

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

Revue trimestrielle

ISSN 0035-1865

Inscrite à la commission paritaire des publications
sous le n° 50047

publiée

par le département d'élevage

et de médecine vétérinaire

du Centre de coopération internationale

en recherche agronomique pour le développement

Cirad-emvt

Directeur de la Publication : Emmanuel Camus

Rédacteur en chef : Didier Richard

Édition : 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. Méniessier, 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

Brigitte Delestaing

14, rue de Provigny

94236 Cachan Cedex, France

(voir page 148 pour les tarifs)

abo@Lavoisier.fr

<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2004

Imprimé par Jouve (France)

n° d'ordre : 353748E

Dépôt légal : juillet 2004

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

115-120 Tuberculose bovine au Mali : résultats d'une enquête épidémiologique dans les élevages laitiers de la zone périurbaine du district de Bamako. Sidibé S.S., Dicko N.A., Fané A., Doumbia R.M., Sidibé C.K., Kanté S., Mangané O., Konaté B., Koné A.Z., Maïga M.S., Fofana M. (*en français*)

121-127 Incursion de la fièvre catarrhale ovine en Tunisie : caractérisation moléculaire des isolats viraux. Ben Fredj S., Bréard E., Sailleau C., Zientara S., Zekri S., Boudabbous A., Hammami S. (*en français*)

129-134 Exposé général sur la peste porcine africaine. Ayoade G.O., Adeyemi I.G. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

135-140 Diagnostic sérologique de la fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* par un test Elisa en Mauritanie. Bent Mohamed A., Cheikh D., Thiam E., Jacquet P. (*en français*)

141-144 Evaluation de la persistance des anticorps détectés par Elisa-indirect *Trypanosoma vivax* après traitement trypanocide chez des bovins naturellement infectés. Desquesnes M., Bengaly Z., Dia M.L. (*en français*)

145-147 Enquête séro-épidémiologique sur la toxoplasmose dans les systèmes de production porcine de plein air dans la région du sud du Brésil. Silva R.A.M.S., Bonassi C., Dalla Costa O.A., Morés N. (*en anglais*)

149-155 Etude de deux méthodes d'application du triflumuron sur les mâles de *Glossina palpalis gambiensis* au laboratoire : impact sur la reproduction des femelles. Bancé Z.A., Ouédraogo P.A., Bauer B., Kaboré I., Sidibé I. (*en français*)

157-162 Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie. Boulkaboul A. (*en français*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

163-166 Comparer des relevés de dates différentes au même emplacement. Exemple du Tchad. Daget P., Gaston A., Forgiarini G. (*en français*)

167-169 Rechercher des limites dans une végétation. Daget P., Stevoux V., Le Bourgeois T. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

171-176 Diagnostic et suivi de la gravidité chez le zébu par échographie. Pitala W., Boly H., Zongo M., Ba Y., Sousa N.M., Sawadogo L., Leroy P., Beckers J.F. (*en français*)

177-186 Production de lait et/ou de viande : diversité des stratégies des éleveurs de bovins dans le périmètre irrigué du Gharb au Maroc. Sraïri M.T., Leblond J.M., Bourbouze A. (*en français*)

187-192 Caractérisation zootechnique des ovins de race Sardi au Maroc. Chikhi A., Boujenane I. (*en français*)

193-198 Comparaison de croisements incluant une race locale ou une lignée expérimentale à un témoin commercial pour la production d'œufs au Maroc. Benabdeljelil K., Lahbabi S., Bordas A. (*en français*)

199-204 Effet de la complémentation avec des aliments locaux sur les performances zootechniques et le statut nutritionnel des poulets villageois durant la fin de la saison pluvieuse au Burkina Faso. Kondombo S.R., Kwakkel R.P., Nianogo A.J., Slingerland M. (*en anglais*)

205-210 Ingestion et digestibilité des rations à base de *Calopogonium mucunoides* par les ânes de trait pendant la saison sèche. Asongwed-Awa A., Abakar O., Vall E. (*en anglais*)

INDEX

211-218 Index 2003 des auteurs, des mots-clés et géographique

Contents

INFECTIOUS DISEASES

115-120 Bovine Tuberculosis in Mali: Results of an Epidemiological Survey in Dairy Farms of Bamako District Suburban Area. Sidibé S.S., Dicko N.A., Fané A., Doumbia R.M., Sidibé C.K., Kanté S., Mangané O., Konaté B., Koné A.Z., Maïga M.S., Fofana M. (*in French*)

121-127 Incursion of Bluetongue in Tunisia: Molecular Characterization of Viral Strains. Ben Fredj S., Bréard E., Sailleau C., Zientara S., Zekri S., Boudabbous A., Hammami S. (*in French*)

129-134 African Swine Fever: an Overview. Ayoade G.O., Adeyemi I.G. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

135-140 ELISA for Serological Diagnosis of Cattle Fasciolosis due to *Fasciola gigantica* in Mauritania. Bent Mohamed A., Cheikh D., Thiam E., Jacquet P. (*in French*)

141-144 Assessment of Persistence of Antibodies Detected by Indirect-Elisa *Trypanosoma vivax* after Trypanocidal Treatment in Cattle Naturally Infected. Desquesnes M., Bengaly Z., Dia M.L. (*in French*)

145-147 Serosurvey on Toxoplasmosis in Outdoor Pig Production Systems of the Southern Region of Brazil. Silva R.A.M.S., Bonassi C., Dalla Costa O.A., Morés N. (*in English*)

149-155 Two Triflumuron Application Methods on *Glossina palpalis gambiensis* in the Laboratory: Impact on Female Fertility. Bancé Z.A., Ouédraogo P.A., Bauer B., Kaboré I., Sidibé I. (*in French*)

157-162 Parasitism of Cattle Ticks (Ixodidae) in Tiaret, Algeria. Boulkaboul A. (*in French*)

FEED RESOURCES

163-166 Comparing *Relevés* of Different Dates on the Same Site. Example from Chad. Daget P., Gaston A., Forgiarini G. (*in French*)

167-169 Investigating Limits in a Vegetation Cover. Daget P., Stevoux V., Le Bourgeois T. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

171-176 Pregnancy Diagnosis and Monitoring in Zebu by Ultrasonography. Pitala W., Boly H., Zongo M., Ba Y., Sousa N.M., Sawadogo L., Leroy P., Beckers J.F. (*in French*)

177-186 Dairy and/or Beef Production: Diversity of Cattle Farmers' Strategies in Gharb Irrigated Area, Northern Morocco. Sraïri M.T., Leblond J.M., Bourbouze A. (*in French*)

187-192 Characterization of the Sardi Sheep Breed in Morocco. Chikhi A., Boujenane I. (*in French*)

193-198 Comparison of Crosses Including a Local Breed or an Experimental Line to a Commercial Control for Egg Production in Morocco. Benabdeljelil K., Lahbabi S., Bordas A. (*in French*)

199-204 Effects of Local Feedstuff Supplementation on Zootechnic Performances and Nutritional Status of Village Chickens during the End of the Rainy Season in Burkina Faso. Kondombo S.R., Kwakkel R.P., Nianogo A.J., Slingerland M. (*in English*)

205-210 Intake and Digestibility of *Calopogonium mucunoides*-Based Diets Fed to Draft Donkeys during the Dry Season. Asongwed-Awa A., Abakar O., Vall E. (*in English*)

INDEX

211-218 Author, Key Word, and Geographical 2003 Index

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

115-120 Tuberculosis bovina en Malí: resultados de una encuesta epidemiológica en las crías lecheras de la zona peri urbana del distrito de Bamako. Sidibé S.S., Dicko N.A., Fané A., Doumbia R.M., Sidibé C.K., Kanté S., Mangané O., Konaté B., Koné A.Z., Maïga M.S., Fofana M. (*en francés*)

121-127 Incursión de la fiebre catarral en Túnez: caracterización molecular de los aislados virales. Ben Fredj S., Bréard E., Sailleau C., Zientara S., Zekri S., Boudabbous A., Hammami S. (*en francés*)

129-134 La peste porcina africana: una síntesis. Ayoade G.O., Adeyemi I.G. (*en inglés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

135-140 Diagnóstico serológico de la fasciola bovina por *Fasciola gigantica* mediante ELISA en Mauritania. Bent Mohamed A., Cheikh D., Thiam E., Jacquiet P. (*en francés*)

141-144 Evaluación de la persistencia de anticuerpos detectados mediante ELISA indirecto *Trypanosoma vivax* tras tratamiento tripanocida en bovinos infectados naturalmente. Desquesnes M., Bengaly Z., Dia M.L. (*en francés*)

145-147 Encuesta seroepidemiológica sobre la toxoplasmosis en los sistemas de producción porcina al aire libre en la región sur de Brasil. Silva R.A.M.S., Bonassi C., Dalla Costa O.A., Morés N. (*en inglés*)

149-155 Estudio sobre dos métodos de aplicación del triflumuron sobre los machos de *Glossina palpalis gambiense* en laboratorio: impacto sobre la reproducción de las hembras. Bancé Z.A., Ouédraogo P.A., Bauer B., Kaboré I., Sidibé I. (*en francés*)

157-162 Parasitismo de las garrapatas (Ixodidae) de los bovinos en Tiarret, Argelia. Boulkaboul A. (*en francés*)

RECURSOS ALIMENTICIOS

163-166 Comparar tomas de fechas diferentes en un mismo sitio. Ejemplo del Chad. Daget P., Gaston A., Forgiarini G. (*en francés*)

167-169 Búsqueda de los límites de una vegetación. Daget P., Stevoux V., Le Bourgeois T. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

171-176 Diagnóstico y seguimiento de la gestación en el cebú por ecografía. Pitala W., Boly H., Zongo M., Ba Y., Sousa N.M., Sawadogo L., Leroy P., Beckers J.F. (*en francés*)

177-186 Producción de leche y/o de carne: diversidad de las estrategias de los criadores de bovinos en el perímetro irrigado del Gharb, en Marruecos. Sraïri M.T., Leblond J.M., Bourbouze A. (*en francés*)

187-192 Caracterización zootécnica de los ovinos de raza Sardi en Marruecos. Chikhi A., Boujenane I. (*en francés*)

193-198 Comparación de cruces que incluyen una raza local o un linaje experimental con un testigo comercial para la producción de huevos en Marruecos. Benabdeljelil K., Lahbabi S., Bordas A. (*en francés*)

199-204 Efectos del suplemento alimenticio local sobre los rendimientos zootécnicos y el estado nutricional de pollos de pueblo durante el fin de la estación lluviosa en Burkina Faso. Kondombo S.R., Kwakkel R.P., Nianogo A.J., Slingerland M. (*en inglés*)

205-210 Consumo y digestibilidad de *Calopogonium mucunoides*-dietas de base administradas a burros de carga durante la estación seca. Asongwed-Awa A., Abakar O., Vall E. (*en inglés*)

INDICE

211-218 Índice 2003 de autores, de temas y geográfico

Tuberculose bovine au Mali : résultats d'une enquête épidémiologique dans les élevages laitiers de la zone périurbaine du district de Bamako

S.S. Sidibé¹ N.A. Dicko¹ A. Fané¹ R.M. Doumbia¹
C.K. Sidibé¹ S. Kanté¹ O. Mangané¹ B. Konaté¹
A.Z. Koné¹ M.S. Maïga¹ M. Fofana¹

Mots-clés

Bovin laitier – Tuberculose –
Test cutané – Mali.

Résumé

L'enquête a été réalisée dans 36 troupeaux bovins laitiers repartis dans 19 sites localisés dans la zone périurbaine du district de Bamako. Au total 1 087 sujets ont subi le test d'intradermoréaction comparative avec 202 (18,58 p. 100) cas de réaction positive. La prévalence au sein des troupeaux a été évaluée à 94,44 p. 100 (34 troupeaux positifs au test d'intradermoréaction sur 36 testés). Les résultats ont montré que, dans les troupeaux visités, la prévalence intradermo comparative individuelle positive a varié selon l'âge et la race des animaux testés : elle a été plus élevée chez les adultes âgés de plus de 10 ans (44,18 p. 100) et les sujets appartenant aux races bovines importées et ceux issus de croisement (22,42 p. 100).

■ INTRODUCTION

Au Mali, pays à vocation agropastorale, l'effectif du cheptel bovin est estimé à 6 millions de sujets (16). Celui du district de Bamako (près de 2 p. 100 du cheptel national) est composé essentiellement de troupeaux bovins laitiers dont la taille moyenne varie entre 30 et 50 têtes. L'objectif de cet élevage bovin périurbain est de satisfaire les besoins en lait pour l'autoconsommation et l'approvisionnement des unités industrielles locales. Au cours de ces dernières décennies, l'élevage bovin périurbain a connu une intensification avec l'introduction de races bovines européennes à haut potentiel laitier. Cependant, les résultats des observations cliniques et des tests d'intradermoréaction (IDR) réalisés au cours de ces dernières années dans les élevages laitiers périurbains du district de Bamako ont permis d'établir que ces races bovines importées étaient très sensibles à une gamme variée de maladies en général et à la tuberculose en particulier.

1. Laboratoire central vétérinaire,
km 8, route de Koulikoro, BP 2295, Bamako, Mali
Tél : +223 224 33 44 ; fax : +223 224 98 09
E-mail : satigui@hotmail.com

Au Mali, la tuberculose figure parmi les maladies réputées légalement contagieuses, à déclaration obligatoire et devant donc faire l'objet d'application stricte des mesures d'ordre sanitaire. La surveillance de la maladie se fait surtout aux abattoirs et dans une moindre mesure à travers la réalisation de tests d'intradermoréaction. Ainsi, de 2000 à 2002, plus de 208 carcasses (24 654 kg) de bovins de race locale essentiellement ont fait l'objet de saisie totale. La saisie partielle pour le même motif a concerné 121 416 kg de viandes et d'organes internes (14). Ces saisies représentent une perte économique de plus de 60 millions de francs CFA. La plupart des sujets appartenant aux races importées et ceux issus de croisements reconnus infectés ne sont pas généralement vendus dans le circuit classique de commercialisation et certains font souvent l'objet d'« abattage diagnostic ».

La tuberculose est une zoonose majeure et cause de sérieux problèmes de santé publique. En 1998, le dispensaire antituberculeux de Bamako a dépisté 2 474 cas de tuberculose humaine au Mali (15). La consommation de lait et de viande provenant de bovins infectés par la tuberculose peut être à l'origine de cas de contamination humaine (8, 10). L'objet de la présente enquête a été d'évaluer la prévalence de la tuberculose bovine dans les élevages laitiers de la zone périurbaine du district de Bamako et de proposer des mesures visant à mieux la contrôler.

■ MATERIEL ET METHODES

L'enquête a été effectuée pendant la période 2002-2003 et a porté sur un échantillon de 1 087 bovins de 36 troupeaux laitiers répartis dans 19 sites localisés dans la zone périurbaine du district de Bamako. En raison des difficultés objectives d'un tirage aléatoire dû à une insuffisance de moyens matériels et logistiques (impossibilité d'atteindre tous les troupeaux éventuellement tirés au sort) et de la réticence à la réalisation du test d'IDR de certains promoteurs, l'échantillonnage s'est fait par choix raisonné. Ainsi, 36 troupeaux (1 087 têtes), répondant à certains critères (adhésion du promoteur au souhait d'assainir son troupeau de la tuberculose, être situé dans un rayon de 50 km, être d'accès facile, avoir une taille égale ou supérieure à 10 têtes) ont été retenus.

La population bovine totale du district de Bamako est estimée à 130 000 têtes réparties en près de 4 000 troupeaux localisés sur les principaux axes routiers. Les troupeaux testés ont été choisis aussi sur les mêmes axes : ceux de Titibougou, Moribabougou, Sala, Tlomadio sur l'axe Bamako-Koulikoro ; ceux de Cobalacoura, Kobali, Tiékèna, Dougourèkoro, Dialakorobougou et Baguinéda sur l'axe Bamako-Ségou ; et ceux de Sirakoro Mèguétana, Zougoumè, Banankoro, Sanankoroba et Mamaribougou sur l'axe Bamako-Bougouni (figure 1).

Tous ces troupeaux, correspondant donc aux sites de tuberculination (1 p. 100 du nombre total de troupeaux du district de Bamako), étaient presque uniformément répartis sur l'ensemble du territoire de la zone périurbaine du district de Bamako. Les troupeaux de Kalabancoro, Missabougou et Sotuba se trouvaient presque dans la zone urbaine du district de Bamako du fait de l'urbanisation galopante.

