNAORE V.C., 1995. Peri-urban livestock production and development in sub-Saharan africa: a review of the constraints and opportunities. In: Proc. 8th International conference AITVM, Livestock production and diseases in the Tropics, Livestock production and human welfare, Berlin, Germany. Utrecht, the Netherlands, AITVM, p. 151-163.
9. FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C., FAUGERE B., 1990. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 261-273.
10. KILANGA S., HECHEKET D.A., NGAMBIA F.R., 1999. L'élevage ovin périurbain à Maroua dans l'extrême nord du Cameroun. In : Moustier P., Mbaye A., De Bon H., Guerin H., Pages J., eds, Actes de l'atelier Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne, Montpellier, France, 20-24 avril 1998. Montpellier, France, Cirad, 278 p. (Coll. Colloques)
11. LANDAIS E., BASSEWITZ H., 1982. Détermination de l'âge des moutons Djallonké du Nord de la Côte d'Ivoire par examen de leur dentition. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 57-62.
12. LY C., 1997. Le mouton de Tabaski à Dakar. Facteurs explicatifs du prix de vente. *Tropicultura*, **15** : 105-108.
13. MISSOHOU A., LY C., DIEDHIOU M., TILLARD E., DIOUF S., 1995. Elevage citadin de moutons à Dakar. In : Proc. 8th International conference AITVM, Livestock production and diseases in the Tropics, Livestock production and human welfare, Berlin, Germany. Utrecht, the Netherlands, AITVM, 173 p.
14. MOUSSA C., NJO A., N'GO TAMA A.C., CARDINALE E., SALI B., 1997. Formation des prix au producteur et impact de la dévaluation du franc CFA sur les stratégies de production des petits ruminants. Montpellier, France, Cirad, p. 514 (Coll. Colloques)
15. OUEDRAOGO M., 1996. Les perspectives de développement de l'élevage des petits ruminants au Togo : cas de la région des savanes. Mémoire DESS-PARC, université de Montpellier II, Cirad, France, 86 p.
16. THYS E., EKEMBE T., 1992. Elevage citadin des petits ruminants à Maroua (province de l'Extrême Nord du Cameroun). *Cah. Agric.*, **1** : 249-255.
17. TOURE G., OUATTARA Z., 2001. Elevage urbain des ovins par les femmes à Bouaké, Côte d'Ivoire. *Cah. Agric.*, **10** : 45-49.
18. VALLERAND F., BRANCKAERT R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 523-545.
19. YAPI-GNAORE C.V., ZANA O., TOURE G., 1994. Evolution des prix des moutons autour de la fête de Tabaski sur le marché à petits ruminants de Bouaké. In : Socioéconomie de l'élevage ovin en milieu peri-urbain. Rapport semestriel d'activités. Bouaké, Côte d'Ivoire, Idessa, 22 p.

Reçu le 08.10.2003, accepté le 12.09.2005

Summary

Toure G., Ouattara Z., Yapy-Gnaore V., Yo T., Tanoh K.G. Sheep Commercialization in Bouake, Côte d'Ivoire: Price Variations at the Small Ruminants Market

A survey based on a one-time questionnaire for sheep customers was conducted at the small ruminants market of Bouake. The aim was to determine the dynamics of sheep price during the year. In the data collected, which concerned animal price and some of their physical characteristics, a particular attention was given to the periods of major holidays. A total of 552 sheep commercialized at the market were included in the survey. The number of sheep sold a week before a holiday was higher than that of sheep sold after the holiday. The small ruminants market of Bouake was mainly supplied with imported sheep (81%) with a majority of the Sahelian type (60%). The traditional technique of defining sheep retail price with visual appraisal and without any measuring instrument provided similar results to those obtained when setting the price based on the exact weight. The traders proved to be quite experienced in that appraising activity. Live weights and holiday periods significantly affected the sheep price. Large sheep, mainly of Sahelian type, were specially sold over Muslim holidays. In the weeks preceding the holidays, the highest sheep price recorded was for the Tabaski (on average 39,705 CFAF per Sahelian sheep and 26,750 CFAF per Djallonke). The lowest sheep price was recorded for the Sahelian sheep at Christmas time (28,105 CFAF/head) and for the Djallonke sheep over New Year's (17,937 CFAF/head). The sheep price was mainly related to animal weights and holiday periods throughout the year, which modulated the customer's choice.

Keywords: Sheep – Marketing – Retail marketing – Price – Côte d'Ivoire.

Resumen

Toure G., Ouattara Z., Yapy-Gnaore V., Yo T., Tanoh K.G. Comercialización de corderos en Bouaké, Costa de Marfil: variaciones de precios en el mercado de los pequeños rumiantes

Se llevó a cabo una encuesta, mediante un cuestionario único, entre los clientes de corderos del mercado de ganado de Bouaké. El objetivo fue la determinación del comportamiento del precio del cordero durante el año. La recolección de datos, con una atención particular a los periodos de grandes fiestas anuales, se centró en el precio y algunas características físicas de los animales. La encuesta concernió 552 corderos comercializados en el mercado. La cantidad de corderos vendidos durante la semana anterior a cada una de las fiestas fue más elevada que después de cada fiesta. El mercado de los pequeños rumiantes de Bouaké es sobretodo abastecido de corderos importados (81%), en su gran mayoría de tipo Sahelino (60%). La forma tradicional de fijar el precio de los corderos mediante una apreciación visual de la corpulencia, sin instrumentos de medida, a dado resultados comparables a la determinación del precio mediante pesas. Los vendedores han demostrado una buena experiencia en esta actividad. El peso vivo y los periodos de fiesta han influenciado significativamente el precio del cordero. Los corderos de gran tamaño, en su mayoría de tipo Sahelino, se vendieron principalmente durante los periodos de fiestas musulmanas. Durante las semanas que precedieron las fiestas, el precio del cordero más elevado se registró en Tabaski (en promedio 39 705 Fcfa/cordero Sahelino y 26 750 Fcfa/cordero Djallonké); el precio del cordero más bajo se obtuvo en Navidad para el cordero Sahelino (28 105 Fcfa/cabeza) y en Año nuevo para el cordero Djallonké (17 937 Fcfa/cabeza). El precio de los cordero estuvo principalmente ligado al peso de los animales y a los periodos de fiestas anuales, los cuáles modularon la escogencia del cliente.

Palabras-clave: Ovino – Mercadeo – Venta al por menor – Precio – Côte d'Ivoire.

Formation à distance en épidémiologie animale

Du 02 janvier au 30 juin 2006
Frais d'inscription : 300 euros

Cette formation réalisée en partenariat avec l'école nationale vétérinaire d'Alfort permet une remise à niveau sur les bases en épidémiologie animale.

Gestion et analyse des données d'enquêtes en élevage tropical

du 28 septembre au 20 octobre 2006
Frais d'inscription : 2 700 euros

La formation s'appuie sur :

- un logiciel de suivi de troupeaux développé par le Cirad-emvt (LASER : Logiciel d'aide au suivi des ruminants). LASER utilise le logiciel de gestion de base de données relationnelles ACCESS ;
- un logiciel de programmation et de traitement statistique : R.

Aquaculture tropicale

du 04 au 15 décembre 2006
Frais d'inscription : 950 euros

Tout en se familiarisant avec les spécificités des animaux aquatiques, les participants, à l'issue de cette formation, seront capables :

- d'évaluer l'opportunité de développer l'aquaculture dans une zone donnée
- d'identifier les systèmes d'élevage les plus appropriés à la zone et de concevoir les itinéraires techniques adaptés correspondant
- de contribuer à la structuration et au renforcement de la filière piscicole
- d'assurer l'interface entre les organismes de recherche et les organismes de développement dans le domaine de l'aquaculture.

Faune sauvage et développement

du 13 au 24 mars 2006
Frais d'inscription : 950 euros

Pour prendre en compte la dimension faune sauvage dans la planification et la mise en œuvre des activités de développement rural, à l'issue du stage les participants seront capables :

- d'identifier les outils et les méthodes de gestion et de conservation de la faune sauvage qui sont utilisables dans le contexte local
- de décrire les principaux systèmes de valorisation de la faune sauvage
- d'analyser les interactions entre faune et activités humaines.

Un devis personnalisé peut être établi sur simple demande. Le Cirad n'est pas en mesure d'accorder des bourses. Il convient donc de faire une demande auprès d'instances nationales ou internationales (ambassade, Ong, Projet...). Le nombre de places étant limité il est recommandé de s'inscrire au moins trois mois avant le début des cours.

Les candidatures comprenant un CV détaillé, une lettre de motivation et des indications sur l'organisme de gestion de la bourse, doivent être adressées au secrétariat du cours :

Cirad, département Emvt, TA 30 / B, 34398 Montpellier Cedex 5, France
Tél. : +33 (0)4 67 59 39 02 ; fax : +33 (0)4 67 59 37 97
E-mail : marie-caroline.estienne@cirad.fr

Maîtrise de la qualité dans les filières de productions animales en régions chaudes

du 06 au 31 mars 2006
Frais d'inscription : 1 800 euros

A l'issue de leur formation, les participants devront être en mesure de :

- poser un diagnostic au niveau d'une filière de production animale
- mettre en œuvre des méthodes de maîtrise de la qualité aux différents niveaux d'une filière de production animale
- proposer des mesures relatives aux méthodes et à l'organisation du contrôle, visant à renforcer la fiabilité des services officiels de contrôle
- conseiller les entreprises du secteur agroalimentaire dans le domaine de l'assurance de la sécurité des aliments ainsi que de l'appréciation et de la gestion du risque
- contribuer à la mise en place d'un dispositif ou cadre législatif et réglementaire compatible avec les normes internationales, en particulier celles de l'Union européenne
- valoriser la démarche qualité au sein des filières.

Méthodologie de l'épidémiosurveillance

du 23 octobre au 24 novembre 2006
Frais d'inscription : 1 900 euros

A la fin de cette formation, pour concevoir, réaliser, organiser et créer un réseau d'épidémiosurveillance, les participants seront capables :

- de concevoir et d'organiser un réseau d'épidémiosurveillance
- de concevoir et de mettre en place des actions d'épidémiosurveillance
- de concevoir, d'organiser et d'animer les formations dans le cadre de la mise en place et du fonctionnement du réseau
- de mettre en place et de conduire les actions de communication interne et externe dans le cadre de la mise en place et du fonctionnement du réseau
- d'évaluer le fonctionnement du réseau

Gestion et traitement de données appliqués à l'épidémiosurveillance

du 27 novembre au 15 décembre 2006
Frais d'inscription : 2 135 euros

A l'issue de cette formation, les participants seront en mesure :

- de maîtriser les fonctions de base des logiciels ACCESS (création d'une base de données) et Map-Info (création de cartes)
- de créer des outils pour la gestion des données d'un réseau d'épidémiosurveillance
- de mettre en relation une base de données avec Map-Info et de représenter la distribution d'une maladie animale
- de réaliser des analyses thématiques simples pour représenter des données et produire des documents cartographiques d'aide à la décision

Développement de l'agropastoralisme chez une fraction nomade fixée sur les bords du fleuve Niger au Mali

L. Baudoux¹ H. Kamil² C.H. Moulin^{3*}

Mots-clés

Nomadisme – Système agropastoral – Système de culture – Élevage – Fleuve Niger – Mali.

Résumé

Dans la région de Tombouctou au Mali, les sécheresses des années 1970-80 et la rébellion touarègue des années 1990 ont entraîné la sédentarisation de populations nomades et le développement de l'agriculture. Afin de mieux connaître ces transformations, l'ONG Vétérinaires sans frontières a lancé une série d'études au démarrage d'un nouveau projet d'appui aux organisations agropastorales. L'évolution du système agraire d'une fraction arabe, fixée sur les bords du fleuve Niger, a ainsi été analysée. Trois systèmes de production ont été caractérisés. Les agropasteurs transhumants (20 p. 100 des familles de la fraction) sont sédentarisés sur la frange fluviale. Ils cultivent du riz et du bourgou dans les plaines inondables et possèdent des petits cheptels de ruminants, insuffisants pour satisfaire l'ensemble des besoins de la famille. Les pasteurs nomades (74 p. 100) sont toujours spécialisés en élevage et ont conservé un mode de conduite pastoral reposant sur la mobilité des troupeaux et des familles pour mettre en valeur des parcours sahéliens. Enfin, des agropasteurs semi-nomades (6 p. 100) combinent la vie de sédentaires en saison sèche, sur le site de fixation au bord du fleuve, et le nomadisme en saison des pluies, les travaux des champs étant alors assurés par des salariés. L'étude des relations agriculture élevage et de l'usage des ressources permet de discuter les politiques de développement centrées sur l'intensification agricole sur la frange fluviale.

■ INTRODUCTION

Les sociétés pastorales sont marquées par deux faits majeurs, la mobilité et la prépondérance de l'élevage dans l'économie familiale (3, 13, 16). Cependant, les activités agricoles sont rarement absentes et les relations à l'agriculture peuvent prendre des formes très diverses au cours de l'histoire des familles (8). Dans la région de Tombouctou au Mali, d'importants mouvements de populations ont été observés suite aux sécheresses des années 1970-80 et à la rébellion touarègue (1991-94). Ces mouvements et la réorganisation concomitante des systèmes de production avec le développement de l'agropastoralisme ne sont que partiellement connus au travers des interventions d'urgence qui ont eu lieu durant les années 1980 et 1990,

comme celles menées par l'ONG Vétérinaires sans frontières (VSF). En phase de démarrage d'un nouveau projet, dans un contexte plus serein, VSF souhaitait mieux connaître la situation actuelle des populations nomades par rapport à la sédentarisation et à leurs activités d'agriculture et d'élevage. Le travail présenté ici est le produit d'une des études réalisées en 2003. Il concerne une communauté de pasteurs nomades, sédentarisée sur les rives du fleuve Niger.

Après avoir présenté la zone d'étude et les méthodes de diagnostic utilisées, les trois systèmes de production observés sont caractérisés. Une analyse des relations agriculture élevage à l'échelle de la frange fluviale peut alors être menée. Les limites et intérêts de la démarche d'étude sont discutés avant de dresser les perspectives d'évolution des systèmes de production.

■ MATERIEL ET METHODES

La communauté étudiée est une fraction arabe (familles du même segment de lignage patrilinéaire), appelée gouanine. Depuis une cinquantaine d'années, une partie de cette fraction s'est fixée au bord du fleuve Niger à Téherdjé, à 40 km en aval de Tombouctou

1. Cnearc, 1101 avenue Agropolis, BP 5098, 34033 Montpellier Cedex 1, France

2. VSF, 14 avenue Berthelot, 69361 Lyon Cedex 07, France

3. Agro.M, UMR Elevage des ruminants en régions chaudes, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 1, France

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +33 (0)4 99 61 23 65 ; fax : +33 (0)4 67 54 56 94

E-mail : moulinch@ensam.inra.fr

(figure 1). La zone d'étude comprend donc une portion de la frange fluviale autour de Têherdjé, sur environ cinq kilomètres le long du fleuve, que les Gouanines (50 familles) exploitent avec leur voisins kel-tamacheqs, fraction des Kel-Tamouleïts blancs (20 familles), et sonraï (190 familles). Cette zone de la frange fluviale est également utilisée à certaines périodes de l'année par une centaine de familles gouanines pratiquant un élevage nomade. Dans ce système nomade, familles et troupeaux se déplacent dans un territoire pastoral correspondant à une bande transversale par rapport au fleuve, allant jusqu'à 80 km au sud, dans le Gourma (rive droite du fleuve) et 40 km au nord (rive gauche), ce qui représente une superficie de 600 km².

Le climat est sahélio-saharien avec des précipitations inférieures en moyenne à 200 mm/an, survenant de façon irrégulière entre juillet et octobre. Le milieu est constitué de deux zones agroécologiques. L'une correspond aux plaines inondées chaque année par la crue du fleuve (d'août à février), l'autre aux plaines exondées, séparées du lit majeur du fleuve par un cordon de dunes. Dans les plaines inondables, les parties les plus basses, avec des sols vertiques, sont réservées à la culture du bourgou. Les zones plus hautes, avec des sols à structure plus sableuse, sont couramment mises en valeur par une culture de riz flottant. Sur les dunes, des Kel-Tamacheqs et des femmes sonraï pratiquent le maraîchage. Les plaines exondées portent des végétations spontanées utilisées pour le pâturage. Des aménagements hydrauliques (périmètres irrigués villageois) ont été réalisés dans ces plaines exondées, notamment pour la culture du riz, avec utilisation de variétés sélectionnées de riz dressé.

L'étude a été conduite de mai à août 2003 (5), en s'appuyant sur une démarche de diagnostic de systèmes agraires (24) et de systèmes d'élevage (23). La caractérisation des paysages agraires a permis de définir les différentes zones agroécologiques et les systèmes de production qui leur sont liés. Une étude de l'histoire des systèmes agraires a été réalisée grâce à des entretiens auprès des chefs de villages ou de sites ainsi que d'anciens et de lettrés. Cette étude historique a permis d'analyser les évolutions des modalités d'accès au foncier et les relations entre les différentes communautés et l'espace. Par la suite, des entretiens ont été menés avec des agropasteurs pour étudier les pratiques d'élevage et de culture. Enfin, 55 enquêtes à questions fermées ont permis de recueillir des données sur les unités de production (actifs familiaux, terres, cheptel) et les unités de consommation (famille), pour les familles résidant dans la frange fluviale. Deux personnes ont réalisé les enquêtes, l'une menant l'entretien et l'autre assurant la prise de notes, assistées d'un auxiliaire vétérinaire assurant la traduction grâce à sa maîtrise des différentes langues parlées dans la zone.