Le nombre de troupeaux par élevage a varié entre un et trois. Ils étaient composés de bovins de race locale (N'Dama, zébu) ou de race bovine importée (Montbéliard, Rouge des steppes, Holstein) ou de sujets croisés, et appartenaient à quatre tranches d'âge (1-3 ans, 4-6 ans, 7-9 ans, plus de 10 ans). Lorsque l'éleveur disposait d'un parc de vaccination, les animaux devant être testés à la tuberculine étaient conduits dans le couloir afin de faciliter leur contention. Dans le cas contraire, ils étaient parqués dans l'enclos en épineux ou en bois. Tous les animaux présentés avaient systématiquement subi

le test d'intradermoréaction comparative dans six des 36 troupeaux visités (16,66 p. 100). Ils étaient composés en majorité d'animaux n'ayant présenté au préalable aucun signe clinique. En revanche, les autres troupeaux (30) comprenaient aussi des sujets ayant présenté auparavant certains signes cliniques suspects de la tuberculose (toux, mammites, diarrhées, amaigrissement progressif).

La méthode d'intradermoréaction comparative a été utilisée selon la technique recommandée par Lucas (13). Les tuberculines purifiées, dérivées protéiques purifiées à base de *Mycobacterium bovis* et de *Mycobacterium avium*, produites par l'Institut vétérinaire d'Onders-tepoort (Afrique du Sud), ont été utilisées. Elles ont été injectées par voie intradermique à la dose de 0,2 ml (2 500 UI/ml) par sujet, quel que fût l'âge, au niveau du tiers de l'encolure droite pour la tuberculine bovine et du tiers de l'encolure gauche pour la tuberculine aviaire. La lecture des résultats du test est intervenue 72 h plus tard après la mesure de l'épaisseur de la peau à l'aide du pied à coulisse avant et après l'injection des tuberculines. Le test était considéré comme positif, lorsque la réaction à la tuberculine bovine dépassait la réaction à la tuberculine aviaire d'au moins 4 mm. Il était en revanche considéré comme négatif quand la réaction à la tuberculine bovine était négative (épaisseur inférieure à 4 mm) ou lorsque la réaction à la tuberculine bovine ne dépassait pas celle induite par la tuberculine aviaire (6, 13). Dans chaque cas de réalisation du test, les animaux étaient identifiés par un marquage à la peinture, et la race, le sexe et l'âge étaient notés. Le test de Chi-2 a été utilisé pour comparer les différences au niveau des taux de prévalence, en fonction de l'âge et de la race des animaux testés (17). Pour évaluer la sensibilité du test utilisé (capacité à détecter des animaux infectés par la tuberculose), il a été procédé à l'étude de la concordance des résultats obtenus à l'IDR avec ceux du diagnostic clinique et lésionnel sur les carcasses de 29 animaux abattus parmi les sujets ayant donné une réaction positive.

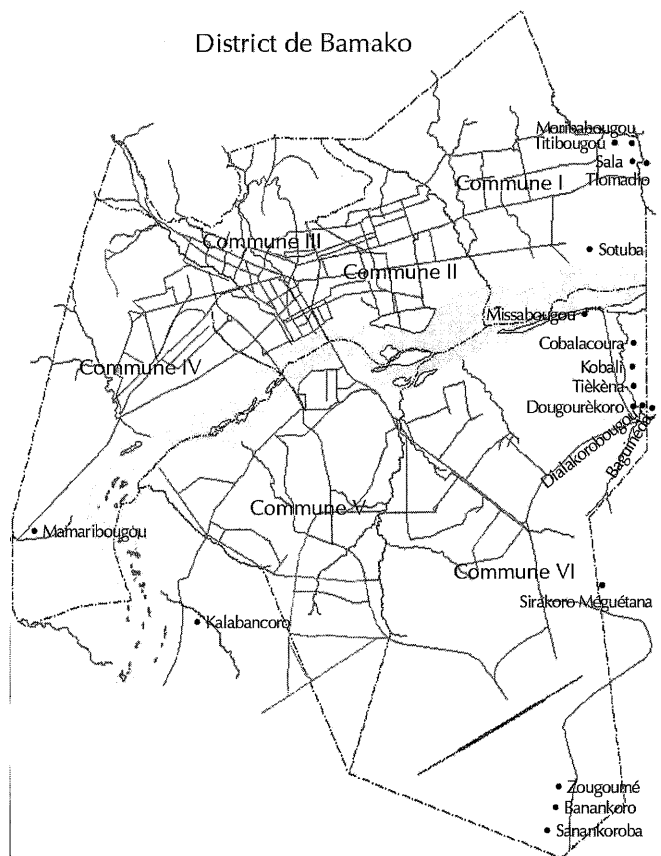


Figure 1 : situation géographique des différents sites de tuberculination.

■ RESULTATS

Au cours de cette enquête, 36 troupeaux repartis dans 19 sites localisés dans la zone périurbaine du district de Bamako ont été visités et 1 087 bovins ont été testés à la tuberculine, parmi lesquels 202 (18,58 p. 100) ont donné une réaction positive. Sur les 36 troupeaux testés, 34 (94,44 p. 100) hébergeaient au moins un animal positif à l'IDR (tableau I). Il ressort de l'examen de ce tableau que la majeure partie des animaux testés provenaient essentiellement des élevages des sites de la ville de Bamako, Sotuba, Tlomadio, Tiékèna et Moribabougou (tableau I).

Les taux de prévalence intradermo comparative (IDC) positive individuelle les plus élevés ont été enregistrés dans les troupeaux de Baguinéda (37,50 p. 100), Kobali (35,29 p. 100) et Dougourèkoro (27,77 p. 100). Un taux faible a été observé dans les élevages de Tiékèna (6 p. 100). En revanche, tous les animaux des troupeaux de Banankoro ont donné des résultats négatifs (tableau I).

L'analyse par tranche d'âge des résultats (tableau II) a permis d'établir que le taux de prévalence IDC positive a été plus élevé chez les adultes âgés de plus de 10 ans (44,18 p. 100). Chez ceux âgés de 1 à 3 ans, le taux de prévalence a été comparativement moins élevé (11,40 p. 100) : valeur du Chi-2 = 47,44 > 3,84 ; ddl = 3 (16). La répartition par sexe des cas de réaction positive a montré qu'il n'existait pas de différence significative en fonction du sexe de l'animal : 18,68 p. 100 chez les femelles et 18,07 p. 100 chez les mâles (Chi-2 = 0,19 < 3,84 ; ddl = 1). Le taux de prévalence IDC positive chez les races bovines importées et les sujets croisés a été significativement plus élevé (22,42 p. 100) que celui obtenu chez les sujets de race locale (9,09 p. 100) (tableau III) : Chi-2 = 22,49 > 3,84 ; ddl = 1 (16).

En vue d'évaluer la sensibilité et la spécificité du test utilisé, il a été procédé à l'abattage diagnostic de 29 sujets animaux parmi ceux qui ont donné une réaction positive à l'intradermoréaction. Parmi ces derniers, 21 n'avaient manifesté aucun signe clinique

Tableau I

Résultats par site et troupeau des tests de tuberculination

Site de tuberculination	Nb. de troupeaux visités	Nb. de troupeaux à IDR positive	Nb. de bovins testés	Sujets testés positifs	
				Nb.	%
Ville de Bamako	5	5	183	35	19,12
Sotuba	3	3	156	37	23,71
Tlomadio	2	2	120	21	17,50
Baguinéda	2	2	48	18	37,50
Dougourèkoro	1	1	36	10	27,77
Dialakorobougou	1	1	31	6	19,35
Moribabougou	3	3	81	9	11,11
Sirakoro Meguétana	2	2	30	4	13,33
Mamaribougou	1	1	23	5	21,73
Sala	1	1	12	3	25
Tiékèna	3	3	100	6	6
Kalabancoro	2	2	59	7	11,86
Banankoro	2	0	23	0	0
Sanankoroba	2	2	55	11	20
Kobali	1	1	34	12	35,29
Cobalacoura	1	1	10	2	20,00
Titibougou	2	2	23	3	13,04
Zougoumè	1	1	28	2	7,14
Missabougou	1	1	35	11	31,42
Total	36	34	1 087	202	18,58

IDR : intradermoréaction

Tableau II

Résultats par tranche d'âge des tests de tuberculination

Age	Nb. de sujets testés	Nb. de sujets positifs	Taux de prévalence
1-3 ans	296	29	11,40
4-6 ans	534	93	20,19
7-9 ans	214	61	30,90
Plus de 10 ans	43	19	44,18
Total	1 087	202	18,58

Tableau III

Résultats par race bovine des tests de tuberculination positifs

Races bovines testées	Nb. de sujets testés	Sujets positifs	
		Nb.	%
Races locales	308	28	9,09
Races importées et sujets croisés	776	174	22,42
Total	1 084	202	18,58

caractéristique de la tuberculose (tableau IV). Après leur abattage, des lésions spécifiques de la tuberculose ont été observées sur 22 carcasses au total (taux de concordance de 76 p. 100), dont la forme généralisée de la maladie dans quatre cas et la forme localisée dans 18 cas. En revanche, sur sept carcasses aucune lésion spécifique de la tuberculose n'a été enregistrée, phénomène pouvant s'expliquer par des réactions faussement positives, dues à la présence dans l'organisme de mycobactéries atypiques. Les lésions les plus souvent observées se sont présentées sous forme de nodules caséux sur le foie, les poumons et les intestins, d'abcès pulmonaires et de ganglions hypertrophiés.

Tableau IV

Concordance des résultats du diagnostic clinique et lésionnel avec ceux du test de l'IDR

Animaux abattus après réaction positive à l'IDR	Signes cliniques observés	Présence de lésions de tuberculose	Forme de tuberculose	
			Généralisée	Localisée
1	Aucun	+	-	+
2	Toux	+	-	+
3	Aucun	-	-	-
4	Diarrhées	+	-	+
5	Toux, mammite	+	+	-
6	Aucun	-	-	-
7	Aucun	+	-	+
8	Toux, dyspnée	+	+	-
9	Aucun	+	-	+
10	Aucun	-	-	-
11	Diarrhées	+	-	+
12	Aucun	+	+	-
13	Aucun	-	-	-
14	Aucun	-	-	-
15	Toux, mammite	+	-	+
16	Toux, mammite	+	-	+
17	Toux, amaigrissement	+	+	-
18	Aucun	-	-	-
19	Aucun	-	-	-
20	Aucun	+	-	+
21	Aucun	+	-	+
22	Aucun	+	-	+
23	Aucun	+	-	+
24	Aucun	+	-	+
25	Aucun	+	-	+
26	Aucun	+	-	+
27	Aucun	+	-	+
28	Aucun	+	-	+
29	Aucun	+	-	+

IDR : intradermoréaction

DISCUSSION

Selon l'Organisation mondiale de la santé animale, en plus de l'homme, la tuberculose affecte 25 espèces aviaires et plus de 55 espèces animales autres que les espèces aviaires ; les bovins figurent parmi les animaux les plus sensibles (6). Les résultats d'une enquête réalisée en 1991-1992 sur la tuberculose bovine dans les élevages laitiers du district de Bamako ont permis d'établir un taux

de prévalence individuelle de 22,45 p. 100 (11), taux se trouvant presque dans la même fourchette que celui obtenu dans la présente étude (18,58 p. 100).

L'analyse des commémoratifs et des résultats des observations cliniques faites dans les troupeaux visités a montré que le taux de prévalence IDC positive a été surtout élevé en élevage intensif, où prédominaient les sujets appartenant à des races bovines importées et les sujets croisés, en absence de programmes de contrôle de la maladie. Benkirane (3) a rapporté aussi que la présence de regroupements fréquents et durables de troupeaux autour de points d'eau et le fait que les éleveurs et leurs familles vivent en contact étroit avec les animaux en consommant et en commercialisant du lait et des produits laitiers crus sont les principaux facteurs qui favorisent la transmission de la tuberculose en milieu rural. Les abattages non contrôlés (clandestins) favorisent aussi la dissémination de la tuberculose au Mali.

Cette étude a permis par ailleurs d'établir que la prévalence IDC positive était également très élevée dans des élevages au sein desquels des cas cliniques suspects de la tuberculose avaient été observés avant la réalisation de l'enquête. Ceci confirme les résultats des observations faites par Blood et coll. (5), et Acha et Szyfres (2), selon lesquels, l'animal malade constitue la principale source de contamination pour les sujets indemnes.

Selon les résultats de cette étude, la tuberculose affecte les bovins, quels que soient leur âge et leur race, avec des taux de prévalence surtout élevés chez les adultes et les sujets appartenant aux races bovines importées. Des résultats similaires ont été obtenus par Larrat et coll. (12), Heidrich (8), Blancou et coll. (4), et Gidel et coll. (7).

Parmi la population bovine étudiée, le ratio mâles/femelles a été de 1:5 (tableau V). Blancou et coll. (4) ont obtenu respectivement des taux de 5,9 p. 100 et de 66,9 p. 100 chez les bovins malgaches âgés de moins d'un an et de plus de 10 ans. Ces auteurs ont établi également une variation de ce paramètre en fonction de la race bovine : 45 p. 100 chez les taurins et les sujets issus de croisement, 29,99 p. 100 chez les zébus malgaches purs et 24,1 p. 100 chez les zébus importés ou croisés. Par ailleurs, au Maroc, Abdellam (1) a rapporté respectivement des taux de prévalence de 0,5 p. 100 chez les races bovines locales et de 1,8 p. 100 chez les races importées. En Tanzanie, Kazmala et coll. (9) ont obtenu un taux de prévalence de 13,1 p. 100 et ils ont établi qu'il variait selon la provenance des animaux : il a été plus élevé chez les bovins d'Igurusu, de Chimala et de Rujewa (stations situées au centre des plaines d'Usangu) que chez ceux de Makambako et de Njombe, élevés respectivement dans les parties orientales et australes des plaines.

Les résultats de la présente enquête ont montré que les taux maximums ont été observés chez les bovins appartenant aux races bovines importées et les sujets issus de croisement. Dans les élevages laitiers de la zone périurbaine de Bamako, où la prévalence de la maladie est assez élevée, la technique d'intradermoréaction est mieux adaptée. Elle permet de faire un dépistage de masse dans les conditions difficiles du terrain. Cependant, la survenue de réactions faussement positives en présence de mycobactéries atypiques affecte beaucoup sa sensibilité et sa spécificité (2, 5, 6, 8, 17).

Toutefois, ces résultats ayant été obtenus sur un échantillon raisonné, l'extrapolation à l'ensemble de la population bovine de la périphérie de Bamako doit être faite avec prudence. Le principal facteur qui favorise la persistance de la tuberculose bovine dans les élevages laitiers du district de Bamako est l'absence de conditions indispensables à l'application stricte des mesures d'ordre sanitaire.