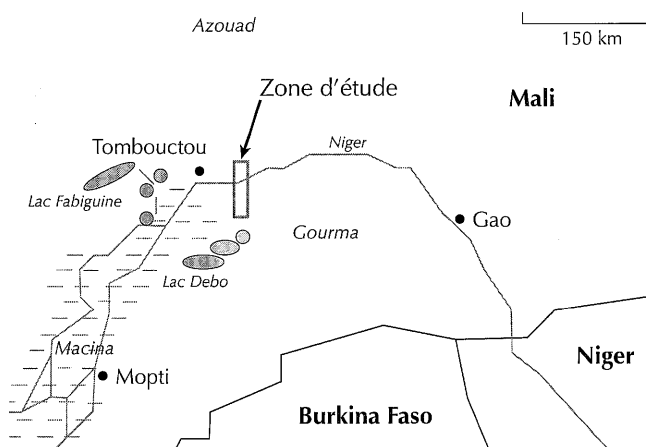


Figure 1 : situation de la zone d'étude dans la boucle du Niger.

L'analyse historique a eu pour but de rassembler un ensemble de faits, d'éléments localisés dans le temps et dans l'espace, qui ont ensuite été ordonnés, au travers des concepts de système agraire et de système de production (12). Une typologie des systèmes de production a ainsi été dressée, sur la base des activités exercées et de la mobilité des troupeaux et des familles. Les données qualitatives et quantitatives issues des entretiens et enquêtes ont alors été utilisées pour caractériser la structure et le fonctionnement de chaque système (6). Pour les activités agricoles, la productivité de la terre et du travail a été évaluée en calculant la valeur ajoutée brute par hectare ou par journée de travail d'un actif. Les familles détenant plusieurs espèces animales, la taille du troupeau a été exprimée en unités de bétail tropical (UBT), en comptant 0,73 UBT pour un bovin et 0,12 UBT pour un petit ruminant (9). Une restitution auprès de représentants de la population et des acteurs locaux du développement de cette région a permis de valider les informations recueillies et les premières analyses.

■ RESULTATS

Historique des systèmes agraires dans la frange fluviale

La mémoire des anciens permet de remonter jusqu'à la moitié du XIX^e siècle, période pendant laquelle les Kel-Tamacheqs dominaient la région. Les Gouanines étaient alors peu nombreux. En bons termes avec les Kel-Tamouleïts, ils obtinrent un droit d'usage sur un territoire s'étendant de part et d'autre du fleuve. Ils baptisèrent la zone proche du fleuve Têherdjé, signifiant cadeau en langue tamacheq. Une partie des Haratines, leurs captifs, y furent regroupés pour qu'ils y cultivent et pratiquent la cueillette. En contrepartie, ces derniers devaient leur reverser une rente agricole. Les autres Haratines ont poursuivi les activités qu'ils menaient jusqu'alors : gardiennage des animaux et exhaure de l'eau.

L'équilibre sur lequel reposait ce système a été profondément affecté par la colonisation française dont les premiers effets ont été ressentis à la fin du XIX^e siècle. Durant la période coloniale et les débuts de l'indépendance (1890-1965), les changements majeurs résidaient dans les modifications des relations entre les communautés et l'arrivée de migrants. Quelques familles sonraï sont arrivées de Gao par le fleuve et ont demandé aux Kel-Tamouleïts et aux Gouanines l'autorisation de s'installer et d'utiliser quelques terres au bord du fleuve. Les ayants droit acceptèrent et des villages se sont peu à peu constitués, avec des populations vivant d'agriculture et des produits de la pêche. Les Haratines qui étaient soumis aux ordres de leurs maîtres ont acquis peu à peu une certaine liberté. Considérée alors comme gouanine, une grande partie, dépourvue de moyens, a poursuivi l'agriculture sur les terres qu'ils cultivaient préalablement. En effet, désormais devenus membres de la fraction, ils ont pu obtenir des droits d'usage sur le territoire des Gouanines. Quelques familles haratines qui avaient les fonds nécessaires ont pu se lancer dans l'élevage pastoral alors soutenu par le gouvernement français (politique d'appui à la santé animale et à la mise en place de puits pastoraux). Privés des produits agricoles, auparavant issus de leurs captifs haratines, les nomades gouanines ont alors développé des échanges monétaires avec les agriculteurs de la zone. A l'indépendance, le gouvernement malien a encouragé la sédentarisation des populations nomades pour en avoir un meilleur contrôle (recouvrement de l'impôt, contrôle des frontières...). Des magasins d'approvisionnement ont ainsi été mis en place pour que les nomades aient un accès plus facile aux denrées agricoles. Selon un chef de fraction, « cette sécurité alimentaire les a encouragés à se sédentariser ». Ainsi, certains Gouanines se sont installés à Têherdjé.

Les décennies qui suivirent l'indépendance ont été marquées par l'accroissement de l'aridité avec notamment deux crises climatiques, les sécheresses de 1973 et 1984. Par ailleurs, les changements politiques, d'abord favorables aux pasteurs, puis aux populations sédentaires, couplés à l'affirmation de la non-propriété des terres pastorales ont animé un sentiment de révolte chez les nomades qui éclata lors de la rébellion touarègue (1991-94). Enfin, les interventions de multiples acteurs de l'aide au développement ont également contribué au bouleversement de l'équilibre du système agraire.

Face à l'accentuation des risques climatiques, de nombreuses familles gouanines se sont sédentarisées à cette période pour diversifier leurs activités. De plus, cela leur permettait d'obtenir des aides extérieures dans le cadre de plans d'urgences, appuis qu'elles n'auraient pas forcément reçus si elles étaient restées mobiles. Par exemple, les habitants de Téherdjé ont obtenu un financement par le Haut comité aux réfugiés en 1996 pour l'installation d'un périmètre irrigué villageois qui leur a permis de cultiver du blé. Par ailleurs, une partie de la fraction a été déplacée dans des camps de sinistrés ou de réfugiés dans lesquels les Gouanines ont pu apprendre différentes techniques agricoles telle que le maraîchage qu'ils ont mis en pratique dès leur retour.

Plusieurs éléments ont contribué au renforcement du secteur agricole. Tout d'abord, le prix des denrées agricoles a augmenté contrairement au prix de la viande (résultat des sécheresses et des conditions du marché local caractérisé par une faible demande). Cette dégradation des termes de l'échange a encouragé les éleveurs à produire eux-mêmes leur riz. Les interventions de l'aide extérieure ont majoritairement appuyé les projets agricoles, pour assurer la sécurité alimentaire des populations. Cela s'est rapidement traduit par une pression sur l'espace au niveau de la frange fluviale, avec la mise en culture, dans les plaines inondables, de terres jusque-là réservées au pâturage. Ce phénomène s'est accru jusqu'à l'amorce de conflits fonciers.

Parallèlement, les agriculteurs sonraï ont diversifié leurs sources de revenus, grâce à l'aide extérieure. Une partie de l'accroissement de leurs revenus a été accumulée sous forme d'animaux d'élevage, conduits selon un mode d'élevage sédentaire. Aussi, suite à l'orientation commune des populations vers l'agropastoralisme, les échanges commerciaux ont globalement diminué et des relations de concurrence se sont développées entre les systèmes de production des différentes communautés, et cela au sein d'un espace limité.

Les Gouanines ont ainsi développé différents modes de valorisation du milieu, notamment grâce à la situation stratégique de leur territoire d'attache situé sur la frange fluviale, ce qui leur a permis de pratiquer l'agriculture. Trois grands systèmes de production peuvent être distingués aujourd'hui : l'élevage nomade, l'agriculture combinée à un élevage transhumant, système dans lequel les familles sont sédentarisées à Téherdjé (agropasteurs transhumants), et enfin l'agriculture et l'élevage semi-nomade, les familles étant fixées à Téherdjé mais repartant en nomadisme avec leur troupeau pendant la saison humide (agropasteurs semi-nomades).

Systèmes de production des familles de la fraction gouanine

Elevage nomade

Même si l'agriculture apparaît être une stratégie intéressante dans un contexte de crise, elle n'a pas été adoptée par toute la fraction gouanine. Les trois quarts des familles ont conservé leurs modes de vie et de production pastoraux en adaptant sans cesse leurs pratiques aux évolutions du milieu. Ces familles détiennent des troupeaux multisécifiques, composés de bovins et de petits ruminants (pour

l'alimentation en lait et la vente d'animaux), et d'animaux de transport (ânes et dromadaires). A l'approche de la saison des pluies, ils descendent vers le sud pour profiter des zones d'herbage déjà arrosées par les premières pluies. Puis ils remontent vers le nord et se déplacent de point d'eau en point d'eau pour profiter de la végétation la plus riche et la plus abondante. Pendant la saison sèche, pour une période qui peut durer six mois, les familles se stabilisent autour des puits au sein de leur terroir d'attache, aire géographique dans laquelle la fraction vit la majeure partie de l'année (17), comportant des ressources stratégiques, comme des puits profonds (30). Ceux qui en ont les moyens apportent des compléments alimentaires aux animaux les plus fragiles et aux femelles laitières. La mobilité vers le sud en saison des pluies permet d'assurer le renouvellement des ressources végétales sur les parcours de saison sèche (pas de prélèvement pendant la période de croissance de la végétation).

L'activité d'élevage de ces familles nomades ne suffit pas toujours à assurer leur survie. Ceci dépend du rapport de la taille du troupeau à la taille de la famille. Lorsque la main d'œuvre familiale est excédentaire par rapport aux travaux à réaliser sur le troupeau, des membres de la famille émigrent pour procurer un revenu complémentaire. Les revenus de ces activités extérieures permettent de faire vivre la famille (viabilité à court terme) et de limiter l'exploitation du troupeau pour reconstituer le cheptel suite à un épisode de sécheresse ou des problèmes sanitaires (ce qui assure la viabilité à moyen terme). Les liens de solidarité, très développés au sein de la fraction, permettent la survie des familles ne possédant pas un cheptel de taille suffisante et ne disposant pas de main d'œuvre pour partir travailler à l'extérieur. Une dizaine de ces familles, dans une situation très précaire, a entrepris de faire des cultures de décrue (mil, sorgho) dans une mare temporaire dans le Gourma. Ces familles ont refusé de se rendre à Téherdjé, dont les caractéristiques du milieu sont beaucoup plus propices à la culture, car elles préfèrent conserver leur terroir d'attache et leur mode de vie nomade.

Ces familles pratiquant l'élevage nomade font face à d'importantes difficultés sociales et sanitaires liées au manque d'infrastructures (école, magasin d'approvisionnement, centre de santé, voies de communication...). Les conflits fonciers entre les différentes communautés deviennent de plus en plus fréquents. Les limites des terres ne sont pas matérialisées et le déplacement fréquent des familles les empêche de contrôler l'utilisation que les autres font de leurs aires de parcours, ce qui occasionne des litiges fonciers (principalement avec les Sonraï) dans les zones où l'eau est présente au moins une partie de l'année (frange fluviale, mares temporaires).

Association de l'agriculture et de l'élevage transhumant

Dans ce système de production, les familles sont constituées de 10 personnes, avec 2,25 actifs en moyenne. Elles résident toute l'année à Téherdjé où elles pratiquent l'agriculture. Les surfaces moyennes cultivées par actif sont de 0,31 ha pour le riz flottant et 0,19 ha pour le bourgou. Ces familles détiennent également des animaux, avec en moyenne 5,4 UBT par famille. Le cheptel moyen, en proportion des UBT totales, est composé de 25 p. 100 de bovins, 15 p. 100 d'ovins et 60 p. 100 de caprins, et 60 p. 100 des familles possèdent des ânes. Ces animaux sont conduits selon un mode d'élevage agropastoral reposant sur l'utilisation de ressources spontanées et cultivées (figure 2). Pendant la saison des pluies, les troupeaux sont confiés à d'autres familles, nomades ou semi-nomades, pour aller vers le sud profiter des pâturages arrosés par les premières pluies. Ce mouvement du bétail, alors que la famille reste pour cultiver à Téherdjé, s'apparente à une transhumance. Il permet d'éloigner les animaux des champs pendant la période de culture et de leur faire profiter des pâturages riches et abondants du Gourma en saison des pluies. Pendant cette période, quelques animaux sont gardés avec la famille à Téherdjé : ils assurent la production laitière et

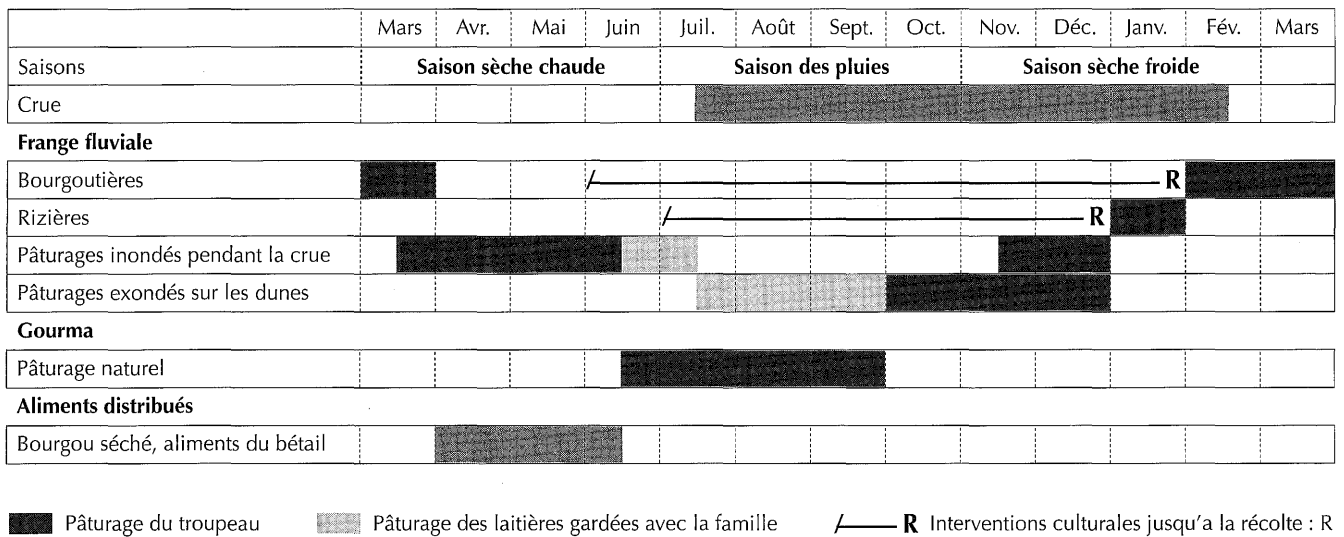


Figure 2 : calendrier alimentaire et fourrager des troupeaux chez les agropasteurs transhumants.

répondent à d'éventuels besoins monétaires. Le reste de l'année (d'octobre à juin), l'ensemble du troupeau divague autour de Téherdjé, sur différents espaces selon l'avancée de la décrue. En raison de l'insuffisance des pâturages aux alentours des habitations et de la charge animale élevée, les agropasteurs apportent des compléments alimentaires pour le cheptel en saison chaude.

La taille de troupeau minimum pour qu'une famille puisse vivre de la seule activité d'élevage a été déterminée d'après les déclarations des familles gouanines fixées à Téherdjé. Pour une famille de 10 personnes, il faudrait au moins 10 bovins, 60 petits ruminants et 2 ânes, soient 15 UBT. Le seuil de survie pour une telle famille, c'est-à-dire le revenu nécessaire pour assurer les besoins minimaux pour l'alimentation, l'habillement et la santé, a été estimé à 1 120 000 Fcfa (environ 1 700 €). Un calcul théorique du revenu permis par le troupeau de 15 UBT (avec autoconsommation de lait et vente d'animaux dans la limite du renouvellement du stock de reproductrices) donne un niveau de revenu de l'ordre du seuil de survie. Ces calculs permettent de recouper les déclarations sur la taille minimale du troupeau.

Ces familles d'agropasteurs transhumants détiennent des troupeaux de taille largement inférieure au troupeau minimum (5,4 UBT contre 15). Elles perçoivent l'agriculture comme indispensable à leur survie. Le vice-président des éleveurs de Téherdjé en témoigne ainsi : « On préfère nos animaux et même leurs déjections à l'agriculture, mais honnêtement, c'est la seule solution aujourd'hui pour s'en sortir. J'aime mes animaux, je les accompagnerai jusqu'à leur dernière demeure. Alors, je changerai mon bâton avec une houe ». Cependant, le troupeau assure de multiples fonctions dans ce système agropastoral : production de viande et de lait, épargne et assurance.

Ce système de production est le plus représenté à Téherdjé (80 p. 100 des familles) mais il ne concerne que 20 p. 100 de l'ensemble des familles de la fraction. Ces familles sédentaires développent de nouvelles relations avec l'extérieur. Elles peuvent bénéficier de services sociaux tels que l'éducation ou la santé. Des familles nomades confient d'ailleurs leurs enfants à leurs cousins fixés à Téherdjé afin d'assurer leur scolarisation. Ces agropasteurs se lancent également dans d'autres activités, comme le commerce, et si la main d'œuvre est excédentaire, certains membres de la famille partent en émigration.

Association de l'agriculture et de l'élevage semi-nomade

Dans ce système de production, les familles conjuguent la vie de sédentaire à Téherdjé pendant la saison sèche et la vie de nomade en saison des pluies. En juin, les familles partent vers le sud avec leurs troupeaux, puis elles remontent alors peu à peu vers le fleuve qu'elles atteignent aux environs du mois de septembre. Les animaux sont alors laissés sur des zones de pâturage proches du village tandis que les familles reprennent leur vie de sédentaires. Elles peuvent assurer la récolte du riz et du bourgou en complétant généralement leur main d'œuvre par des ouvriers agricoles (généralement des Bellahs, descendants des anciens captifs des Kel-Tamacheqs). Les autres opérations culturales, à réaliser lorsque les familles sont parties dans le Gourma (labour, semis, désherbage ou encore repiquage du bourgou), sont déléguées à un membre d'une famille sédentaire qui embauche des salariés temporaires pour réaliser les travaux.