Tableau V
Résultats par sexe des tests de tuberculination

Site de tuberculination	Sujets testés					Sujets à réaction positive				
	Nb. total	Mâles		Femelles		Nb. total	Mâles		Femelles	
		Nb.	%	Nb.	%		Nb.	%	Nb.	%
Ville de Bamako	183	16	8,74	167	91,25	35	3	8,57	32	88,88
Sotuba	156	20	12,82	136	87,17	37	7	18,91	30	81,08
Tlomodio	120	29	2,16	91	75,83	21	6	28,57	15	78,94
Baguinéda	48	5	10,41	43	89,58	18	2	11,11	16	88,88
Dougourèkoro	36	4	11,11	32	88,88	10	1	10	9	90
Dialakorobougou	31	0	0	31	100	6	0	0	6	100
Moribabougou	81	16	19,75	65	80,24	9	2	22,22	7	77,77
Sirakoro Meguéta	30	0	0	30	100	4	0	0	4	100
Mamaribougou	23	0	0	23	100	5	0	0	5	100
Sala	12	0	0	12	100	3	0	0	3	100
Tiékhèna	100	33	33	67	67	6	2	33,33	4	66,66
Kalabancoro	59	20	33,89	39	66,10	7	2	28,57	5	71,42
Banankoro	23	0	0	23	100	0	0	0	0	0
Sanankoroba	55	15	27,27	40	72,72	11	4	36,36	7	63,63
Cobalacoura	34	14	41,17	20	58,82	2	1	50	1	50
Titibougou	10	0	0	10	100	3	0	0	3	100
Kobali	23	2	8,69	21	91,30	12	1	8,33	11	91,66
Zougoumè	28	0	0	28	100	2	0	0	2	100
Missabougou	35	3	8,57	32	91,42	11	1	9,09	10	90,90
Total	1 087	177	16,28	910	81,23	202	32	18,07	170	18,68

CONCLUSION

La tuberculose bovine persiste dans les élevages bovins laitiers de la zone périurbaine du district de Bamako. Pour assurer un meilleur contrôle de la maladie, le Mali doit créer les conditions indispensables à l'application rigoureuse de la technique « test et abattage » à travers la prise de mesures d'encouragements au profit des élevages assainis (prix du litre de lait, droit de vendre du lait cru) ainsi que celles d'ordre sanitaire qui passent par le dépistage et l'abattage systématique des animaux infectés. Afin de prévenir les cas de contamination humaine, les contrôles d'abattoir et la sensibilisation accrue des populations sur le risque sanitaire lié à la consommation de viande, de lait et de produits laitiers crus doivent être renforcés.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements aux services techniques d'encadrement et aux éleveurs du district de Bamako pour leur entière disponibilité qui a permis de conduire la présente étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDESLAM, 1997. Situation de la tuberculose bovine au Maroc. In : Animal tuberculosis in Africa and the Middle East. Rabat, Maroc, Actes Editions, 228 p.
2. ACHA P.N., SZYFRES B., 1986. La tuberculose. In : Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, 2^e edn. Paris, France, OIE, 693 p.
3. BENKIRANE A., 1997. Etat actuel de la tuberculose bovine en Afrique et au Moyen-Orient. In : Animal tuberculosis in Africa and the Middle East. Rabat, Maroc, Actes Editions, 228 p.
4. BLANCOU J., RORHBACH C., PERDRIX A., CHOGLA A., ROSNER G., 1971. La tuberculose bovine à Madagascar. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 505-517.
5. BLOOD D.C., RADOSTIS O.M., HENDERSON J.A., 1983. Diseases caused by *Mycobacterium* spp. In: Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses, 6th Edn. London, UK, WB Saunders, 1310 p.
6. Bovine tuberculosis, 2000. In: Manual of standards for diagnostic tests and vaccines. Paris, France, OIE, p. 267-270.
7. GIDEL R., ALBERT J.P., RETIF M., 1969. Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculoniques dans diverses régions d'Afrique occidentale (Haute Volta et Côte d'Ivoire) Résultats et considérations générales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **22** : 337-355.

8. HEIDRICH H.J., 1974. Tuberculose. In : Encyclopédie vétérinaire. Diagnostic et traitement. Paris, France, Vigot et Frères, 2 914 p.
9. KAZMALA R.R., KAMBARAGE D.M., DABOR N., NYANGE J., SHARP J.M., 1997. Prevalence of bovine tuberculosis in indigenous cattle of the southern highlands of Tanzania: country report. In: Animal tuberculosis in Africa and the Middle East. Rabat, Maroc, Actes Editions, 228 p.
10. KLEEBERG H.H., 1984. Tuberculose humaine d'origine bovine et santé publique. *Revue sci. tech. Off. int. epizoot.*, 3 : 33-54.
11. KOUYATE B., 1997. Tuberculose bovine au Mali. In: Animal tuberculosis in Africa and the Middle East. Rabat, Maroc, Actes Editions, 228 p.
12. LARRAT R., PAGOT J., VANDENBUSSCHE J., 1981. Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 520 p. (Manuels et précis d'élevage n° 5)
13. LUCAS A., 1968. Les erreurs par excès-risque de deuxième ordre ou des statisticiens au cours des tuberculinations. *Bull. Assoc. Fr. vét. Microbiol.*, 3 : 53-56.
14. Rapport annuel d'activités, 2000, 2001, 2002. Bamako, Mali, Direction régionale de la réglementation et du contrôle du district de Bamako.
15. Rapport annuel d'activités, 1998. Bamako, Mali, Programme national de lutte contre la tuberculose.
16. Rapport annuel d'activité, 2000. Bamako, Mali, Direction nationale de l'appui au monde rural.
17. THOREL M.F., 1997. Isolement et identification des mycobactéries : *Mycobacterium bovis* et *Mycobacterium paratuberculosis*. In: Animal tuberculosis in Africa and the Middle East. Rabat, Maroc, Actes Editions, 228 p.
18. TOMA B., DUFOR B., SANAA M., BENET J.J., SHAW A., MOUTOU F., LOUZA A., 2001. Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures. Maisons-Alfort, France, Aeema, 696 p.

Reçu le 11.07.2003, accepté le 09.04.2004

Summary

Sidibé S.S., Dicko N.A., Fané A., Doumbia R.M., Sidibé C.K., Kanté S., Mangané O., Konaté B., Koné A.Z., Maïga M.S., Fofana M. Bovine Tuberculosis in Mali: Results of an Epidemiological Survey in Dairy Farms of Bamako District Suburban Area

The study was carried out in 36 dairy cattle herds in 19 test sites, located in the suburban area of Bamako District. In total, 1087 animals were tested for tuberculosis by the comparative intradermal reaction test, and among them 202 (18.58%) were found positive. The herd prevalence rate was estimated at 94.44% (34 herds positive by the intradermal reaction test out of 36 tested). Results showed that in the visited herds the positive individual comparative intradermal prevalence varied according to the age and breed of the animals tested: it was higher in adults over 10 years old (44.18%), in imported cattle breeds, and in crossbreds (22.42%).

Key words: Dairy cattle – Tuberculosis – Skin test – Mali.

Resumen

Sidibé S.S., Dicko N.A., Fané A., Doumbia R.M., Sidibé C.K., Kanté S., Mangané O., Konaté B., Koné A.Z., Maïga M.S., Fofana M. Tuberculosis bovina en Malí: resultados de una encuesta epidemiológica en las crías lecheras de la zona peri urbana del distrito de Bamako

La encuesta se realizó en 36 hatos bovinos lecheros, distribuidos en los 19 sitios localizados en la zona peri urbana del distrito de Bamako. Un total de 1087 individuos fueron sometidos al test de reacción intradérmica comparativa, con 202 (18,58%) reacciones positivas. La prevalencia de hato fue evaluada a 94,44% (34 hatos positivos al test de reacción intradérmica sobre los 36 examinados). Los resultados muestran que en los hatos visitados, la prevalencia intradérmica comparativa individual positiva varió según la edad y la raza de los animales examinados: fue más elevada en los adultos de más de 10 años (44,18%) y los individuos pertenecientes a razas bovinas importadas y aquellos provenientes de cruces (22,42%).

Palabras clave: Ganado bovino – Ganado de leche – Tuberculosis – Prueba cutánea – Malí.

Incursion de la fièvre catarrhale ovine en Tunisie : caractérisation moléculaire des isolats viraux

S. Ben Fredj^{1*} E. Bréard² C. Sailleau² S. Zientara²
S. Zekri³ A. Boudabbous⁴ S. Hammami^{1**}

Mots-clés

Ovin – Fièvre catarrhale du mouton – Virus *bluetongue* – Biologie moléculaire – Séquence nucléotidique – Génome – Région méditerranéenne – Tunisie.

Résumé

La fièvre catarrhale du mouton a été déclarée en Tunisie en décembre 1999. D'autres cas de fièvre catarrhale du mouton ont également été répertoriés dans d'autres pays du bassin méditerranéen. L'objectif de cette étude a été, dans un premier temps, de caractériser les isolats viraux provenant de cette épizootie ayant sévi de décembre 1999 à mars 2000 et, dans un second temps, de déterminer l'origine du virus par phylogénie moléculaire. Pour se faire, les segments génomiques 2, 7 et 10 correspondant respectivement aux protéines VP2, VP7 et NS3/NS3A ont été amplifiés par PCR et séquencés. Des comparaisons de séquences de ces différents segments génomiques issus des isolats viraux tunisiens ont pu être faites avec la souche virale sauvage et vaccinale corse ainsi que d'autres souches virales de fièvre catarrhale du mouton déjà publiées sur GenBank. Les résultats présentés sous forme d'arbres phylogénétiques et de tableaux de comparaisons de séquences nucléotidiques permettent de positionner l'origine commune de la souche virale tunisienne (sérotypage 2) avec la souche virale corse responsable de l'épizootie d'octobre 2000.

■ INTRODUCTION

Décrite pour la première fois en 1881 en Afrique de Sud, la fièvre catarrhale ovine (*bluetongue*) s'est étendue, à partir de 1940, en Afrique centrale pour gagner le bassin méditerranéen et l'Asie. Actuellement, elle est signalée en Amérique du Nord et du Sud, en Australie et en Nouvelle Zélande. La première incursion de la fièvre catarrhale du mouton en Tunisie a été rapportée entre fin 1999 et début 2000, avec une atteinte de l'espèce ovine de 837 cas dont 325 morts (5). Au cours de cette même année, la maladie a été déclarée en Grèce, en Bulgarie et en Turquie. En octobre 2000, le nombre d'animaux atteints a augmenté pour atteindre 6 120 cas dont 1 318 ont eu une issue fatale. Dans les autres pays du bassin méditerranéen, l'épizootie a été également déclarée en Algérie, en Italie (Sardaigne, Sicile et Calabres), à nouveau en Grèce, pour toucher finalement la France sur l'île Corse en octobre 2000 (17).

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

2. Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 22 rue Pierre Curie, BP 67, 94703 Maisons-Alfort Cedex, France

3. Faculté de médecine de Tunis, rue Djebel Lakhdhar, 1006 Tunis, Tunisie

4. Faculté des sciences mathématiques physiques et naturelles de Tunis, El Manar II, Tunisie

* Tél. : +216 22 42 45 33 ; fax : +216 72 23 03 03

E-mail : ssmelki@yahoo.fr

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

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

D'après les informations de l'Office international des épizooties (OIE), la maladie a ressurgi en Italie, en Corse, en Bulgarie, au Kosovo et en Yougoslavie en 2001 (9).

La fièvre catarrhale du mouton est une arbovirose d'origine virale, non contagieuse, inoculable. Elle est due à un virus à acide ribonucléique (ARN) qui appartient à la famille des *Reoviridae* et du genre *Orbivirus*. C'est un virus nu, de petite taille dont le diamètre est compris entre 68-80 nm (2). Ce virus comporte un génome de 10 segments génomiques dénommés L1 à L3, M4 à M6, S7 à S10 (4, 11, 12).

Chaque segment génomique code pour une protéine ayant une fonction particulière. La capsid externe est composée de deux protéines (VP2 et VP5) qui interviennent dans la variabilité antigénique du virus. La capsid interne est formée de deux protéines majeures (VP3 et VP7) et de trois protéines mineures (VP1, VP4 et VP6) (6, 14). On dénombre actuellement 24 sérotypes différents (12). Cette maladie s'est propagée dans le bassin méditerranéen par le biais des moucheron (arthropodes hématophages) du genre *Culicoides* (notamment l'espèce *C. imicola*) (7) et est inscrite sur la liste A de l'OIE. En général, ce vecteur se trouve entre les latitudes 35° S et 44° N, et il peut s'étendre jusqu'à 50° N au niveau de la Chine et de l'ouest de l'Amérique du Nord (3, 7, 10). Le sérotype identifié en Tunisie comme en Corse et en Italie continentale et insulaire (Sicile et Sardaigne) est le sérotype 2 (17, 18).

L'objectif du présent travail a été de caractériser de façon moléculaire les isolats viraux obtenus lors de l'épizootie de fièvre catarrhale du mouton survenue en Tunisie en décembre 1999. Pour ce faire, les segments génomiques 2, 7 et 10 correspondant respectivement aux protéines VP2, VP7 et NS3/NS3A ont été amplifiés par PCR et séquencés. Des comparaisons de séquences de ces différents segments génomiques issus des isolats viraux tunisiens ont pu être faites avec la souche virale sauvage et vaccinale corse ainsi que d'autres souches virales de *bluetongue* déjà publiées dans GenBank. Les résultats présentés sous forme d'arbres phylogénétiques et de tableaux de comparaisons de séquences nucléotidiques permettent de conclure à une très forte homologie de la souche virale tunisienne avec la souche virale corse.

■ MATERIEL ET METHODES

Prélèvements biologiques

Ils ont été constitués de 42 échantillons incluant des rates et des échantillons de sang total. Les rates ont été broyées en présence de milieu essentiel minimum, supplémenté d'antibiotiques. Les échantillons de sang total additionnés d'acide édiétique (EDTA) ont été lavés avec du tampon PBS puis centrifugés à 1 000 g pendant 5 min. Tous ces échantillons ont été prélevés à partir d'ovins présentant des signes cliniques de la fièvre catarrhale (jetage et hypersalivation, œdème de l'auge et de la tête...) provenant des foyers trouvés au centre du pays.

Amorces spécifiques de groupe

Ces amorces ont été déterminées afin d'amplifier les segments 7 et 10. L'amplification génomique du segment 7 a mis en jeu les amorces S7+ et S7- (tableau I), décrites précédemment (16, 18). Les amorces spécifiques du segment génomique 10 (S10P et S10M), décrites précédemment (18 ; tableau II), ont été utilisées pour amplifier le segment 10, segment spécifique des virus du groupe *bluetongue*.

Amorces spécifiques du segment 2 (spécifiques de type)

L'amplification de ce segment a permis de déterminer le sérotype du virus incriminé. Plusieurs amorces ont été utilisées pour amplifier le segment génomique 2 ; elles sont décrites dans le tableau III (17).

Les souches virales provenaient des isolats trouvés en Tunisie et en Corse (17, 19).

Isolement du virus

Le virus a été isolé à partir d'échantillons sanguins ou à partir de surnageants cellulaires ou des extraits de rates. L'isolement a été réalisé sur divers types de cellules : Vero (ref. ATTC : CCI 81), BHK-21 (ref. ATTC : CCL-10) ainsi qu'après inoculation à des oeufs embryonnés de 10 jours (9).

Tableau I

Amorces utilisées pour l'amplification du segment génomique 7 (VP7)

Amorces	Localisation (5'-3')	Séquences	Référence
S7+	1-20	GTAAAAATCTATAGAGATG	Wade-Evans et coll., 1990, <i>J. Virol. Meth.</i>
S7-	1156-1138	GTAAGTGTAATCTAAGAGA	Wade-Evans et coll., 1990, <i>J. Virol. Meth.</i>

Tableau II

Amorces utilisées pour l'amplification du segment génomique 10 (NS3)

Amorces	Localisation (5'-3')	Séquences	Référence
S10P	1-28	GTAAAAAGTGTGCGTGCCATGCTATCC	Zientara et coll., 2001, <i>Vet. Rec.</i>
S10M	822-798	GTAAGTGTGTAGCGCCGCATACCCT	Zientara et coll., 2001, <i>Vet. Rec.</i>

Tableau III

Amorces utilisées pour amplifier le segment génomique 2 (VP2)

Amorces	Localisation (5'-3')	Séquences
PG1'	1-21	GTAAAAACAGGATCGCGAATG
M2	1196-1176	GGTCTTACGCTCCACTCATAAC
M5	1128-1148	CGATGTTTACTTTACTCTACG
P5	1681-1661	ACGGGATCATCAGTC ATCGG
PGB	1562-1582	TGGATAGTTGAGCCGATGTT
MG1'	2953-2934	GTAAGTTGAACAGATCGCGG

Extraction de l'ARN par la méthode d'isothiocyanate de guanidium

L'ARN total a été extrait à partir de 250 µl d'échantillon en présence du réactif Trizol-LS (Gibco-BRL). L'ARN une fois lavé à l'éthanol a été resuspendu dans 10 µl d'eau DEPC puis conservé à +4 °C.

Transcription inverse et amplification génique in vitro

L'ARN db a été dénaturé avec l'hydroxy méthyl mercure (HMM) (16). La transcription inverse et l'amplification génique (RT-PCR) ont été réalisées au sein du même tube RT-PCR en utilisant le kit en une étape RT-PCR (Qiagen, Courtabœuf). Le mélange réactionnel contenait 31 µl d'eau sans ribonucléase, 10 µl de tampon 5x Qiagen en une étape RT-PCR, 2 µl de désoxyribonucléotides (dNTP) (400 µM de chaque dNTP), 0,6 µM de chaque amorce et 2 µl d'enzyme. Le tableau IV présente le programme pour les trois segments génomiques.