Peu de familles gouanines (6 p. 100) mettent en œuvre ce système de production. Elles exploitent le milieu en tirant partie à la fois de l'agriculture et de l'élevage. Ces familles disposent *a priori* d'un cheptel suffisant pour se spécialiser dans l'élevage, avec 20 à 50 UBT par famille. Le troupeau est composé de 60 p. 100 de bovins, 25 p. 100 d'ovins et 15 p. 100 de caprins. Cependant, elles pratiquent l'agriculture, notamment pour limiter les prélèvements sur les troupeaux. Les surfaces cultivées sont assez faibles, avec 0,2 ha cultivé par actif alors qu'un actif chez les agropasteurs transhumant cultive 0,5 ha. La part des surfaces consacrée au bourgou (50 p. 100) montre l'intérêt accordé à la production de fourrages pour les troupeaux. La culture a également une autre utilité plus discrète : celle de marquer les terres afin d'éviter que les voisins sonraï ne se les approprient (selon les dires des habitants de Téherdjé). Il faut signaler que ces familles, dont les systèmes de production dégagent les revenus les plus élevés, disposent en plus des revenus tirés du travail de membres de la famille émigrés.

Relations agriculture élevage

Intégration agriculture élevage dans les unités de production

La traction animale et la fumure organique sont deux thèmes techniques majeurs de l'intégration agriculture élevage dans les unités de production (22). Si les ânes et les dromadaires sont utilisés pour

le transport (notamment au moment des récoltes), la culture attelée, en revanche, est pratiquement absente chez les agropasteurs de Téhérdjé. En effet, un grand nombre de travaux agricoles sont réalisés manuellement par des salariés temporaires. Ces salariés agricoles sont des Bellahs, résidant dans un village voisin. N'ayant pas accès à la terre, ils vendent leur force de travail pour se nourrir. Dans un tel contexte d'offre de main d'œuvre et de concurrence sur les espaces pour la mise en culture, l'intérêt de la culture attelée n'est pas évident. L'utilisation des déjections animales comme fumure organique est également très faible. Les sols sableux des dunes étaient fertilisés avec des déjections animales lorsque les agropasteurs pratiquaient le maraîchage. Mais ces cultures ont été abandonnées du fait des dégradations causées par le bétail. Dans les plaines inondables, le maintien de la fertilité est assuré en partie par les alluvions apportées par la crue du fleuve : l'intérêt des apports de déjections animales n'est pas net par rapport au travail nécessaire pour rassembler et transporter les déjections. Enfin, les Gouanines ne cultivent pas forcément le même champ d'une année sur l'autre. Cette réglementation foncière décourage l'investissement des producteurs quant à l'entretien de la fertilité de leur sol.

Développement de la riziculture chez les agropasteurs de Téhérdjé

Pour conforter la base agricole des systèmes agropastoraux, l'aménagement de périmètres irrigués villageois dans les plaines exondées permettrait une extension des surfaces cultivées. Ce thème de développement a été largement appuyé par les coopérations extérieures et adopté par les agropasteurs sonraï des villages voisins. La culture du riz dans ces périmètres, avec des variétés améliorées de riz dressé, assurerait une meilleure sécurité alimentaire des familles gouanines et permettrait de conforter l'élevage en consacrant plus de surfaces au bourgou dans les plaines inondables (substitution du bourgou au riz flottant). Mais cette répartition spatiale des cultures pose plusieurs difficultés qui expliquent que les agropasteurs de Téhérdjé maintiennent la culture du riz flottant dans les plaines inondables. Tout d'abord, la rémunération d'une journée de travail agricole est supérieure pour le riz flottant en plaines inondables par rapport au riz dressé en périmètre irrigué : 250 à 1 300 Fcfa par journée de travail pour le riz dressé, selon le climat de l'année, contre 500 à 1 800 Fcfa pour le riz flottant. La gestion des périmètres irrigués suppose également une organisation commune relativement complexe, avec mise en place d'un comité de gestion qui coordonne les opérations culturales réalisées en commun (pépinière, repiquage par exemple) et fait fonctionner l'installation (fonctionnement et entretien des motopompes) en percevant une redevance. Enfin le riz flottant, de par la taille de ses tiges, procure de la paille en quantité importante, valorisée par les activités d'élevage.

Agriculture, élevage et gestion des ressources dans la frange fluviale

Les bords du Niger sont un lieu privilégié pour l'élevage : le fleuve constitue un point d'eau permanent et irrigue de nombreuses plaines favorables au développement de la végétation et ainsi au pâturage. Par ailleurs, en période de crue, la frange fluviale devient un bassin de production de plantes fourragères grâce au bourgou. Ainsi, dès le mois de septembre et pendant toute la décrue, elle est le point de rencontre des éleveurs nomades. Mais c'est également un espace privilégié pour la production agricole, sous ce climat sahélo-saharien rendant très aléatoire la culture pluviale.

L'accroissement de l'aridité qui sévit depuis les années 1970 est particulièrement ressenti dans la zone d'étude. La crue du fleuve n'est plus aussi importante qu'avant, en raison des barrages et des aménagements en amont. De ce fait, les bras du Niger qui irriguaient les plaines au-delà des dunes ont disparu. Les surfaces cultivables ont ainsi diminué de façon importante. Par ailleurs, la sédentarisation des populations nomades, couplée à l'accroissement de la population sonraï, a entraîné un intérêt croissant pour la production agricole, également encouragée par l'aide extérieure. Ces deux phénomènes ont exacerbé la pression sur les terres cultivables. Parallèlement à l'augmentation des activités agricoles, la charge animale entretenue en bordure du fleuve a augmenté, en raison de la sédentarisation d'une partie de la fraction gouanine mais également de l'accroissement du cheptel des Sonraï (agriculteurs devenant agropasteurs).

La concurrence sur les espaces et les ressources se fait donc de plus en plus vive et génèrent deux types de conflits. Ce sont tout d'abord des conflits fonciers, pour l'accès aux surfaces cultivables ou pour maintenir des surfaces non cultivées afin de disposer de pâturages de décrue. Des conflits opposent ainsi sédentaires et éleveurs nomades ou semi-nomades. D'une manière générale, ces derniers se plaignent de l'extension des cultures que revendiquent les sédentaires comme un besoin vital pour faire face à l'augmentation démographique. L'autre source majeure de conflits relève des tensions liées à la pratique conjointe de l'agriculture et de l'élevage sur ces espaces. Ce sont les cultures qui règlent le rythme de déplacements des animaux : les producteurs se sont organisés de manière à ce que les plaines inondables soient libérées de la plus grande partie des animaux pendant le temps des cultures. Ces derniers peuvent en bénéficier le reste de l'année. Ainsi, le riz est semé quand les animaux des sédentaires et semi-nomades sont partis dans le Gourma. Quand ils reviennent, les cultures sont protégées par la crue. Mais ces règles d'usage ne sont plus toujours respectées. Les risques de dégradation des cultures par les animaux sont plus ou moins forts selon les périodes de l'année (tableau I). La gestion des bourgoutières est particulièrement difficile, le repiquage ayant lieu pendant

Tableau I

Risque de conflits entre agriculture et élevage au cours de l'année

	Avr.-juin	Juil.-août	Sept.-déc.	Janv.-mars
Elevage	Forte concentration d'animaux dans la frange fluviale	Déplacements dans le Gourma	Remontée progressive vers la frange fluviale	Pâturage des résidus du riz puis du bourgou
Agriculture	Repiquage du bourgou	Labour, semis du riz, récolte du mil	Entretiens et récolte du riz	Récolte du bourgou
Risques de dégâts sur les cultures	Elevés sur les bourgoutières	Modérés	Modérés à élevés	Faibles

la période de soudure pour les animaux (juin). Les dégâts aux cultures peuvent être importants et sont avancés comme raison de l'arrêt de la production de blé et du maraîchage à Têherdjé. Mais la présence des animaux pendant une grande partie de l'année pose d'autres problèmes. Les animaux ne sont ni gardés, ni parqués (hormis quelques exceptions). Ils divaguent ainsi autour du village, notamment sur les dunes où des signes d'érosion sont relevés. Le sable n'y est pas maintenu et vient se répandre sur les plaines inondables amoindrant leur capacité de rétention d'eau. Selon les dires des cultivateurs, la fertilité de ces terres est très sensible à l'ensablement et les rendements agricoles s'en trouvent réduits.

■ DISCUSSION

Limites, intérêts et perspectives de la méthode

Les résultats présentés ici sont le produit d'une étude de courte durée : deux mois et demi de travail effectif d'observations et d'enquêtes sur la zone d'étude, avec peu de moyens humains. Dans ces conditions logistiques, les activités agricoles ont été quantifiées de façon satisfaisante. En revanche, pour l'élevage, il n'a pas été possible de quantifier certains éléments, notamment ceux qui concernent le foncier pastoral et le peuplement animal global. L'augmentation de la charge animale dans la frange fluviale n'a ainsi pas pu être calculée, ce qui n'a pas permis d'apprécier l'ampleur de ce phénomène pourtant rapporté par différentes personnes au cours des entretiens.

Les enquêtes quantitatives sur les systèmes de production n'ayant pas pu être effectuées chez les familles nomades, les tailles des familles et des troupeaux ne sont pas connues pour ce système de production. Il n'a pas ainsi été possible d'évaluer la proportion de familles nomades se situant en dessous du seuil de survie.

Malgré ces limites, la méthode utilisée a permis de repérer les différents systèmes de production agricole, d'expliquer les modes actuels de mise en valeur de ce milieu sahélien et de pointer les enjeux autour des usages de ressources clés, localisées dans la frange fluviale, déterminants pour l'avenir de cette fraction gouanine. Cette démarche systémique a permis d'articuler de façon pertinente les informations qualitatives et quantitatives. Elle a consisté à repérer tout d'abord des types d'unités de production à partir de l'étude historique et des données qualitatives sur les activités et les pratiques mises en œuvre. Les éléments quantitatifs ont été utilisés dans un deuxième temps, lorsqu'ils ont pu être recueillis, pour caractériser les différents systèmes identifiés. Cette démarche a donc été très différente des méthodes d'étude de la diversité des unités de production à partir d'un ensemble de variables traitées au moyen d'analyses multivariées (2, 20, 26). Elle répondait mieux aux objectifs, notamment parce qu'elle s'appuyait sur une théorie du fonctionnement des systèmes analysés, comme cela a déjà été discuté par Landais (21).

Dans cette situation d'élevage pastoral, les équilibres entre activités (élevage, agriculture, émigration) et entre taille de la famille et taille du troupeau peuvent être rapidement déplacés, sous l'effet de facteurs internes aux familles (modifications de la composition du groupe familial) ou d'événements extérieurs (sécheresse), comme le souligne Thébaud (31) à propos des pasteurs peuls du Niger oriental. Il faut donc prêter une attention toute particulière aux évolutions récentes des activités des familles. Pour la mise en œuvre de diagnostic agraire dans les régions d'élevage pastoral mobile, l'approche historique, centrée sur l'identification des systèmes agraires successifs sur le long terme (un siècle et demi), pourrait donc être utilement complétée par un recueil d'informations sur la trajectoire récente des unités de production, comme cela a été développé dans

des études récentes sur les systèmes d'élevages de petits ruminants dans le sud de la France (25, 27).

Viabilité des systèmes de production et itinéraires des familles

La viabilité du système pastoral spécialisé n'a pas pu être évaluée pour les familles nomades. Cependant la précarité d'une dizaine de familles réalisant des cultures de décrue dans des mares temporaires et les phénomènes de migration procurant des revenus extérieurs étaient les signes des difficultés économiques d'une partie au moins de ces familles. Ce résultat est concordant avec d'autres études menées sur l'élevage pastoral en Afrique subsaharienne (1, 14, 31).

L'agriculture est une voie possible de diversification permettant la sécurisation des systèmes de production. Le cadre d'analyse proposé par Bonfiglioli (8) s'applique assez bien à la situation de la fraction gouanine ; il permet de saisir les fonctions de l'agriculture et de faire des hypothèses sur les trajectoires des familles entre les trois systèmes de production observés.

Bonfiglioli distingue trois configurations d'agropastoralisme pour les familles à l'origine spécialisées en élevage : agropastoralisme d'attente, de sécurité ou d'opportunisme. Les éleveurs nomades pratiquant des cultures pluviales dans le Gourma pourraient être en attente ; des conditions plus favorables (augmentation de la taille du troupeau ou augmentation de la main d'œuvre familiale pour envoyer un membre de la famille en émigration) leur permettraient d'arrêter l'agriculture. Dans le cas contraire, ces familles pourraient être amenées à quitter leur mode de vie pastoral. En revanche, les agropasteurs transhumants, fixés à Têherdjé, pratiquent un agropastoralisme de sécurité. Les conditions favorables aux cultures dans la frange fluviale fournissent une base agricole solide pour construire un système agropastoral viable (31). Ces agropasteurs peuvent être d'anciens Haratines qui pratiquent l'agriculture depuis longtemps ou d'anciens nomades qui ont perdu tout leur cheptel lors des crises des années 1970-90. Il semble peu probable que ces familles adoptent à nouveau un système de production nomade.

Bonfiglioli propose une troisième configuration, l'agropastoralisme d'opportunisme, avec une double inscription spatiale pour les pasteurs, entre brousse et le village, sans que l'agriculture soit forcément pratiquée. Ici, les agropasteurs semi-nomades sont dans une configuration agropastorale plus complète, avec marquage des terres par la culture, phénomène observé ailleurs, comme par exemple chez les éleveurs des steppes semi-arides du Maghreb (10). Mais seule une partie des travaux agricoles sont réalisés par la famille, essentiellement la récolte, ce qui les rapproche des pratiques de cueillette classique chez les pasteurs sahéliens (7). Ce système de production peut être interprété comme une forme de transition pour des transhumants qui, ayant réussi à accumuler suffisamment de cheptel, reprennent un nomadisme de saison des pluies, avant un retour vers un nomadisme intégral. C'est peut-être aussi une nouvelle configuration durable d'agropastoralisme, maintenant un équilibre entre un mode de vie pastoral et l'accès à un environnement socio-économique de sédentaires sur la frange fluviale. Ce système de production présente une bonne viabilité économique ; il est cependant pratiqué par peu de familles aujourd'hui. Il repose en effet sur l'accès à des ressources foncières rares, dans les plaines inondables sur la frange fluviale. Il ne peut guère constituer un modèle pour toutes les familles spécialisées en élevage.

Relations entre systèmes de production

Si les familles peuvent passer d'un système de production à un autre, il faut aussi noter la dépendance des systèmes entre eux. La

conduite de l'élevage aujourd'hui chez les agropasteurs transhumants dépend de la présence de nomades (ou semi-nomades) qui prennent une partie des animaux des sédentaires pour les emmener dans le Gourma en saison des pluies. Les cheptels étant de petite taille, il n'y aurait en effet pas intérêt à mobiliser un membre de la famille pendant 3-4 mois pour emmener les animaux en transhumance, mais il y pourrait être intéressant de regrouper les cheptels des sédentaires pour constituer un troupeau de transhumance dont la garde serait à la charge de l'ensemble des familles. Les agropasteurs semi-nomades dépendent de la présence des sédentaires : ceux-ci embauchent les salariés temporaires pour faire les travaux des champs des semi-nomades, ils accueillent également les jeunes pour assurer la continuité de leur scolarisation. Certaines familles nomades passent des arrangements avec des sédentaires pour cultiver du bourgou, le fourrage étant transporté vers le Gourma, grâce à des dromadaires, et distribué en complément aux ruminants pendant la saison sèche chaude. Ces liens entre les familles mettant en œuvre différents systèmes de production permettent ainsi une dissociation de la mobilité des troupeaux et des familles (4, 19), assurant un accès plus facile, pour une partie de la population, à un ensemble de services.

Pour sécuriser ce système agraire, il convient de promouvoir des actions qui prennent en compte ces complémentarités et raisonnent la mise en valeur à la fois des zones de pâturages exondées et de la frange fluviale. Le maintien de la mobilité des troupeaux est indispensable à une mise en valeur efficace des zones exondées (11, 28), la mobilité ayant un rôle important dans les stratégies antirisques (15, 31). La sécurisation de l'élevage mobile reste une priorité dans les différentes politiques de développement. L'augmentation de la production fourragère, avec la culture du bourgou dans les zones inondables, pourrait être une voie de sécurisation en améliorant l'alimentation animale. Cependant, les premiers animaux concernés seraient certainement ceux qui restent en bordure du fleuve : l'accès aux bourgoutières ou aux lieux de stockage du bourgou y est aisé. Les sédentaires et semi-nomades profiteraient ainsi de cette intensification. Les bénéfices qu'en tireraient les nomades seraient certainement moindres puisqu'ils n'ont pas accès librement à la frange fluviale. Il faudrait donc travailler sur les règles d'accès à ces ressources fourragères, ce qui renvoie au problème du contrôle du foncier au sein de la fraction ou au développement du marché des fourrages.

Gestion de l'espace par les différentes communautés

Les communautés exploitant la frange fluviale (gouanine, sonraï, kel-tamacheq) maîtrisent les techniques agricoles et d'élevage. Elles se sont organisées par le passé de manière informelle pour que chacun de leurs membres ait accès aux ressources de manière équitable et durable. Cependant, l'entente entre ces communautés est menacée ; nombre de conflits, notamment fonciers, les opposent déjà les unes aux autres. Les populations tentent de protéger leur territoire et cherchent à récupérer les conventions qui leur attribuaient des droits d'usage au temps de la colonisation. Dans ce contexte, les services d'appui au développement doivent plutôt résider dans le secteur institutionnel (18, 28). Les organisations coutumières doivent trouver une personnalité juridique, dans la mesure où elles sont capables de répondre aux exigences de l'administration (29). La population locale espère que la décentralisation constituera un cadre privilégié pour régler ces questions foncières, avec notamment l'application de la charte pastorale. Le dialogue à l'échelle communale devrait permettre aux autorités les plus proches de la population de se rencontrer, de négocier et de fixer ensemble les règles concernant les relations des communautés entre elles.

■ CONCLUSION

L'agriculture représente une véritable opportunité pour la fraction gouanine. Tout d'abord, elle constitue une garantie supplémentaire pour la sécurité alimentaire, en produisant des denrées directement consommables par l'homme, ou bien indirectement à travers la valorisation de fourrages par l'élevage. Par ailleurs, pour atténuer les conséquences des aléas climatiques et économiques, elle peut être considérée comme une diversification à l'élevage. Enfin, elle joue un rôle non négligeable dans le marquage des terres, fonction particulièrement importante dans le contexte actuel de pression foncière. Certaines familles gouanines ont ainsi élaboré des formes assez particulières d'intégration agriculture élevage avec le maintien du nomadisme conjugué aux activités agricoles (reposant notamment sur la constitution de stocks fourragers grâce au bourgou).