Révélation des produits amplifiés

Dix microlitres de chaque produit d'amplification ont été déposés sur un gel d'agarose à 1 p. 100 + BET aux côtés d'un marqueur de poids moléculaire.

Détermination des séquences nucléotidiques

Les séquences nucléotidiques peuvent être déterminées directement à partir des produits PCR. Les travaux de séquençage ont été

Tableau IV

Programmes d'amplification des segments génomiques 2, 7 et 10

	VP2	VP7	VP10	
RT	30'-45 °C	30'-45 °C	30'-50 °C	
PCR	15'-94 °C	15'-94 °C	15'-95 °C	
	1'-94 °C		1'-94 °C	
	1'-50 °C		1'-72 °C	
	3'-68 °C		10'-72 °C	
	10'-68 °C			
	x40		x40	
Taille des fragments	2 950	1 156	822	

confiés à la société Génome Express, Grenoble, France. L'analyse et l'alignement des séquences ont été réalisés à l'aide du logiciel EditSeq et Megalign Software (DNA Star).

RESULTATS

Isolement du virus

Le virus a été isolé au laboratoire de virologie de l'Institut de la recherche vétérinaire de Tunisie. Les résultats d'isolement du virus, après inoculation sur œufs embryonnés puis sur cellules, sont présentés dans le tableau V. Les 42 échantillons présentés dans ce tableau ont été prélevés à partir d'ovins présentant des signes cliniques de fièvre catarrhale. Des isolements sur œufs, puis des isolements sur cellules ont été réalisés.

Tableau V

Isolement viral

Prélèvements	Isolement sur œufs	Isolement sur cellules
Extraits de rates		
A1	+	+
A2	+	+
A3	+	+
Alam2	-	-
Extraits d'œufs		
1	-	+
3	-	+
4	+	+++
6	-	+
13	-	++
14	-	+
16	-	+++
17	+	++++
Passages sur cultures cellulaires (Vero)		
1PI 1PII 1PIII	-,-,-	+,+,+
3PI 3PII 3PIII	-,-,+	++,+,+
4PI 4PII 4PIII	+,-,-	+++,,+
6PI 6PII 6PIII	-,+,-	+,+,+++
13PI 13PII 13PIII	-,-,-	+,+,+++
14PI 14PII 14PIII	+,-,-	+,+,++
16PI 16PII 16PIII	-,-,-	+,+,+++
17PI 17PII 17PIII	+,+,+	++++
Virus corse	++++	++++
Vaccin	+++	++++
Globules rouges		
13	-	-
14	-	-
16	-	+
17	-	+

PI : passage 1 ; PII : passage 2 ; PIII : passage 3

Isolement sur œufs : signes lésionnels (- négatif ; + positif)

Isolement sur cellules : effet cytopathique (- négatif à ++++ très positif)

Tableau VII

Comparaison de la séquence tunisienne du segment 7 avec les séquences des souches publiées du même sérotype

	BTV2 (Tunisie)	BTV2 (Corse 2000)	BTV2 (Corse 2001)	BTV2 (Vaccin)	BTV2 (USA)
D		100	100	93	78,4
i	BTV2 (Tunisie)				
v	BTV2 (Corse 2000)	0	100	93	77,5
e	BTV2 (Corse 2001)	0	0	93	82,5
r	BTV2 (Vaccin)	7	7	7	82
g	BTV2 (USA)	21,6	22,5	7,5	18

Tableau VIII

Comparaison de la séquence (en nucléotides) du segment 2 de l'isolat tunisien avec les séquences des souches publiées du même sérotype

	BTV2 (Tunisie)	BTV2 (Corse 2000)	BTV2 (Corse 2001)	BTV2 (Vaccin)	BTV2 (USA)
D		99,4	56,2	96,4	74,6
i	BTV2 (Tunisie)				
v	BTV2 (Corse 2000)	0,6	56,3	96,5	74,6
e	BTV2 (Corse 2001)	43,8	43,7	56,9	57,9
r	BTV2 (Vaccin)	3,6	3,5	39,1	74,6
g	BTV2 (USA)	24,4	24,4	42,1	25,4

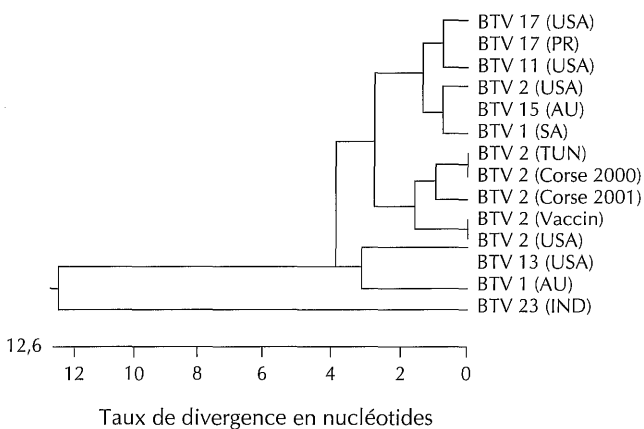


Figure 2 : arbre phylogénétique obtenu par comparaison des séquences nucléotidiques du segment génomique 7 du virus tunisien et d'autres virus publiés. Les comparaisons de séquences ont été réalisées à l'aide du logiciel DNA Star. Les numéros d'accès dans GenBank sont les suivants : BTV17 (USA) : M11787 ; BTV17 (PR) : X53693 ; BTV11 (USA) : M32102 ; BTV2 (USA) : AF188660 ; BTV1 (AU) : L11724 ; BTV1 (SA) : X53740 ; BTV2 (TUN) : AF469115 ; BTV2 (Corse 2000) : AF346302 ; BTV2 (Corse 2001) : AY079124 ; BTV2 (USA) : M64997 ; BTV13 (USA) : AF188673 ; BTV1 (AU) : U89325 ; BTV23 (IND) : AJ277802.

Segment 2

Le segment 2 spécifique du sérotype de la bluetongue comprend 2 950 pb et code pour la protéine VP2. Trois couples d'amorces ont été nécessaires pour l'obtention de la séquence codante. Ceci pouvait s'expliquer par la taille relativement élevée de la séquence du segment 2 en comparaison avec la taille des autres segments génomiques (tableau VIII). L'arbre phylogénétique (figure 3) a permis de visualiser les relations entre les souches. Les couples d'amorces utilisés pour obtenir la séquence génomique du segment 2 ont été : (PG1' - PGB) qui a permis d'amplifier une partie

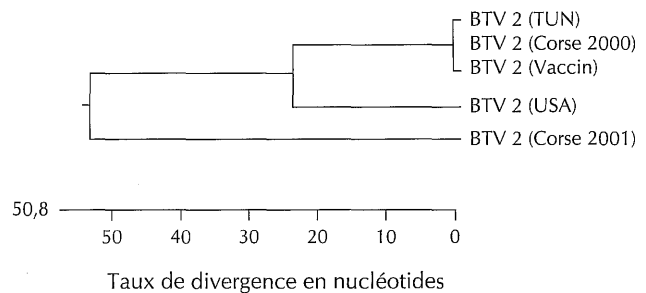


Figure 3 : arbre obtenu par comparaison des séquences nucléotidiques du segment génomique 2. Les comparaisons de séquences ont été réalisées à l'aide du logiciel DNA Star. Les numéros d'accès dans GenBank sont les suivants : BTV2 (TUN) : AF494094 ; BTV2 (Corse 2000) : AF356601 ; BTV2 (Vaccin) : AF481096 ; BTV2 (USA) : AY028211 ; BTV2 (Corse 2001) : AF530067.

du segment génomique 2 d'environ 1 500 pb, (M2 - MG1') qui a assuré l'amplification d'une partie génomique 2 000 pb du même segment, alors que la partie intermédiaire entre ces deux couples d'amorces a été amplifiée par (M5 - P5) qui a amplifié une région de 150 pb environ.

Les résultats de comparaison, qu'ils soient présentés en tableau (tableau VIII) ou sous forme d'arbre (figure 3), reflètent bien une grande parenté de la souche tunisienne avec la souche isolée en Corse en 2000 et la souche vaccinale. Le pourcentage de divergence a été plus élevé avec les autres souches provenant de Corse déclarées en 2001 et des souches trouvées aux États-Unis.

DISCUSSION

L'objectif du présent travail a été d'isoler et de caractériser le virus bluetongue circulant en Tunisie en décembre 1999. L'étude a été faite dans le but de comparer la souche virale tunisienne à la souche virale circulant en Corse en octobre 2000 et en 2001, et la souche vaccinale, et de préciser le lien entre ces souches.

La difficulté de collecter les échantillons et la faible durée de l'épizootie en Tunisie (décembre 99-mars 2000) explique le nombre relativement réduit des échantillons prélevés. L'étude expérimentale a permis d'isoler le virus, de déterminer le sérotype en cause et de réaliser une caractérisation moléculaire des isolats du virus détectés en Tunisie. De plus, une comparaison a été effectuée avec les souches trouvées en France en 2000 et 2001 ainsi qu'avec la souche vaccinale, ceci à partir du séquençage des trois segments génomiques : 2, 7 et 10.

Le séquençage a été ciblé sur trois segments génomiques pour différentes raisons. Le segment génomique 2, codant pour la protéine virale VP2, a été choisi comme cible pour différencier les 24 sérotypes entre eux (8, 15), puisque ce segment a la particularité de porter la spécificité de sérotype. Le séquençage de la VP2 a donc permis d'identifier le sérotype 2 de la souche virale tunisienne. Le segment génomique 7, qui code pour la protéine VP7, a été choisi comme cible pour l'amplification génique, car sa séquence nucléotidique est fortement conservée entre les 24 sérotypes (11, 12). En revanche, la séquence nucléotidique du segment 10, codant pour les protéines non structurales NS3/NS3A, est beaucoup moins conservée entre sérotypes (11), mais elle a permis de donner des informations complémentaires.

Dans un premier temps, des isolements sur œufs embryonnés suivis de passage en culture cellulaire ont permis d'isoler le virus à partir des différents extraits de rates et de sang total. L'extraction d'ARN, suivie de réactions de RT-PCR spécifiques de chaque segment génomique, a permis d'aboutir à des produits d'amplification utilisables en séquençage.

Le séquençage de chacun de ces segments a permis de déterminer les séquences nucléotidiques qui ont été enregistrées dans GenBank sous les numéros d'accès suivants : AF 494094 pour VP2, AF 469114 pour VP7 et AF 469115 pour NS3/NS3A.

L'alignement des différentes séquences des produits d'amplification a permis de détecter les divergences et les similitudes allant de 51 à 100 p. 100 entre les prélèvements de différentes origines présentées dans les tableaux VI à VIII. L'alignement des séquences a été fait grâce au logiciel DNA Star par la méthode Clustal.

La comparaison des séquences des isolats tunisiens prélevés entre 1999 et 2000 montre qu'il n'y a pas eu de mutations entre les séquences génomiques du virus et qu'il s'agissait de la même épizootie entre fin décembre 1999 et mars 2000 (19). Le typage par PCR a été utilisé sur une petite fraction des échantillons prélevés sur le terrain et reste à valider pour un grand nombre de prélèvements. Les résultats présentés en arbre pour la protéine NS3/NS3A (figure 1) correspondant au segment génomique 10 ont permis de mettre en évidence une origine proche de la souche tunisienne et de la souche corse de 2000. Cette origine très proche entre le virus *bluetongue* sérotype 2 tunisien et la souche virale corse de 2000 est également illustrée dans le cas de la VP2 (figure 2) et de la VP7 (figure 3).

Les résultats homogènes entre eux montrent donc bien une origine commune du virus *bluetongue* sérotype 2 isolé en Corse en 2000 et en Tunisie. Le transport et l'amplification par le vecteur n'ont pas semblé affecter les séquences génomiques du virus. Des études plus approfondies seraient toutefois nécessaires à plus grande échelle pour vérifier des recombinaisons potentielles où le vecteur *Culicoides* serait le responsable. Les travaux réalisés par Zientara et coll. (18), basés aussi bien sur la VP7 que sur la VP2, mettent en évidence l'origine commune probable du virus corse (épizootie octobre 2000) et le virus trouvé aux Etats-Unis, tandis que le virus trouvé en Corse en 2001 semble éloigné, du point de vue de la séquence génomique, du virus tunisien. Ceci peut être expliqué par

des mutations survenues au niveau de la séquence génomique du virus type 2 trouvé en Corse en 2001. Il y a eu une modification de la séquence génomique de celle-ci lors du transport par le vecteur. Malheureusement, le faible nombre de séquences disponibles quel que soit le segment génomique, notamment ceux de virus isolés à partir d'épizooties ayant sévi dans les pays méditerranéens, ne permet pas la construction d'arbres phylogénétiques très complets, particulièrement pour la VP2.

Le vaccin utilisé en Tunisie pour lutter contre cette épizootie semble très bien adapté puisque sa séquence nucléotidique est très voisine de celle du virus type 2 déclaré en Tunisie. Les travaux de biologie moléculaire de typage de virus sont très importants puisqu'ils permettront dans l'avenir proche de caractériser très rapidement la nature des virus impliqués dans les épizooties, que ce soient des épizooties de fièvre catarrhale du mouton ou de maladies hémorragiques des cervidés, l'exemple cité par Barnard et coll. (1) en étant la preuve.

■ CONCLUSION

La fièvre catarrhale ovine a été déclarée en Tunisie en décembre 1999. Des isolements sur œufs embryonnés et des passages sur culture ont permis d'isoler la souche virale. L'extraction d'ARN suivie de réaction de RT-PCR spécifique de VP2 a permis de mettre en évidence le sérotype 2 de la *bluetongue* comme virus responsable de l'épizootie déclarée en Tunisie en décembre 1999. Différents isolats prélevés à différentes dates entre décembre 1999 et mars 2000 permettent de conclure que peu de mutations au sein du génome du virus se sont produites et que le vecteur du genre *Culicoides* n'a apparemment pas modifié les séquences génomiques. Des études plus approfondies seraient toutefois nécessaires à plus grande échelle pour détecter des recombinaisons potentielles par le vecteur *Culicoides*.

La comparaison des trois segments génomiques 2, 7 et 10 avec les séquences trouvées en Corse en 2000, 2001, aux Etats-Unis et en Chine montre que les souches trouvées en Tunisie et en Corse en 2000 ont la même origine. La mise à disposition de séquences des trois différents segments génomiques étudiés (2, 7 et 10) de pays méditerranéens voisins permettrait d'apporter des informations complémentaires.

Remerciements

Ce travail a été financé par l'Institut français de coopération, l'ambassade de France à Tunis et le ministère tunisien de l'Agriculture. Les auteurs tiennent à remercier Mme F. Hammou et M. M.K. Ben Hamida pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

- BARNARD B.J.H., GERDES G.H., MEISWINKEL R., 1998. Some epidemiological and economic aspects of bluetongue-like disease in cattle in South Africa - 1995/96 and 1997. *Onderstepoort J. vet. Res.*, **65**: 145-151.
- DENNIS L., KNUDSON D.L., MONATH T.P., 1990. In: Fields B.N. Ed., *Bluetongue virus*, 2nd Edn, Lippincott-Raven, Philadelphia, PA, USA, p. 1654-1660.
- DULAC G.C., DUBUC C., MYERS D.J., AFSHAR A., TAYLOR E.A., 1989. Ingression of bluetongue virus type 11 and epizootic haemorrhagic disease of deer type 2 for two consecutive years in the Okanagan Valley. *Can. vet. J.*, **30**: 351.

4. FUKUSHO A., YU Y., YAMAGUCHI Y., ROY P., 1989. Completion of the sequence of bluetongue virus serotype 10 by the characterization of a structural protein, VP6, and a non-structural protein, NS2. *J. gen. Virology*, **70**: 1677-1689.
5. HAMMAMI S., SEGHAIER C., HAMBLIN C., BEN SAID M.S., BAHRI S., 2001. Epizootie et zoonoses majeures, particularités de la fièvre catarrhale du mouton en Tunisie : Etude d'un foyer. *Bull. Epidémiol. Infect. vét.*, **18** : 1-8.
6. HUISMANS H., VAN DIJK A.A., ELS J.M., 1987. Uncoating of perennial bluetongue virus to core and sub particles in infected L cells. *Virology*, **157**: 180-188.
7. MELLOR P.S., BOORMAN J.P.T., BAYLIS M., 2000. *Culicoides* biting midges: Their role as arbovirus vectors. *Ann. Rev. Entomol.*, **45**: 307-340.
8. MERTENS P.P.C., SANGER D.V., 1985. Analysis of the terminal sequences of the genome segments of four Orbiviruses. *Virology*, **140**: 55-67.
9. OIE, 2000. Manual of standards for diagnostic tests and vaccines, 4th Edn. www.oie.int/eng/norms/mmanual/A_00026.htm
10. QIN Q., TAI Z., WANG L., LUO Z., HU J., LIN H., 1996. Bluetongue epidemiological survey and virus isolation in Xinjiang, China. In: Bluetongue disease in Southeast Asia and the Pacific. Canberra, Australia, ACIAR, p. 67-71.
11. ROY P., GORMAN B.M., 1990. Bluetongue virus. Current topics. In: Microbiology and immunology, Vol. II. Heidelberg, Germany, Springer-Verlag, 200 p.
12. ROY P., 1992. Bluetongue virus protein. *J. Gen. Virol.*, **73**: 3051-3064.
13. SAILLEAU C., HAMBLIN C., PAWESKA J.T., ZIENTARA S., 2000. Identification and differentiation of the nine African horse virus serotypes by RT-PCR amplification of the serotype-specific genome segment 2. *J. Gen. Virol.*, **81**: 831-837.
14. VAN DIJK A.A., HUISMANS H., 1980. The in vitro activation and further characterization of the bluetongue virus associated transcriptase. *Virology*, **10**: 347-356.
15. VERWOERD D.W., ELS M.J., DE VILLIERS E.M., HUISMANS H., 1972. Structure of bluetongue virus capsid. *J. Virol.*, **10**: 783-794.
16. WADE-EVANS A.M., MERTENS P.P.C., BOSTOCK C.J., 1990. Development of the polymerase chain reaction for the detection of bluetongue virus in tissue samples. *J. Virol. Meth.*, **30**: 15-24.
17. ZIENTARA S., DE LA ROCQUE S., GOURREAU J.M., GREGORY M., DIALLO A., HENDRIKX P., LIBEAU G., SAILLEAU C., DELECOLLE J.C., 2000. La fièvre catarrhale ovine en Corse en 2000. *Epidémiol. Santé Anim.*, **38** : 133-144.
18. ZIENTARA S., SAILLEAU C., DAUPHIN G., ROQUIER C., REMOND E.M., LEBRETON F., HAMMOUMI S., DUBOIS E., AGIER C., MERLE G., BREARD E., 2002. Identification of bluetongue virus serotype 2 (Corsican strain) by reverse-transcriptase PCR reaction analysis of segment 2 of the genome. *Vet. Rec.*, **150**: 598-601.
19. ZIENTARA S., BREARD E., SAILLEAU C., COUPIER H., MURE-RAVAUD K., HAMMOUMI S., GICQUEL B., HAMBLIN C., DUBOURGET P., 2003. Comparison of genome segments 2, 7 and 10 of bluetongue viruses serotype 2 for differentiation between field isolates and the vaccine strain. *Vet. Res.*, **34**: 777-789.

Reçu le 24.10.2003, accepté le 11.06.2004

Summary

Ben Fredj S., Bréard E., Sailleau C., Zientara S., Zekri S., Boudabbous A., Hammami S. Incursion of Bluetongue in Tunisia: Molecular Characterization of Viral Strains

In December 1999, the bluetongue was declared in Tunisia. Other cases of the disease have also been reported in other countries in the Mediterranean basin. The aim of this work was to characterize viral isolates obtained during the epizootic, which occurred from December 1999 to March 2000, and to perform serotype determination. The three genomic segments, 2, 7 and 10, corresponding to the proteins VP2, VP7 and NS3/NS3A, were amplified by PCR and sequenced. Sequences of the various genomic segments obtained from Tunisian viral isolates were compared with the Corsican vaccinal and wild-type strain, as well as with other bluetongue virus strains published in GenBank. The results are presented in the form of phylogenetic trees and tables in which nucleotide sequences are compared, thus showing the common origin of the Tunisian viral strain (serotype 2) and the Corsican strain that was responsible for the October 2000 epizootic.

Key words: Sheep – Bluetongue virus – Molecular biology – Epidemiology – Nucleotide sequence – Genome – Mediterranean region – Tunisia.

Resumen

Ben Fredj S., Bréard E., Sailleau C., Zientara S., Zekri S., Boudabbous A., Hammami S. Incursión de la fiebre catarral en Túnez: caracterización molecular de los aislados virales

La fiebre catarral ovina fue declarada en Túnez en diciembre de 1999. Se han registrado también nuevos casos de fiebre catarral ovina en otros países de la cuenca mediterránea. El objetivo de este estudio consistió, inicialmente, en caracterizar los aislados virales procedentes de esta epizootia que azotó la zona de diciembre de 1999 a marzo de 2000 y, posteriormente, en determinar el origen del virus mediante filogenia molecular. Para lograr dicho objetivo, se procedió a la amplificación por PCR y a la secuenciación de los segmentos genómicos 2, 7 y 10 que correspondían, respectivamente, a las proteínas VP2, VP7 y NS3/NS3A. Se pudieron comparar secuencias de estos diferentes segmentos genómicos, procedentes de los aislamientos virales tunecinos, con la cepa viral salvaje y la cepa vacunal corsa así como con otras cepas virales de fiebre catarral ovina ya publicadas por el GenBank. Los resultados, presentados en forma de árboles filogenéticos y de tablas de comparaciones de secuencias nucleotídicas, permiten determinar el origen común de la cepa viral tunecina (serotipo 2) con la cepa viral corsa responsable de la epizootia de octubre de 2000.

Palabras clave: Ovino – Virus lengua azul – Biología molecular – Epidemiología – Secuencia nucleotídica – Genoma – Región mediterránea – Túnez.

Les institutions vétérinaires dans le monde en développement : situation actuelle et besoins futurs

C. de Haan (éd.)

Revue scientifique et technique, vol. 23 (1), avril 2004

Les institutions vétérinaires du monde en développement doivent s'adapter aux défis de l'accroissement significatif de la production animale, du commerce et des mouvements des animaux et des produits d'origine animale, qui ont augmenté considérablement les menaces de maladies animales et de transmission de zoonoses. Cette adaptation des services vétérinaires doit se faire dans un contexte de changements importants concernant les rôles des services publics et privés, ayant comme effet de réduire les fonds et l'appui alloués à une grande partie des tâches réalisées traditionnellement par les services vétérinaires publics. Les réductions budgétaires et de nouveaux concepts concernant le rôle du secteur public ont amené des modifications fondamentales. Le partage des responsabilités entre les prestataires des services publics et privés, et entre les professionnels (formation universitaire) et les assimilés a changé de façon significative.

façon dont ces systèmes pourraient fonctionner s'ils étaient utilisés dans le monde en développement. Selon l'expérience des auteurs, les évaluations portent principalement sur les impacts directs en santé animale, sur les implications éventuelles en santé publique, sur l'équité de ces mesures pour les différents bénéficiaires et la capacité d'atteindre les petits éleveurs ou sur le respect des normes sanitaires reliées au commerce.

Cette publication aidera les autorités vétérinaires compétentes à concevoir des systèmes de prestation vétérinaire plus efficaces qui contribueront à améliorer la surveillance et la notification des maladies animales et des zoonoses, ainsi que le revenu de plus de 600 millions de petits éleveurs dans le monde en développement, en ouvrant de nouveaux marchés pour leurs produits animaux tout en protégeant et améliorant la santé publique.

Ce numéro spécial de la *Revue scientifique et technique* de l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale) fournit un bilan des expériences menées à ce jour et des nouvelles approches. Un groupe d'experts, impliqué dans le développement de nouveaux systèmes de prestation de services de santé animale, évalue ces expériences. Celles-ci sont décrites pour tous les continents, bien que l'accent soit mis sur l'Afrique subsaharienne, car c'est dans cette région que les besoins pour de nouveaux systèmes sont les plus aigus. Quelques exemples d'institutions vétérinaires et de leur évolution historique dans le monde industrialisé sont donnés comme indicateurs sur la

ISBN 92-9044-605-6

ISSN 0253-1933

416 p.

Format : 21 x 29,7 cm

Prix : 50 €

(frais d'expédition par voie aérienne inclus pour tous pays)

Réf. : R 23-1

Oie

12, rue de Prony

75017 Paris, France

Tél. : +33 (0)1 44 15 18 88

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

E-mail : oi@oie.int

Site Web : www.oie.int

African Swine Fever: an Overview

G.O. Ayoade^{1*} I.G. Adeyemi²

Key words

Swine – Swine fever virus –
Epizootology – Diagnosis –
Monitoring – Control methods –
Disease control – Africa.

Summary

The African swine fever (ASF) is an expanding devastating viral disease currently threatening the pig industry worldwide. The virus is an icosahedral cytoplasmic deoxyribovirus (ICDV) of the *Asfarviridae* family. It is an arbovirus (transmitted by ticks) and it is the only arbovirus that contains DNA. Wild suids of Africa, mainly the warthog and bushpig, are the original vertebrate hosts of ASF. Domestic pigs are infected by ticks (*Ornithodoros moubata*) or by direct contact with wild suids. Transstadial and transovarian infections occur in ticks. Recently, ASF caused high morbidity and mortality in domestic pigs in Nigeria and other West African countries previously known to be free of the disease. No protective vaccination has been discovered; hence, a slaughter policy with adequate compensation, strict quarantine of pigs and their products at borders are necessary to stop the current outbreaks of ASF in Africa, particularly in West Africa. To eradicate ASF it has become very urgent to further promote awareness of ASF, to cook swill before serving to pigs, and to enforce regulations against free-ranging pigs. Research in vaccine production against ASF should be intensified. Governments must improve veterinary ambulatory and diagnostic services as well as the information network since ASF is a notifiable disease.

■ INTRODUCTION

The African swine fever (ASF) is known as *peste porcina africana*, *peste porcina suum*, *maladie de Montgomery*, warthog disease, *peste porcine africaine*, *Afrikaanse varkpes*, *Afrikanische Schweinepest* (52). Recently, the ASF virus has been allocated to a new genus, *Asfarvirus*, of the family *Asfarviridae* (22). ASF in domestic pigs varies from peracute, acute, subacute, and chronic to inapparent infections. Clinical manifestations of ASF may resemble those of hog cholera (19).

1. Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

2. Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria
E-mail: isaacgadeyemi@yahoo.com

* Corresponding author

■ INITIAL OUTBREAKS

Montgomery (21) first reported ASF from East Africa, while Steyn (53) later reported it in South Africa. De Kock et al. (4) described outbreaks occurring in 1933 and 1934 in South Africa as serious and involving 11,000 swine of which more than 8000 died, 2000 were slaughtered and only 862 were considered as survivors. Velho (55, 56) mentioned enzootic ASF in free-ranging swine in Angola. ASF was restricted during the early period with several severe outbreaks occurring in Eastern and Southern Africa (52). ASF was first reported in West Africa in Senegal in 1978 (6) and later in Cameroon in 1982, killing about 80% of all pigs in the latter country.

In 1957, outbreaks with high mortality occurred in Portugal (50, 52), and in Spain in 1960 (47). France experienced outbreaks in 1964, Italy in 1967 and Belgium in 1985 (52). Emergency eradication measures were taken which consisted essentially in slaughtering all infected and exposed swine, restricting swine and

pork movements, and cooking all garbage containing pork before allowing it to be fed to swine. This approach quickly eradicated the initial outbreaks in Europe (13, 52). ASF was thought to have been probably carried from Spain to Cuba in 1971, from where it spread throughout the Caribbean, and then occurred in Brazil in 1978 (52). It is generally believed that garbage containing uncooked pork in airplanes from Spain or Portugal was responsible for the outbreaks, since initial outbreaks occurred in swine fed uncooked garbage from international airports (13). Also, initial outbreaks in Malta and Sardinia were reported in swine fed uncooked garbage from seaports (48). In Cuba, emergency eradication measures were quickly and decisively applied in which more than 400,000 swine in the province of Havana were killed. Also, movements of swine and pork were restricted, while feeding of raw garbage to swine was forbidden. These efforts quickly eradicated ASF (diagnosed in May) by August 1971 with no recurrence reported ever since (14).

■ CURRENT OUTBREAKS

Southern Africa

A narrow zone in the north of South Africa has been delineated as an enzootic zone due to the presence of infected warthogs (35, 49, 52). Also, continued outbreaks have been reported in South Africa (27, 35), Zambia (26, 36), Mozambique (29), Botswana (28), and ASF outbreaks were reported for the first time in Malawi in 1989 and up to 1991 (25). ASF has been reported in Madagascar since 1998 (7, 28) and was also reported in the Democratic Republic of Congo (31, 32).

East Africa: Kenya

ASF outbreaks occurred in Nairobi in 1994 (37) after an absence of 30 years. In Kenya, there was no evidence for the involvement of warthogs or ticks, and the disease is believed to have resulted from movements of infected pigs from enzootic areas. Currently, outbreaks of ASF have been reported in Kenya (37).

West Africa

Apart from Senegal, Cameroon, Cape Verde Island and Guinea Bissau that were affected by ASF in 1978, new countries in West Africa have been currently infected by ASF. Such new countries include Côte d'Ivoire (26), Benin (33), Togo (34), Nigeria (23) and Ghana (28). Côte d'Ivoire was affected by ASF in 1996, Benin, Togo and Nigeria have been reporting outbreaks since 1997 (6). Outbreaks of ASF have recently been reported in Senegal, Cameroon, Ghana, Togo, and Benin (30). It is assumed that the Cameroon mountain at the Nigeria border with the border control of pigs' movements have in the past prevented the spread of ASF to Nigeria.

Although warthogs are widespread in the West African savannah, *Ornithodoros moubata* has not been reported in the region while the few warthogs that have been tested (2 from Nigeria, 2 from Senegal and 3 from Benin) proved negative for ASFV (42). Furthermore, the outbreaks as far as can be ascertained started in the coastal zone, where there are no warthogs. The infection can therefore be assumed to have originated with movements of infected domestic pigs or their products.

Europe and United States

African swine fever outbreaks have been reported in Portugal in 1999 (28) and in Italy since 1993 (16). The disease has also been reported in wild boars in Spain since 1991 (43). High risks of ASF in the Netherlands (12) and US hogs (20) have yet to occur.

■ EPIZOOTIOLOGY

The African swine fever virus (ASFV) is the only DNA virus that can be classified as an arbovirus. It replicates to a high titer within the larval cells of the developing egg of the argasid tick, *Ornithodoros moubata* (49). In Africa and Southern Europe, *Ornithodoros* ticks act as reservoirs. Ticks readily become infected while engorging on infected swine. They can retain the virus and transmit it to swine for as long as eight years or probably throughout their life span (14, 44). ASFV is transmitted from tick to tick sexually, transovarially and transstadially (45, 49, 52). Thus it is quite reasonable to believe that the virus is primarily a virus of ticks (44).

It has also been indicated that any bloodsucking insects, such as mosquitoes, horseflies, etc., feeding on infected viremic pigs and subsequently on non-infected swine within the same herd or other herds within the vicinity could transmit ASFV (14). Also, propagation of ASFV in mosquito cell cultures growing at 26-28°C has been achieved (10).

The original vertebrate hosts of the ASF virus are the wild suids of Africa, especially the warthog and to a lesser extent the bush pig (52). African wild suids, the warthog (*Phacochoerus africanus*), the bush pig (*Potamochoerus porcus*) and the giant forest hog (*Hylochoerus* spp.) only become infected with no clinical expression and are the reservoirs of infection for the disease in Africa. The collared peccary (*Tayassu tajacu*) in the USA, the white-lip peccary (*Tayassu albirostris*) of South and Central America are also supposed to become infected healthy carriers (52). The wild boar in Europe is not a reservoir of infection because it is killed by the disease as is the domestic pig.

The epizootiological conception of ASF in Africa could be divided into an old silvatic cycle dependent on inapparent maintenance in warthogs or other wild suids. The new cycle is based in the virus maintained in domestic pigs (52). Wild suids are already infected as piglets by *Ornithodoros moubata* ticks, which transmit the virus transstadially and transovarially. Then the infection is also carried from the population of wild suids to domestic pigs by *O. moubata*, and is a vector-borne disease up to this stage. The contact between infected wild suids and domestic pigs usually results in a disease outbreak in domestic pigs (52). While no excretion of the virus could be observed in warthogs, infected domestic pigs are continuously excreting the virus in nasal secretions, blood, feces and urine. The infection being a contact disease among domestic pigs, it is transferred orally and nasally. Due to the high resistance of the virus to environmental influences, the oral infection with contaminated feed is very important in domestic pigs (52).