Néanmoins, le passage du nomadisme à la sédentarisation est un processus difficile : il constitue une rupture au niveau professionnel, mais plus encore au niveau du mode de vie. L'analyse de la situation met en avant la nécessité d'un cadre réglementaire approprié, dans un souci d'organisation et de concertation des hommes, et de gestion des ressources naturelles. Se dessine ici un enjeu fondamental de la décentralisation et de la mise en place de la charte pastorale dont les réussites dépendront de leurs modalités de mise en œuvre.

La majorité des interventions se concentre aujourd'hui au niveau de la frange fluviale. Or le phénomène de sédentarisation concerne seulement un quart de la fraction arabe étudiée. Ne faudrait-il pas donner la priorité aux populations majoritaires et soumises à davantage de risques qu'aux habitants de Téherdjé ? Il est nécessaire de replacer les dynamiques agricoles de la frange fluviale dans un ensemble géographique s'étendant aux espaces parcourus par les nomades, dans le Gourma, exploités ici par les Gouanines, mais aussi vers le nord dans le Haoussa, jusqu'à l'Azaouad.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMO A., 1999. La décentralisation au Niger : le cas de l'Air. In : Bourgeot A., éd., *Horizons nomades en Afrique sahélienne. Sociétés, développement et démocratie*. Paris, France, Karthala, p. 201-215.
- ALARY V., MESSAD S., TACHE C., TILLARD E., 2002. Approche de la diversité des systèmes d'élevage laitiers à la Réunion. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 55 : 285-297.
- BARFIELD T.J., 1993. *The nomadic alternative*. Upper Saddle River, NJ, USA, Prentice Hall, 230 p.
- BARRAUD V., MAHAMAT SALEH O., MAMIS D., 2001. *L'élevage transhumant au Tchad oriental*. Lyon, France, VSF, 137 p.
- BAUDOUX L., 2003. La frange fluviale du Niger au Nord-Mali : points de convergence entre l'agriculture et l'élevage. Diagnostic agraire réalisé dans la zone de Téherdjé, 6^e région, auprès de communautés sonraï, kel-tamacheq et arabe. Mémoire fin d'études, ISA Lille / Esat1-Cnearc, Montpellier, France, 110 p.
- BENKAHLA A., FERRATON N., BAINVILLE S., 2003. Initiation à une démarche de dialogue. Etude de l'agriculture dans le village de Fégoun au nord de Bamako au Mali. Paris, France, Gret, 125 p.
- BERNUS E., 1981. Touaregs nigériens. Unité culturelle et diversité régionale d'un peuple pasteur. Paris, France, Orstom, 507 p.
- BONFIGLIOLI A.M., 1990. Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour : itinéraires sahéliens. *Cah. Orstom, Sér. Sci. Hum.*, 26 : 255-266.
- BOUDET G., 1984. *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. Paris, France, ministère des Relations extérieures, 267 p. (Coll. Manuels et précis d'élevage)
- BOURBOUZE A., 2000. Pastoralisme au Maghreb : la révolution silencieuse. *Fourrages*, 161 : 3-21.
- CLAUDE J., GROUZIS M., MILLEVILLE P., éd., 1991. *Un espace sahélien : la mare d'Oursi, Burkina-Faso*. Paris, France, Orstom, 210 p.
- COCHET H., 2001. Crises et révolutions agricoles au Burundi. Paris, France, INA-PG / Karthala, 468 p.

13. DIGARD J.P., LANDAIS E., LHOSTE P., 1993. La crise des sociétés pastorales. Un regard pluridisciplinaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** : 683-692.
14. DJAMA M., 1999. Producteurs pastoraux et commerce international. L'évolution des rapports marchands en pays Nord-Somali. In : Bourgeot A., éd., Horizons nomades en Afrique sahélienne. Sociétés, développement et démocratie. Paris, France, Karthala, p. 339-353.
15. EDLIN M., MILLEVILLE P., éd., 1989. Le risque en agriculture. Paris, France, Orstom, 619 p.
16. FAO, 2002. Pastoralism in the new millennium. Rome, Italy, FAO, 96 p. (Anim. Prod. Health Paper, No 150)
17. HAMMEL L., 2001. Terroirs d'attache des pasteurs du Niger. London, UK, IIED, 26 p. (Dossier n° 102)
18. HESSE C., 2001. Gestion des parcours : qui en est responsable et qui y a droit ? In : Tielkes E., Schlecht E., Hiernaux P., éd., Elevage et gestion de parcours au Sahel, implications pour le développement. CR atelier régional ouest-africain, Niamey, Niger, 2-6 oct. 2000. Beuren, Allemagne, Verlag Ulrich E. Grauer, p. 139-153.
19. HUMPHREY C., SNEATH D., 1999. The end of nomadism? Society, State and the Environment in Inner Asia. Durham, NC, USA, Duke University Press, 355 p.
20. KOBRICH C., REHMAN T., KHAN M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agric. Sys.*, **76**: 141-157.
21. LANDAIS E., 1996. Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Econ. rurale*, **236** : 3-15.
22. LANDAIS E., LHOSTE P., 1990. Les relations agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. *Cah. Orstom, Sér. Sci. Hum.*, **26** : 217-235.
23. LANDAIS E., LHOSTE P., MILLEVILLE P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. *Cah. Orstom, Sér. Sci. Hum.*, **23** : 421-437.
24. MAZOYER M., ROUDART L., 1997. Histoire des agricultures du Monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Paris, France, Le seuil, 534 p.
25. MOULIN C.H., PLUVINAGE J., BOCQUIER F., 2004. Les relations entre agrandissement des troupeaux et changements de conduite : exemple des élevages d'ovins allaitants en Crau. *Rencontres Rech. Ruminants*, **11** : 145-148.
26. ORSINI J.P.G., LHOSTE P., BOUCHIER A., FAYE A., NIANG L., 1985. Une typologie d'exploitations agropastorales au Siné-Saloum, Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 200-210.
27. PLUVINAGE J., MOULIN C.H., 2004. Analyse de la diversité et de la dynamique des systèmes de production : propositions méthodologiques à partir d'études menées en régions d'élevage. In : Colloque Les systèmes de production : performances, évolutions, perspectives, Société française d'économie rurale, Lille, France, 18-19 nov. 2004. (<http://www.sfer.asso.fr/sfer/>)
28. SCOONES I., dir., 1999. Nouvelles orientations du développement pastoral en Afrique. Paris, France, Karthala / CTA, 362 p.
29. SWIFT J., 1999. Les écosystèmes dynamiques et l'administration du développement pastoral. In : Scoones I., éd., Nouvelles orientations du développement pastoral en Afrique. Paris, France, Karthala / CTA, p. 265-296.
30. THEBAUD B., 1995. Le foncier dans le Sahel pastoral. Situation et perspectives. In : Blanc-Pamard C., Cambrézy L., éd., Terre, terroir, territoire. Les tensions foncières. Paris, France, Orstom, Sér. Dynamique des systèmes agraires, p. 37-56.
31. THEBAUD B., 2002. Foncier pastoral et gestion de l'espace au Sahel. Peuls du Niger oriental et du Yagha burkinabé. Paris, France, Karthala, 318 p.

Reçu le 28.06.2004, accepté le 02.05.2005

Summary

Baudoux L., Kamil H., Moulin C.H. Development of Agropastoralism in a Nomadic Community Settled along the Niger River in Mali

In the region of Timbuktu in Mali, the droughts of the 1970-80's and the Tuareg rebellion of the 1990's led nomadic populations to settlement and cultivation. At the beginning of a new project supporting agropastoral organizations, the NGO Vétérinaires Sans Frontières launched several studies to assess these changes. Thus, we studied the evolution of the agricultural system of an Arab community settled along the Niger River. Three farming systems were characterized. The transhumant agropastoralists (20% of the families) are settled on the Niger banks. They grow rice and burghu grass in the flood plains. They rear small ruminant herds that do not however satisfy all family needs. The nomadic pastoralists (74%) still specialize in livestock farming; livestock management is based on herd and family mobility in order to exploit Sahelian rangelands. At last, semi-nomadic agropastoralists (6%) combine a settled way of life during the dry season on the river banks and nomadism during the rainy season, while salaried employees work in their fields. The study of the relationship between livestock farming and cropping, and of resources use can help shape development policies based on crop intensification on the river banks.

Keywords: Nomadism – Agropastoral system – Cropping system – Animal husbandry – Niger River – Mali.