■ CLINICAL SIGNS

Clinically, the first sign of ASF is reduced appetite but, more often, sudden death in pigs is the first indication noted by farmers (19, 52). Clinical manifestations of ASF may resemble hog cholera (19). Initially, the diarrhea is mucoid, while in some pigs it later becomes bloody. Almost all pigs that develop severe bloody diarrhea die. Affected pigs spend much time lying down, but when aroused, they often eat limited amounts of food and frequently drink some water. Body temperature ranges between 40.5-42.2°C and hyperemia of the skin is usually marked over the mouth, ear, under the belly, over the hindquarters and around the fetlocks, especially in white pigs (8, 52). Hemorrhages are also found in many internal organs, especially in lymph nodes.

Pregnant sows often abort at any stage of pregnancy soon after clinical signs develop. Petechial and ecchymotic hemorrhages may

occur on the fetal membranes and skin of the aborted fetus (18). An incubation period of 2-19 days leads to either a peracute or acute course of ASF, which is characterized by high fever, thirst, inappetance, apathy, staggering gait, muscle tremors and dyspnea with increased respiration (52). The acute stage may last for seven days and the subacute up to 70 days. Generalized hemorrhages are consistent with the acute form of the disease (43). During the peracute course of ASF, death may appear suddenly without clinical symptoms. During natural infection, only a few pigs in a group are initially sick and the spread of the disease throughout the remainder of the herd may take several weeks with low virulent strains, or only a few days with highly virulent viruses. Incubation periods vary from two to five days in experimentally infected pigs (10, 52).

A chronic course may sometimes appear and may last for 2-15 months. It is characterized by intermittent fever, emaciation, swelling of the joints and sheaths of the tendons, keratitis and atrophy of the bulbus (52). Coughing often occurs in the chronic form. Diarrhea and occasional vomiting may be present. Morbidity can approach 100% and mortality can also be above 80%. Chronically infected domestic pigs excrete the virus during the whole course of the disease (52).

■ PATHOLOGY

The usual route of an ASF infection in pig is via the mouth or the upper respiratory system (9). The ASF virus provokes proliferation of lymphocytes and reticular cells. After four days, degeneration becomes more prominent than proliferation. The gross pathological changes are similar to those of hog cholera characterized by lesions of the circulatory system (52). Generally, the lesions are proportional to the amount of damage to the circulatory system. Also, these lesions are usually marked in acute cases that are due to highly virulent viruses, whereas they may be minimal or absent when due to low virulent viruses causing inapparent or chronic forms of the disease (14, 52). The circulatory system is probably the most severely damaged tissue of the body as evidenced by congestion, edema, ascites, hydrothorax, hydropericardium, infarctions and occasional necrosis in many visceral organs, and changes in the blood. Petechial and ecchymotic hemorrhages are often seen on the epicardium, around engorged coronary blood vessels on the epicardium and endocardium. Also, they are found around attachments of the chordae tendinae to the valves and endocardium. Lymph nodes are hemorrhagic and edematous. Severely affected lymph nodes may look like hematomas. Spleen may be enlarged and lungs usually appear congested. Pneumonia may be seen in chronic cases (40). Kidneys and urinary bladder are usually seen with petechial and ecchymotic hemorrhages. Leucopenia is marked in acute ASF, with increase in the percentage of neutrophil mature forms especially and with concomitant drop in lymphocyte numbers (5).

In chronic ASF hypergammaglobulinemia is often marked (38). Also, the brain and meninges are often congested, edematous and may contain multiple hemorrhages (46, 52). Since the necropsy lesions resemble those of hog cholera, salmonellosis and erysipelas, laboratory confirmation of ASF is imperative.

■ DIAGNOSIS

A positive diagnosis of ASF may be by either virus detection or demonstration of ASF-specific antibody (10). The tests for detection of the ASF virus in infected tissues are listed hereafter.

Antibody detection

Enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) are the most recently developed serologic techniques for detecting antibodies. The technique is now widely used and recommended by the Office international des épizooties (OIE) (24, 51, 52). Sera from recovered animals can be screened by indirect immunofluorescence (IIF), immunoelectroosmophoresis (IEOP) and ELISA (52). Other tests for screening of antibodies against ASFV are the agar gel precipitation test (AGPT), complement fixation test (CFT), hemadsorption inhibition (HADI), immunofluorescence plaque assay (IPA), and immunoblot (2, 3, 41, 52). Routinely, radial immunoassay (RIA), reverse radial immunodiffusion (RRID), iodine agglutination test (IAT) and solid phase radioimmunoassay are used.

Virus isolation

For virus isolation, the hemadsorption (HA) test has been extensively used (2, 15, 54). The ability of ASF to produce HA in leukocyte cultures is still regarded by many as its most meaningful identifying feature. However, some non-hemadsorbing strains can be missed. Other tests to detect the ASF virus include animal inoculation, leukocyte culture for the autorosette test and electron microscopic examination of tissues (52).

Detection of genome nucleic acids

Methods to detect genome nucleic acids from the African swine fever virus in infected tissues are restriction fragment length polymorphisms (RSLP), polymerase chain reaction (PCR) and use of DNA probes (1).

Antigen detection

Methods for detecting the ASF virus antigen in infected tissues include direct immunofluorescence on buffy coat cells and on tissue smears or cryostat section. The method is very useful in acute cases of ASF. The virus is present in large amounts in the blood and in any tissue with a rich blood supply (10). The ELISA test has been adapted for detection and assay of antibodies against ASFV by some laboratories (43). It is the most sensitive test to detect singular perhaps chronically infected animals (24, 51) and has been recommended by OIE (24, 51, 52).

However, none of the above tests can be expected singularly to detect the disease under all conditions (10). Therefore, rapid diagnosis is of prime importance, while speed, convenience as well as accuracy and sensitivity must be considered in selecting the tests to be applied routinely (10, 52).

Comparative assessment of diagnostic techniques

From the long-time experience of Spanish workers in diagnosing ASF, the HA test was generally regarded as *the* differential test for ASFV. The test has been the most widely used means to isolate the virus from field specimens. Spanish workers assigned a sensitivity of 98.9% to the HA test and also have used it as the basis for evaluating the other diagnostic tests (10). Although indirect IIF was reported to have a sensitivity of 82% in detecting antibodies in tissue extracts of ASF-positive cases, it is not suitable for testing large numbers of serum samples.

More than 90% of ASF infected pigs can be detected by the demonstration of specific antibodies against ASFV and the technique is suitable for testing large serum samples (10). Thus techniques based on antibody detection, such as ELISA and immunoblotting assay, are currently the most frequently used (41).

■ SEROSURVEILLANCE

Up till now, a safe and effective vaccine against ASF has not been developed, hence rapid diagnosis, drastic slaughter and quarantine methods are required in controlling and eradicating ASF. Effectiveness of close surveillance by early diagnosis and rapid destruction of infected and exposed swine has been demonstrated in outbreaks in France, Italy, Cuba and South Africa (10).

A rapid and sensitive method recommended by OIE in broad programs of surveillance, especially one that detects ASF-specific antibodies in chronically infected animals, is ELISA (24, 51, 52) and has now been widely used. Antibodies to the ASF virus can be detected as early as three to four days after infection. Other antiviral antibodies are produced later especially the IgG class, which becomes readily detectable 14 days after infection if the animal is still alive. Although antibodies can persist throughout the life of the animal, there is no evidence that these antibodies are capable of neutralizing virus infectivity and therefore are probably not protective (52).

Once ASF has become enzootic in domestic pigs, serosurveillance will help in detecting surviving carriers. A simple and most effective means of recognizing such animals is the identification and demonstration of specific antibodies to ASFV. It is important that in enzootic areas investigation of a new outbreak starts with the detection of specific antibodies; hence serosurveillance becomes an important component of any control strategy of ASF.

■ TREATMENT AND CONTROL

There is yet no effective drug treatment or cure for ASF. Also, it has not been possible so far to produce effective inactivated or attenuated live vaccines or immunoprotection (42). Hess and Pan (11) did not find the humoral or cellular immune system impaired in pigs that had recovered from ASF. However, the inability of antibodies to neutralize the virus dims the hope for an effective vaccine. Application of attenuated virus strains as vaccine antigens has produced outbreaks of chronic diseases, which contributed to

further spreading the infection, while sera from recovered animals also only gave incomplete protection against the lethal infection (52).

It has been suspected that inapparent carriers among domestic pigs are playing a major role in maintaining the disease in the enzootic areas (10). Thus, the stamping out policy as applied in the past will be the only means of eradicating the current outbreaks of the disease especially in the new West African countries affected, i.e. all sick/infected and exposed swine will have to be eliminated and disposed of from the affected premises. The standard sanitary measures of quarantine, decontamination and carefully controlled and monitored restocking must be rigidly enforced. All slaughtered sick and exposed pigs must be disposed of by burial or incineration. Some surface active agents containing o-phenylphenol and iodine compounds are effective in destroying the ASF virus on environmental surfaces and in waste materials (10). However, controlled processing and distribution of healthy-appearing animal carcasses for human consumption may speed up eradication and substantially reduce the cost of an eradication program (10), especially in poor African countries with the heavy burden of protein malnutrition. The inability of governments to compensate farmers limits the effectiveness of an eradication policy in the currently affected areas of West Africa. Also, rigorous prevention of contact between domestic pigs and wild reservoirs through free-ranging pigs must be maintained during outbreaks (46).

Swill from airports, seaports and other areas must be cooked before fed to swine. Control of ectoparasites like *Ornithodoros* ticks and hematophagous flies should be routinely carried out in pig farms, especially during ASF outbreaks. A claim that the pig louse, *Haematopinus suis*, can transmit the ASF virus has not been substantiated by further studies, while it has been established that the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, can retain high levels of virus for two days. It was also found out that the fly can transmit the virus to pigs 24 hours after feeding on an infected pig (42). Since ASF is an expanding disease whose costs of eradication far exceed those of prevention, no country that looks forward to a thriving swine industry and agricultural products that are acceptable in world trade should ignore the threat of ASF (10).

REFERENCES

- ALCARAZ C., RODRIGUEZ F., OVIEDO J.M., EIRAS A., DE DIEGO M., ALONSO C., ESCRIBANO J.M., 1995. Highly specific confirmatory western blot test for African swine fever virus antibody detection using the recombinant virus protein. *J. Virol. Method*: 111-119.
- COGGINS L., 1968. Modified haemadsorption inhibition test for African swine fever virus. *Bull. Epizoot. Dis. Africa*, **16**: 61-64.
- COGGINS L., HEUSCHELE W.P., 1966. Use of agar diffusion precipitation test in the diagnosis of African swine fever. *Am. J. vet. Res.*, **27**: 485.
- DE KOCK G., ROBINSON E.M., KEPPEL J.J.G., 1940. Swine fever in South African Onderstepoort. *J. vet. Sci. Anim. Ind.*, **14**: 31.
- DETRAY D.E., SCOTT G.R., 1957. Blood changes in swine with African swine fever. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **126**: 131-314.
- FAO, 2000. African swine fever. *Empress-Transboundary Anim. Dis. Bull.*, No 14/2: 15-17.
- GONZAGUE M., ROGER F., BASTOS A., BURGER C., RANDRIAPARANY T., SMONDACK S., CRUCIERE C., 2001. Isolation of a non-haemadsorbing, non cytopathic strain of African swine fever virus in Madagascar. *Epidemiol. Infect.*, **126**: 453-459.
- GREIG A., 1972. Pathogenesis of African swine fever in pigs naturally exposed to the disease. *J. comp. Pathol.*, **82**: 73-79.
- GREIG A., PLOWRIGHT W., 1970. The excretion of two virulent strains of African swine fever virus by domestic pigs. *J. Hyg. (Camb.)*, **68**: 673-682.
- HESS W.R., 1981. African swine fever: a reassessment. *Adv. vet. Sci. comp. Med.*, **25**: 39-69.
- HESS W.R., PAN I.C., 1977. The immune response in African swine fever. In: Proc. Agric. research semin. Hog cholera/classical swine fever and African swine fever, Tiererztliche Hochschule, Hanova, Germany, 6-11 Sept. 1976. Luxembourg, Directorate-General XIII, EUR 5904, p. 602-611.

12. HORST H.S., DIJKHUIZEN A.A., HUIRNE R.B.M., LEEUW P.W., 1998. Introduction of contagious animal diseases into the Netherlands: elicitation of expert opinions. *Livest. Prod. Sci.*, **53**: 253-264.
13. KORN G., 1969. Epidemiology, diagnosis and control of African swine fever and hog cholera in Spain, France and Italy. *Tierärztl. Umsch.*, **24**: 124-126.
14. LEMAN A.D., GLOCK ROBERT D., MENGELING WILLIAM L., PENNY R.H., SCHOLL E., STRAW B., 1981. Diseases of swine, 5th Edn. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, 832 p.
15. MALMQUIST W.A., HAY D., 1960. Haemadsorption and cytopathic effect produced by African swine fever virus in swine bone marrow and buffy coat culture. *Am. J. vet. Res.*, **21**: 104.
16. MANNELLI A., SOTGIA S., PATTA C., OGGIANO A., CARBONI A., COSSU P., LADDOMADA A., 1998. Temporal and spatial patterns of African swine fever in Sardinia. *Prev. vet. Med.*, **35**: 297-306.
17. MAURER F.D., GRIESEMER R.A., JONES T.C., 1958. The pathology of African swine fever. A comparison with hog cholera. *Am. J. vet. Res.*, **19**: 517.
18. MCDANIEL H.A., 1979. African swine fever. In: Proc. 21st annual meeting. *Am. Assoc. vet. Lab. Diagn.*, **21**: 391-397.
19. MCDANIEL H.A., 1986. African swine fever. In: Lemman Glock A.D., Mengeling R.D.W.L., Penny R.H.C., Scholl E., Straw B. Eds, Diseases of swine, 6th Edn. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 237- 245.
20. MILLER HAYS S., 1996. African swine fever poses risk to U.S. hogs. *Agric. Res.*, **44**: 14-17.
21. MONTGOMERY R.E., 1921. On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony). *J. comp. Pathol.*, **34**: 154, 242.
22. MURPHY F.A., GIBBS E.P.J., HORZINEK M.C., STUDDERT M.J., 1999. Veterinary virology. New York, NY, USA, Academic Press, 629 p.
23. ODEMUYIWA S.O., ADEBAYO I.A., AMMER LAAN W., AJUWAPE A.T.P., ALAKA O.O., OYEDELE O.I., SOYELU K.O., OLALAYE 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.
24. OIE, 1990. Recommended diagnostic techniques and requirements for biologic products, Vol. II. Paris, France, OIE.
25. OIE, 1995. An outbreak of African swine fever in the southern region of Malawi. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **14**: 655-666.
26. OIE, 1996. International disease statistics. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **108**: 651-712.
27. OIE, 1997. International disease statistics. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **109**: 95-117.
28. OIE, 2000. World animal health in 1999. Part 1: reports on the animal health status and disease control methods and tables on incidence of list A diseases. Paris, France, OIE, 339 p.
29. OIE, 2000. African swine fever in Mozambique: south of the Save River. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **13**: 65-67.
30. OIE, 2001. African swine fever in Senegal. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 25-30.
31. OIE, 2001. African swine fever in the Democratic Republic of Congo. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 81-88.
32. OIE, 2001. African swine fever in the Democratic Republic of Congo. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 93-100.
33. OIE, 2001. African swine fever in Benin. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 123-129.
34. OIE, 2001. African swine fever in Togo. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 143-148.
35. OIE, 2001. African swine fever in South Africa: in the African swine fever controlled area. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 191-192.
36. OIE, 2001. African swine fever in Zambia. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 213-221.
37. O.I.E, 2001. African swine fever in Kenya. *Dis. Inf. Off. int. Epizoot.*, **14**: 229-232.
38. PAN I.C., DE BOER C.J., HEUSCHELE W.F., 1970. Hypergamma-globulinemia in swine infected with African swine fever virus. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **134**: 376-371.
39. PAN I.C., DE BOER C.J., HESS W.R., 1972. African swine fever: application of immunoelectroosmophoresis for the detection of antibody. *Can. J. comp. Med.*, **36**: 309-316.
40. PAN I.C., MOULTON J., HESS W.R., DE BOER C.J., TESSLER J., 1973. African swine fever. Immunologically-mediated necrotizing pneumonia. *Fed. Proc.*, **32**: 1038 (cited by McDaniel, 1986).
41. PASTOR M.J., LAVIADA M.D., SANCHEZ-VISCAINO J.M., ESCRIBANO J.M., 1989. Determination of African swine fever virus antibodies by immunoblotting assay. *Can. J. vet. Res.*, **53**: 105-107.
42. PENRITH M.-L., 1998. An introduction and overview of African swine fever (ASF) in Africa. Rome, Italy, FAO, p. 1-4.
43. PEREZ J., FERNANDEZ A.I., SIERRA M.A., HERRAEZ P., FERNANDEZ A., DE LAS MULAS J.M., 1998. Serological and immunohistochemical study of African swine fever in wild boar in Spain. *Vet. Rec.*, **143**: 136-139.
44. PLOWRIGHT W., 1977. Panel discussion on the eradication of African swine fever in Europe. In: Proc. Agric. research semin. Hog cholera/classical swine fever and African swine fever, Tierärztliche Hochschule, Hanova, Germany, 6-11 Sept. 1976. Luxembourg, Directorate-General XIII, EUR 5904, p. 772-781.
45. PLOWRIGHT W., PERRY C.T., GREIG A., 1974. Sexual transmission of African swine fever in the tick, *Ornithodoros moubata porcinus* Walton. *Res. vet. Sci.*, **17**: 106-113.
46. PLOWRIGHT W., THOMSON G.R., NESER J.A., 1994. African swine fever. In: Coetzer J., Thomson G., Tustin R. Eds, Infectious diseases of livestock. Oxford, UK, Oxford University Press, p. 568-599.
47. POLO JOVER F., SANCHEZ BOTIJA C., 1961. Informe sobre la peste porcina africana en España. Enero-abril 1961 (evolución, diagnóstico y profilaxis). *Bull. Off. int. Epizoot.*, **56**: 388.
48. REICHARD R.E., 1978. African swine fever in the Americas. In: Proc. 82nd annual meeting US Animal Health Association, p. 226-231.
49. RENNIEL L., WILKINSON P.J., MELLOR P.S., 2001. Transovarial transmission of African swine fever virus in the argasid tick *Ornithodoros moubata*. *Med. vet. Entomol.*, **15**: 14d-14b.
50. RIBEIRO J.M., AZEVEDO R.J., TEIXEIRO M.T.O., BRACO FORTE M.C., RODRIGUES R., RIBEIRO A.M., OLIVEIRO E., NORONHA F., GRAVE PEREIRA C., DIAS VIGARIO J., 1958. Peste porcine provoquée par une souche différente (Souchel) de la souche classique. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **50**: 516.
51. ROLLE M., MAYR A., 1993. Mikrobiologie, Infektions und Seuchenlehre. Stuttgart, Deutschland, Aufl, Enke, 6 p.
52. SEIFERT H.S.H., 1996. Tropical animal health. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 548 p.
53. STEYN D.G., 1928. Preliminary report on a South African virus disease amongst pigs, 13th and 14th reports. Onderstepoort, South Africa, Division of Veterinary Education and Research, p. 415.
54. TUBIASH H.S., 1963. Quantity production of leukocyte cultures for use in haemadsorption tests with African swine fever virus. *Am. J. vet. Res.*, **24**: 381-384.
55. VELHO E.L., 1956. African swine fever in Angola. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **46**: 335.
56. VELHO E.L., 1957. La peste porcine africaine. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **48**: 395-402.