Resumen

Baudoux L., Kamil H., Moulin C.H. Desarrollo agro pastoral en una fracción nómada establecida sobre los bordes del río Níger en Malí

En la región de Tombuctú en Malí, las sequías de los años 1970-80 y de la rebelión touareg de los años 1990 trajeron el sedentarismo de las poblaciones nómadas y el desarrollo de la agricultura. Con el fin de conocer mejor estas transformaciones, la ONG Veterinarios sin fronteras lanzó una serie de estudios coincidiendo con el inicio de un nuevo proyecto de apoyo a las organizaciones agro pastorales. Se analizó así la evolución del sistema agrario de una fracción árabe, establecida sobre los bordes del río Níger. Se caracterizaron tres sistemas de producción. Los agro pastores trashumantes (20% de las familias de la fracción) sedentarios sobre la margen fluvial. Cultivan el arroz y el burghú en las llanuras inundables y poseen pequeños hatos de rumiantes, insuficientes para satisfacer el conjunto de las necesidades de la familia. Los pastores nómadas (74%) especializados, desde siempre, en la cría y han conservado un modo de conducta pastoril que reposa sobre la movilidad de los hatos y de las familias para realizar los trayectos saharianos. Finalmente, los agro pastores semi-nómadas (6%) combinan la vida de sedentarios durante la estación seca, sobre el sitio de fijación al borde del río y el nomadismo durante la estación lluviosa, los trabajos de los campos siendo entonces asegurados por asalariados. El estudio de las relaciones agricultura-cría y el uso de los recursos permite discutir las políticas de desarrollo centradas sobre la intensificación agrícola sobre el borde fluvial.

Palabras clave: Nomadismo – Sistema agropascícola – Sistema de cultivo – Ganadería – Río Níger – Malí.

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

ABONNEMENT/SUBSCRIPTION

France	Union européenne <i>European Union</i>	Pays ACP <i>ACP countries</i>	Autres pays étrangers <i>Other foreign countries</i>
76	93	60	100

**Je désire m'abonner à la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
(4 numéros par an)**

***I wish to subscribe to the Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
(4 issues a year)***

nom/name:.....prénom/first name:.....

adresse/address:

ville/city:.....pays/country:.....

Je vous joins mon règlement, soit / I enclose payment of

.....

Date

à l'ordre de LAVOISIER
payable to LAVOISIER

Je désire recevoir un numéro spécimen
Please send me a free sample

A retourner à / *Return to*

**LAVOISIER
Pascal Pinard
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex, France**

tél : +33 (0)1 47 40 67 00
fax : +33 (0)1 47 40 67 03
abo@Lavoisier.fr
<http://www.Lavoisier.fr>

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

La *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* publie trimestriellement des articles et des communications originaux de recherche appliquée, des synthèses sur la santé (pathologie infectieuse et parasitaire) et les productions animales (ressources animales et alimentaires) dans les régions tropicales et subtropicales. Des notes courtes sont également acceptées pour exposer un sujet d'actualité. Le dernier numéro de chaque année comprend des index : auteurs, mots-clés, géographique.

- Le Rédacteur en chef accuse réception des manuscrits, puis les soumet au Comité de lecture. Les manuscrits peuvent alors être acceptés, refusés ou soumis à des demandes de modifications qui doivent être prises en compte (sauf justifications documentées).

La Rédaction se réserve le droit de renvoyer aux auteurs, avant toute lecture, les manuscrits non conformes aux recommandations suivantes :

- Le français est obligatoire pour tous les auteurs français ou francophones. L'anglais de qualité excellente peut être utilisé dans tous les autres cas.

- Le manuscrit est soumis en **3 exemplaires** complets dont un original. Le texte est dactylographié en **double interligne**, toutes les pages sont numérotées. Une **disquette** l'accompagne : le fichier texte est au format Microsoft Word, séparé du fichier tableaux (voir plus bas).

- **Contenu des 1^{ère} et 2^e pages :** 1) un titre précis complet en français et en anglais ; 2) un titre courant ne dépassant pas 60 caractères ou espaces en français et en anglais ; 3) noms, initiales des prénoms, adresses complètes des auteurs ; 4) nom, n° téléphone, n° fax, adresse **e-mail** de l'auteur assurant la correspondance ; 5) résumés : **en français et en anglais**, ne dépassant pas 250 mots et comportent les mêmes informations ; 6) cinq à huit mots-clés, selon le thésaurus Agrovoc de la FAO.

- **Plan des articles :** introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements (s'il y a lieu), bibliographie.

N.B. : dans les parties matériel et méthodes, et résultats, le **temps passé** (en général le passé composé et le cas échéant l'imparfait) est obligatoire ; dans la partie discussion le présent peut être utilisé lorsque des travaux déjà publiés sont évoqués mais le passé reste obligatoire lorsqu'il est fait référence aux résultats de la présente étude.

- **Tableaux :** numérotés en chiffre romains, dans l'ordre de leur apparition dans le texte, construits avec la fonction « tableau » de MS Word ou sous Excel ; chaque donnée est saisie dans une cellule distincte ; **ne pas utiliser** la fonction « retour à la ligne » à l'intérieur des cellules.

- **Figures** (photos, graphes, dessins, cartes) : sur papier et de qualité excellente, numérotées en chiffre arabe dans l'ordre de leur apparition, les légendes rassemblées sur feuille indépendante et compréhensibles par elles-mêmes. Les figures doivent également être fournies avec leur **fichier source** (Excel ou Powerpoint), sinon sauvegardées au format jpg, tif ou eps (résolution de 300 dpi pour largeur minimale de 150 mm). Les frais d'impression des figures en couleurs sont à la charge des auteurs.

- **Bibliographie :** numérotée en chiffres arabes, ordre alphabétique selon le nom des auteurs qui sont tous mentionnés ; référencée par des chiffres arabes entre parenthèses dans le texte ; ex. : "...(19)...(7, 21)...". S'assurer que les **références** apparaissant dans la liste sont **citées dans le texte**. Les publications **anonymes** seront classées au nom de l'institut/la maison d'édition. Utiliser les normes internationales ISO pour l'abréviation de périodiques. La présentation est scrupuleusement respectée et aucun élément (ex : ville, pays et maison d'édition - c'est-à-dire le copyright - pour un ouvrage) ne doit manquer, selon les modèles suivants :

1. BERTHE D., 1987. Epidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses majeures : bilan et perspectives. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 120 p.
2. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vèlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.
3. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : Second comité scientifique du Prasad, Maroua, Cameroun, 5-9 février 2001, 15 p.
4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., Ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Les **épreuves** sont envoyées au premier auteur ou au correspondant ; un délai de quelques jours est donné pour signaler des corrections. Trente **tirés à part** gratuits sont envoyés uniquement au premier auteur ou au correspondant désigné lors de l'expédition de l'article.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* publishes on a quarterly basis the results of original applied research articles and communications, and scientific reviews in the field of animal health (infectious and parasitic diseases) and animal productions (animal feed and resources) in tropical and subtropical areas. Short notes covering current topics are also given consideration. Each year's last issue includes author, key word and geographic indexes.

- The Editor-in-Chief acknowledges receipt of the manuscripts and submits them to the Editorial Board. The manuscripts may then be accepted, rejected or revisions may be requested. These must have been addressed when submitting a new version.

The Editorial Board may return without refereeing any manuscript that does not comply to the following guidelines:

- French is mandatory for French and francophone authors. High standard English may be used in all other cases. Authors whose mother tongue is not English will have their manuscript revised by an English-speaking colleague before its submission to the journal.

- Complete manuscripts are submitted in **triplicate**, including one original. The text is typed, **double-spaced**, the pages are numbered. A diskette is included. The text is saved under Microsoft Word, and tables are in a separate file (see below).

- **First and second page contents:** 1) a precise, complete title in English and in French; 2) a running title not exceeding 60 characters or spaces in English and in French; 3) authors' names, first name initials, complete addresses; 4) corresponding author's name, telephone and fax numbers, **e-mail** address; 5) abstracts: **in English and in French**, 250 words at most, and both contain the same information; 6) five to eight key words, according to the FAO AGROVOC thesaurus.

- **Article structure:** Introduction, materials and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgments (when appropriate), references.

Note: In the Materials and Methods, and Results sections the **past tense** is mandatory. In the Discussion the present tense may be used when referring to already published results, but the past tense is mandatory when referring to results of the present study.

- **Tables:** Roman numerals are used, in the order they appear in the text. They are meaningful by themselves and constructed using the Table function of MS Word or Excel; each entry must be in a separate cell; **do not use** line breaks within cells.

- **Figures** (photos, graphs, drawings, maps): high-quality **hard copies**, numbered in Arabic numerals in the order they appear in the text, legends listed separately and meaningful by themselves. The figures must also be supplied with their **digital source** (input files (Excel or Powerpoint), otherwise saved in JPG, TIF or EPS (e.g. 300 dpi for 150 mm minimum width). Authors are charged for the printing costs of color figures.

- **References:** numbered, in alphabetical order for a given author, with all the authors mentioned; they appear in the text within parentheses, e.g., "...(19)...(7, 21)...". Ensure that **references** in the list are **quoted in the text**. **Anonymous** publications are listed under the publisher's name. International ISO norms are used to abbreviate journal names. A very special care is given to their presentation and no item may be omitted (e.g., do not forget the publisher's - same as copyright - city and country when quoting a book), using the following examples as guidelines:

1. BERTHE D., 1987. Epidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses majeures : bilan et perspectives. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 120 p.
2. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vèlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.
3. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : Second comité scientifique du Prasad, Maroua, Cameroun, 5-9 février 2001, 15 p.
4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., Ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Proofs are sent to the first author or to the correspondent, who then has a few days to return corrections. Thirty free of charge **reprints** are sent solely to the first author or to the designated correspondent.