Accepté le 02.06.2004

Résumé

Ayoade G.O., Adeyemi I.G. Exposé général sur la peste porcine africaine

La peste porcine africaine (PPA) est une maladie virale très grave en extension et menaçant le développement des productions porcines dans le monde entier. Le virus est un déoxyribovirus cytoplasmique de symétrie icosaédrique de la famille des *Asfarviridae*. C'est une arbovirus (transmis par les tiques) et c'est le seul arbovirus contenant de l'ADN. Les suidés sauvages d'Afrique, principalement le phacochère et le potamochère, sont les vertébrés à l'origine de la PPA. Les porcs domestiques sont infectés par les tiques (*Ornithodoros moubata*) ou par contacts directs avec des porcs sauvages. Des transmissions transstadiales et transovariennes ont lieu chez les tiques. Récemment, la PPA a causé une morbidité et une mortalité élevées chez les porcs domestiques au Nigeria et dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest, considérés auparavant comme étant indemnes de la maladie. Aucune voie de protection vaccinale n'a été mise au point à ce jour. La protection réside dans des mesures sanitaires avec abattage et des mesures d'accompagnement, quarantaine stricte des porcs et des produits issus des élevages aux frontières, moyens nécessaires pour limiter les foyers de PPA en Afrique, notamment en Afrique de l'Ouest. Une meilleure connaissance de la maladie, la cuisson des eaux grasses dans l'alimentation des porcs, ainsi que des mesures de contrôle des porcs en divagation sont devenues les priorités dans l'éradication de la PPA. Les recherches sur un vaccin doivent être intensifiées. Les services gouvernementaux doivent améliorer les voies de diagnostic de terrain et de laboratoire, ainsi que les méthodes et réseaux d'informations, la PPA étant une maladie à déclaration obligatoire.

Mots-clés : Porcin – Virus peste porcine – Epizootologie – Diagnostic – Surveillance – Méthode de lutte – Contrôle de maladies – Afrique.

Resumen

Ayoade G.O., Adeyemi I.G. La peste porcine africana: una síntesis

La peste porcine africana (PPA) es una devastadora enfermedad viral en expansión, que amenaza actualmente la industria porcina mundial. El virus es un desoxiribovirus citoplásmico icosaédrico (ICDV), perteneciente a la familia *Asfarviridae*. Es un arbovirus (transmitido por garrapatas) y es el único arbovirus que contiene ADN. Los suinos salvajes de África, principalmente el jabalí y el cerdo de bosque, son los huéspedes vertebrados originales de PPA. Los cerdos domésticos son infectados por garrapatas (*Ornithodoros moubata*) o por contacto directo con suinos salvajes. Las infecciones trans estadio y trans ovariaria pueden presentarse en garrapatas. Recientemente, PPA provocó una alta morbilidad y mortalidad en los cerdos domésticos en Nigeria y otros países de África del oeste, previamente conocidos como libres de la enfermedad. No se ha descubierto una vacuna protectora, por lo tanto, la política de sacrificio con compensación adecuada, cuarentena estricta de los cerdos y sus productos en las fronteras son necesarias para parar las epidemias de PPA en curso en África, particularmente en África del oeste. Para erradicar la PPA es ahora urgente la toma de conciencia de PPA, cocinar bien la carne de cerdo antes de servirla y reforzar la regulación contra los cerdos deambulantes. La investigación para la producción de una vacuna debe intensificarse. Los gobiernos deben mejorar la clínica veterinaria ambulatoria y los servicios de diagnóstico, así como la red de información, ya que PPA es una enfermedad notable.

Palabras clave: Cerdo – Virus peste porcina – Epizootología – Diagnóstico – Vigilancia – Método de control – Control de enfermedades – África.

Diagnostic sérologique de la fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* par un test Elisa en Mauritanie

A. Bent Mohamed¹ D. Cheikh²
E. Thiam² P. Jacquet³ *

Mots-clés

Bovin – *Fasciola gigantica* –
Test Elisa – Enquête pathologique –
Epidémiologie – Fleuve Sénégal –
Mauritanie.

Résumé

Depuis la mise en eau des barrages de Diama et de Manantali sur le fleuve Sénégal, les trématodoses du bétail, dont la fasciolose à *Fasciola gigantica*, ont connu une recrudescence importante. Un test de dépistage sérologique par Elisa qui utilise comme antigène les produits d'excrétion-sécrétion des douves adultes a été développé. Les résultats de ce test ont été comparés à la recherche directe de douves adultes dans les canaux biliaires chez 176 bovins abattus dans la basse vallée du fleuve. Parmi les 40 bovins porteurs de douves adultes, 39 ont été positifs en Elisa. Par ailleurs, 24 bovins ont présenté des titres en anticorps élevés sans douves adultes dans leurs canaux biliaires. Pour 22 de ces 24 animaux, l'abattage a eu lieu entre mars et juillet, période pendant laquelle les bovins s'infestent, suggérant ainsi que l'essentiel des cas de discordance entre le diagnostic par Elisa et la recherche de douves adultes provenait d'un dépistage précoce de l'infestation par la méthode Elisa. La plupart des animaux présentant une infestation monospécifique par d'autres trématodes (*Schistosoma bovis* ou paramphistomes) n'ont pas eu d'anticorps anti-*F. gigantica*. Le suivi sérologique et coproscopique d'une cohorte de veaux soumis à une infestation naturelle à proximité du fleuve Sénégal a permis de confirmer que la période d'infestation a lieu de mars à juillet. De plus, une enquête transversale sur 15 troupeaux de bovins de la basse vallée du fleuve a permis de montrer que les deux tiers de ces troupeaux étaient infestés avec des prévalences sérologiques variant de 13 à 33 p. 100.

■ INTRODUCTION

Depuis la mise en eau des barrages de Diama et de Manantali sur le fleuve Sénégal, les conditions écologiques de la basse vallée du fleuve ont été profondément modifiées (eau plus douce, de pH neutre, très oxygénée et relativement stable toute l'année) favorisant ainsi la prolifération des mollusques hôtes intermédiaires de trématodes dont *Limnaea natalensis*, seul hôte intermédiaire connu de *Fasciola gigantica* en Afrique de l'Ouest (7). Les trématodoses du bétail, autrefois très rares ou absentes de la zone, y sont maintenant bien établies, comme l'attestent des résultats d'abattoir de la ville de Rosso (capitale régionale du Trarza, basse vallée du fleuve Sénégal).

En zone tempérée comme en zone tropicale, le contrôle de la fasciolose bovine, respectivement à *Fasciola hepatica* et *Fasciola gigantica*, repose sur la détection de l'infestation des animaux.

1. Département de biologie, faculté des Sciences et techniques, BP 5026, Nouakchott, Mauritanie

2. Laboratoire de parasitologie, Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires, BP 167, Nouakchott, Mauritanie

3. UMR Inra/Dger 1225, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 23 chemin des Capelles, 31076 Toulouse Cedex 03, France

* Auteur pour la correspondance

Tél. : 05 61 19 39 67 ; fax : 05 61 19 39 44 ; e-mail : p.jacquet@envt.fr

Une symptomatologie polymorphe et atypique rend difficile le diagnostic clinique, aussi les examens complémentaires sont-ils indispensables. La mise en évidence d'œufs dans les matières fécales est un diagnostic de certitude. Toutefois, les techniques coproscopiques ne permettent pas de détecter les infestations pendant la période prépatente et manquent de sensibilité lors d'infestations de faibles intensités. C'est pourquoi des tests sérologiques ont été développés : fixation du complément (1), immunofluorescence indirecte (13) ou Elisa (4, 10, 17).

Dans cette étude, les auteurs ont développé un test Elisa de dépistage sérologique de la fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* à l'aide des antigènes d'excrétion-sécrétion de douves adultes afin, d'une part, de préciser la période de contamination des animaux grâce à un suivi régulier d'une cohorte de veaux pendant deux années et, d'autre part, de préciser la prévalence de la fasciolose bovine dans différentes zones de la basse vallée du fleuve par une enquête transversale : vallée du fleuve *stricto sensu* de Diama à Podor et vallée fossile autour du lac de R'kiz. Avant d'appliquer le test Elisa à ces préoccupations épidémiologiques, une comparaison avec la recherche directe de douves adultes à l'autopsie a été effectuée sur des bovins abattus à l'abattoir de Rosso.

■ MATERIEL ET METHODES

Mise au point du test Elisa

Obtention des produits d'excrétion-sécrétion de douves adultes (PESFg)

Les douves adultes ont été récoltées à l'abattoir de Rosso sur des foies de bovins infestés naturellement. Cinq lavages rapides dans du sérum physiologique (5-10 min/lavage) ont été nécessaires pour éliminer les impuretés qui entouraient les parasites (sang, bile, tissu hépatique). Ensuite, les douves ont été placées dans de l'eau distillée pendant 3 h à la température ambiante. Le liquide a ensuite été récupéré, filtré (diamètre = 45 µm) de façon à retirer les œufs, puis centrifugé à 3 000 g pendant 15 min pour éliminer les débris, et stérilisé (azide de sodium, 0,05 p. 100). Les produits d'excrétion-sécrétion de douves adultes (PESFg) ont ainsi pu être obtenus. La concentration en protéines de cette solution a été déterminée en utilisant la technique du dosage des protéines à l'acide bicinchoninique (Pierce, Rockford, Illinois).

Technique Elisa

La mise au point du test Elisa a été celle décrite par Boulard et coll. (2) pour le diagnostic sérologique de la fasciolose à *F. hepatica*. Brièvement, différentes gammes de dilutions de sérum de 1/100 à 1/500 ont été testées avec 10 sérums de bovins présentant des douves à l'abattage à l'abattoir de Rosso (témoins positifs) et 15 sérums de bovins provenant d'une zone du pays indemne de fasciolose et sur lesquels des examens coproscopiques répétés sur deux années se sont révélés négatifs (témoins négatifs). Les autres paramètres du test ont été fixes : concentration de l'antigène d'excrétion-sécrétion à 2,5 µg/ml, conjugué anti-IgG (H+L) de bovin conjugué à la peroxydase au 1/40 000 (Jackson, USA). La dilution du sérum au 1/300 a été retenue car elle a permis d'obtenir un rapport optimal avec un bruit de fond minimum de la densité optique (DO) des positifs sur la densité optique des négatifs.

Les plaques de microtitration (Nunclon Surface, NUNC, Danemark) ont été sensibilisées par dépôt de 100 µl par puits d'antigène PESFg à 2,5 µg/ml en tampon carbonate 0,1 M à pH 9,6. Elles ont été incubées 1 h à 37 °C puis une nuit à 4 °C. Après quatre lavages avec du PBS-Tween 0,1 p. 100, les plaques ont été saturées par dépôt de 200 µl par puits de tampon carbonate pH 9,6 additionné de gélatine à 0,5 p. 100 pendant 1 h à 37 °C. Le liquide a été

éliminé et les sérums témoins (mélange des 10 positifs et mélange des 15 négatifs) et les sérums à tester dilués au 1/300 dans du PBST ont été déposés dans trois puits, à raison de 100 µl par puits, puis incubés 1 h à 37 °C.

Après trois lavages en PBS-Tween 0,1 p. 100, le conjugué anti-bovin IgG (H+L) a été déposé à raison de 100 µl par puits et incubé 1 h à 37 °C. Après trois lavages en PBS-Tween 0,1 p. 100, puis deux lavages en PBS, la révélation a été obtenue par une solution de 2,2'-azino-bis-3-éthylbenzthiazoline-6-sulfonic acide (Sigma, St Louis, USA), en présence d'eau oxygénée et en tampon citrate pH 4 (100 µl par puits). Après 1 h d'incubation à 37 °C, l'intensité de la réaction colorée a été mesurée au spectrophotomètre (Diagnostic Pasteur, LP 400) à 405 nm.

La valeur relative de chaque sérum à tester (X) a été exprimée en pourcentage par rapport aux sérums standards positifs (mélange des 10 positifs) et négatifs (mélange des 15 négatifs) :

$$X (\text{DO } \%) = \frac{\text{DO sérum à tester} - \text{DO témoin négatif}}{\text{DO témoin positif} - \text{DO témoin négatif}} \times 100$$

Validation du test Elisa

Au cours d'une enquête mensuelle sur une durée totale de deux années, 176 bovins abattus à l'abattoir de Rosso (basse vallée du fleuve Sénégal où la fasciolose à *Fasciola gigantica* est endémique) ont été examinés. Pour chaque bovin, le sexe, l'âge et la race ont été notés. Une prise de sang et un prélèvement de matières fécales ont été réalisés avant l'abattage. A l'autopsie, les grandes douves adultes ont été recherchées dans les canaux biliaires, les paramphistomes adultes dans le rumen et les schistosomes dans les veines mésentériques. Les résultats de l'analyse sérologique ont été comparés aux résultats de la recherche directe des parasites.

Etude épidémiologique de la fasciolose par la technique Elisa

Suivi d'une cohorte de veaux

Pour mieux préciser la période d'infestation des bovins dans la basse vallée du fleuve Sénégal, 10 veaux âgés de 15 à 45 jours ont été identifiés par des boucles à l'oreille au mois de mars 1995 dans le village de Tounguène situé sur un bras du fleuve Sénégal. Les éleveurs de cette zone maintenaient leurs veaux dans des enclos près du village jusqu'à l'âge de trois mois. Durant toute cette période, ils n'étaient donc pas soumis au risque de contamination par *F. gigantica*. En revanche, à partir de trois mois, ils suivaient leur mère au pâturage et fréquentaient alors les sites de transmission. Tous les deux mois, pendant deux ans, des prélèvements de fèces et de sang ont été effectués sur ces veaux. Un examen coproscopique quantitatif par sédimentation (16) de deux grammes de matières fécales et contre coloration au bleu de méthylène a été pratiqué sur chacun des veaux pendant la période de l'étude. Les œufs jaunes de *Fasciola gigantica* ont été facilement repérés à la loupe binoculaire (x 50) sur le fond bleu. Ils se sont distingués facilement des œufs blancs de paramphistomes.

Enquête transversale dans des troupeaux bovins de la basse vallée du fleuve Sénégal

Cette enquête a été réalisée au mois de juillet 1998 dans 15 élevages de la basse vallée du fleuve Sénégal répartis en amont du barrage de Diama à Leksaiba (Podor) afin de connaître la prévalence de la fasciolose dans cette région (figure 1). La taille moyenne des troupeaux a été de 40 têtes. Le nombre d'animaux prélevés a varié de 21 à 48 selon la bonne volonté du propriétaire. Les animaux ont été répartis en nombre équivalent en trois classes d'âge (< 2 ans, 2-3 ans, > 3 ans). Sur chaque animal

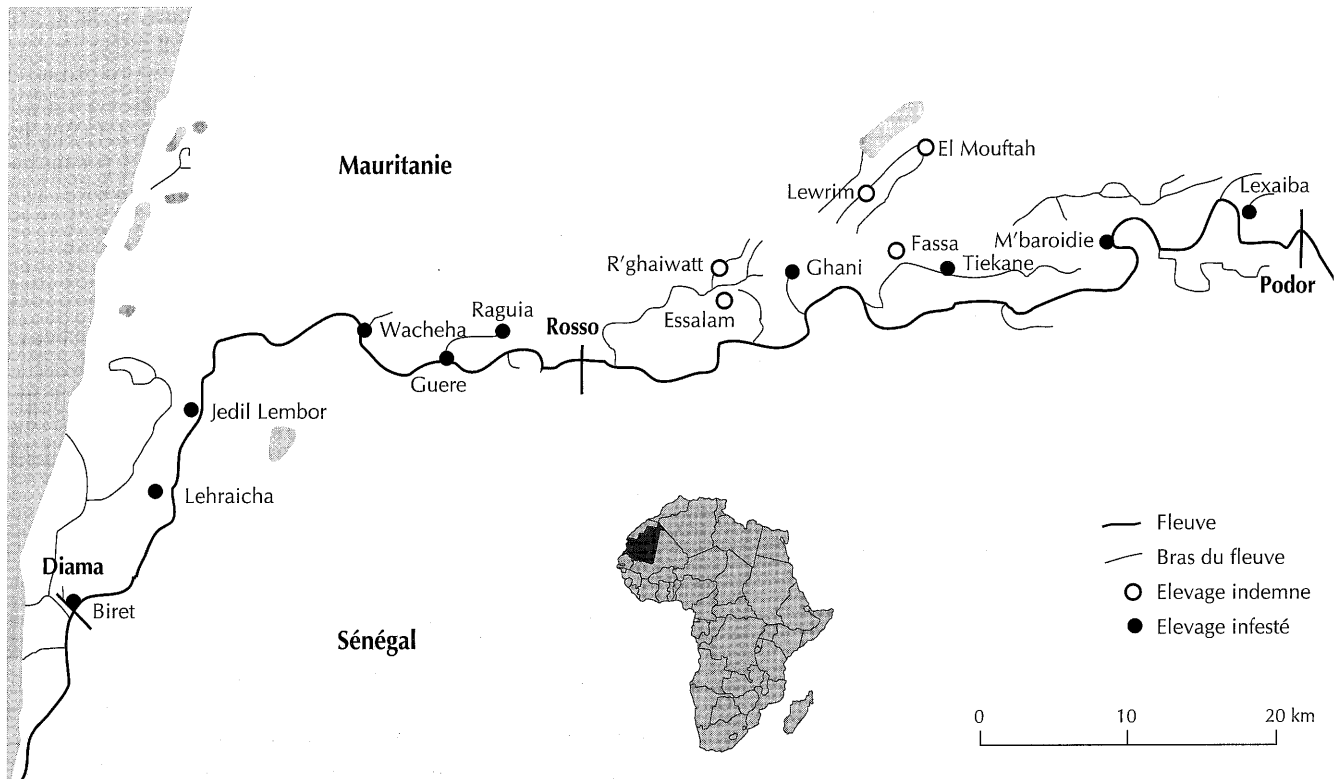


Figure 1 : répartition géographique des élevages bovins de l'enquête sérologique transversale de juillet 1998.

un prélèvement de fèces et une prise de sang ont été réalisés. Au total 479 prélèvements ont été effectués. Les examens coproscopiques réalisés ont été identiques à ceux effectués sur les veaux.

■ RESULTATS

Détermination du seuil de positivité

Le seuil de positivité a été fixé à la moyenne des densités optiques des sérums négatifs plus trois fois l'écart-type des DO de ces sérums, soit une valeur de 0,181. Cette valeur de densité optique correspondait à 25 p. 100 de la densité optique du mélange de sérums positifs. Le seuil de positivité a donc été fixé à 25 p. 100 de la valeur de DO du mélange de sérums positifs.

Correspondance entre résultats d'autopsie et analyse sérologique par Elisa

La comparaison des résultats de recherche directe des douves adultes dans les foies des animaux abattus à l'abattoir de Rosso et ceux de l'analyse sérologique par Elisa est présentée dans le tableau I. Le test Elisa a permis de détecter 39 des 40 animaux présentant des douves adultes à l'abattage, soit une sensibilité de 97,5 p. 100. En outre, le test Elisa a permis de détecter 24 autres animaux positifs alors qu'ils ne présentaient pas de douves adultes à l'observation macroscopique. Sur l'ensemble de la période étudiée, le test du Chi-2 a montré que les deux tests n'étaient pas équivalents ($P < 0,001$). La plus grande partie des cas de discordance entre le test Elisa et la recherche de douves adultes dans le foie (22 cas sur 24) s'est située entre mars et août. Les deux tests ont été équivalents entre septembre et février, discordants ($P < 0,001$) entre mars et août.

D'autre part, il y a eu très peu de réactions croisées avec les autres espèces de trématodes. En effet, la plupart des animaux infestés par *Schistosoma bovis* ou par les paramphistomes (infestations uniques ou mixtes), soit 55 cas sur 59, ont présenté des titres en anticorps

Tableau I

Correspondance entre les résultats d'autopsie et l'analyse sérologique par Elisa chez les animaux abattus à Rosso au cours de la période février 1995 – mars 1997

	Nb. d'animaux	Présence de douves		Elisa	
		+	%	+	%
Fév. 95	7	0	0	0	0
Mars 95	8	0	0	1	13
Avr. 95	14	1	7	4	29
Mai 95	11	1	9	3	27
Juin 95	6	1	17	1	17
Juil. 95	6	1	17	2	33
Sept. 95	13	4	31	4	31
Oct. 95	6	1	17	1	17
Nov. 95	7	1	14	3	43
Déc. 95	6	2	33	2	33
Jan. 96	7	2	29	2	29
Fév. 96	7	2	29	1	14
Mars 96	13	4	31	4	31
Avr. 96	14	4	29	9	64
Juil. 96	8	3	38	7	88
Août 96	5	3	60	5	100
Oct. 96	9	3	33	3	33
Déc. 96	5	1	20	1	20
Fév. 97	5	1	20	1	20
Mars 97	19	5	26	9	47

% : taux d'infestations obtenus par la coproscopie et par l'Elisa

+ : animal positif à l'examen coproscopique ou par l'Elisa

anti-PESFg très faibles, de 2 à 17 p. 100. Quatre cas seulement (une infestation unique par *S. bovis*, une infestation unique par les paramphistomes et une infestation double *S. bovis* et paramphistomes) ont donné des titres d'anticorps élevés en juillet-août.

Applications sur le terrain

Incidence de l'infestation par *F. gigantica* chez les veaux exposés à l'infestation naturelle

Les résultats obtenus chez les 10 veaux identifiés et suivis régulièrement pendant deux ans ont montré l'infestation de deux veaux au cours de la première année et de deux autres au cours de la deuxième année comme cela a été observé par la coproscopie et l'analyse sérologique par le test Elisa (figures 2 et 3). La séroconversion est intervenue plus précocement (juillet ou août) que l'apparition d'œufs de *F. gigantica* dans les selles (septembre à décembre). Ce résultat a été retrouvé pour les veaux 2 et 4 (première année) et 3 et 8 (deuxième année). Les veaux infestés ont conservé des titres en anticorps élevés tout au long de la période de

suivi. Le veau 3 a présenté des anticorps maternels décelables par le test Elisa à l'âge de 20 jours ; ces anticorps ont disparu à l'âge de deux mois. Il est donc souhaitable de réaliser le test Elisa sur des animaux de plus de deux mois. D'autre part, aucune réaction croisée n'a été remarquée avec les paramphistomes. En effet, les veaux présentant uniquement des infestations par les paramphistomes (veaux 6 et 9) ont conservé des titres anticorps anti-*F. gigantica* très faibles.

Enquête transversale dans des troupeaux bovins de la basse vallée du fleuve Sénégal

Les résultats coproscopiques et sérologiques de l'enquête réalisée en juillet 1998 (tableau II) ont montré l'importance de la fasciolose au niveau de la région du Trarza. La technique Elisa et la coproscopie ont mis en évidence la fasciolose dans les mêmes élevages (10 troupeaux sur 15). La séroprévalence (16,5 p. 100) a été plus importante que la prévalence établie par la coproscopie (9,4 p. 100).

DISCUSSION

Le test Elisa développé dans ce travail a utilisé des antigènes d'excrétion-sécrétion de douves adultes. Ce type d'antigènes a été largement utilisé pour développer des tests de dépistage sérologique de la fasciolose à *Fasciola hepatica* (3, 5, 18, 19) dont la sensibilité s'est révélée plus importante que la mise en évidence des œufs du parasite dans les matières fécales. Ils peuvent être utilisés bruts, sans étape de purification biochimique. La recherche de communautés antigéniques entre les produits d'excrétion-sécrétion de *F. hepatica* et d'autres parasites de bovins (nématodes, cestodes, agents de myiases, d'autres trématodes comme la petite douve ou les paramphistomes) s'est révélée négative (3). Toutefois, certaines réactions croisées avec *Schistosoma mansoni*, agent de la bilharziose intestinale humaine, ont été signalées (15). Une approche similaire, à partir des produits d'excrétion-sécrétion

■ PATHOLOGIE PARASITAIRE

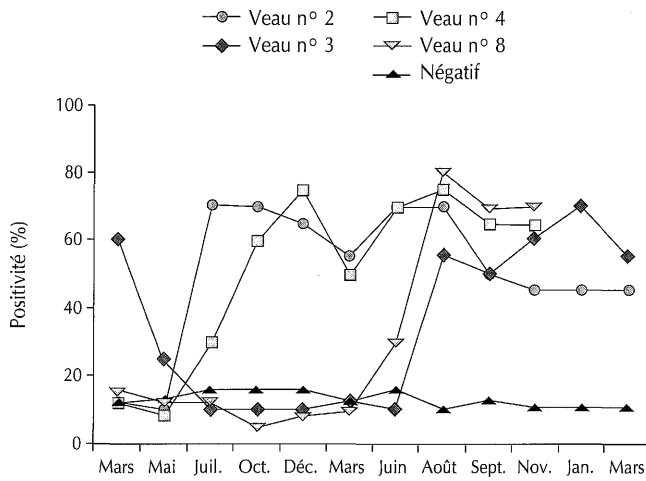


Figure 2 : cinétique d'apparition des anticorps anti-*Fasciola gigantica* chez les veaux infestés naturellement (seuil de positivité 25 p. 100).

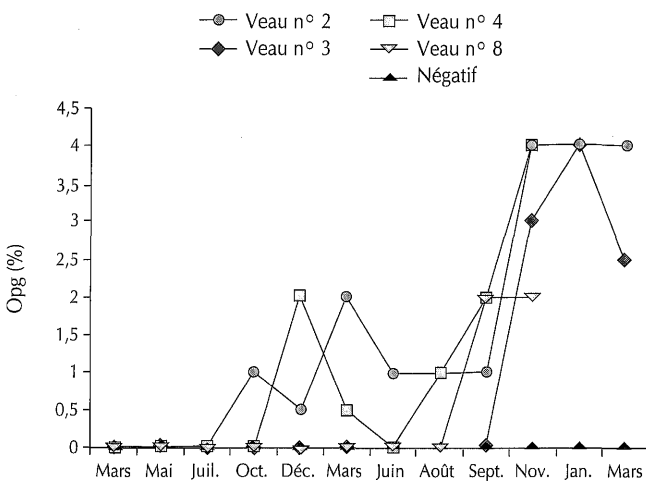


Figure 3 : cinétique d'apparition des œufs de *Fasciola gigantica* dans les matières fécales des veaux infestés naturellement (Opg = œufs par gramme de matières fécales).

Tableau II

Prévalences de la fasciolose à *Fasciola gigantica* établies par sérologie Elisa et coproscopie dans 15 élevages de la basse vallée du fleuve Sénégal (juillet 1998)

Localité	Nb. d'animaux	Coproscopie		Elisa	
		Positifs	%	Positifs	% de positifs
Biret	35	4	11	6	17
Lehraicha	36	6	17	7	19
Jedil Lembor	27	4	15	7	26
Wacheha	43	9	21	13	30
Guere	31	7	19	9	29
Raguia	21	2	9	3	14
R'ghaiwatt	48	0	0	0	0
Essalam	33	0	0	0	0
Ghani	32	3	9	7	13
Fassa	45	0	0	6	33
Tiekane	39	5	13	9	23
M'baroidie	28	2	7	7	23
Lexaiba	27	3	15	5	19
Lewrim	34	0	0	0	0
El Mouftah	44	0	0	0	0

des douves adultes, a été menée pour le sérodiagnostic de la fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* (9). L'existence de communautés antigéniques entre *F. gigantica*, *Dicrocoelium hospes* et *Schistosoma bovis* (10) a cependant motivé la purification et la caractérisation d'une cystéine protéase immunogène dans les produits d'excrétion-sécrétion de *F. gigantica* adultes (11), utilisée ensuite en Elisa (12). Dans la présente étude à l'abattoir de Rosso, un très faible nombre d'animaux infestés par *S. bovis* ou par des paramphistomes (*Carmyerius exoporus* et *Calicophoron microbathrium*) ont présenté des pourcentages d'anticorps anti-*F. gigantica* élevés (4 bovins sur 59). La présence de *Dicrocoelium hospes* n'a pas pu être mise en évidence dans la présente étude. De plus, des veaux qui ont été contaminés au cours de leurs deux premières années par des paramphistomes seulement n'ont pas développé de réponse anticorps anti-*F. gigantica* décelable. Tous ces éléments indiquent que les réactions croisées ont dû être très limitées.

Un seul animal présentant des douves à l'autopsie n'a pas présenté de réponse anticorps décelable par le test Elisa. Ce phénomène a déjà été signalé par certains auteurs (2) et pourrait être expliqué par une diminution de la stimulation du système immunitaire de l'hôte lorsque les douves sont installées dans les canaux biliaires (14). Pour tous les autres bovins présentant des douves adultes à l'autopsie, le test Elisa a été positif même si aucune corrélation entre l'intensité de la réponse anticorps et le nombre de douves adultes récoltées n'a pu être mise en évidence.

Chez quatre veaux suivis dans la localité de Toungouène, la présence d'anticorps a été observée deux à quatre mois avant la mise en évidence des œufs de douves dans les matières fécales. Des résultats comparables ont été obtenus par Diaw et coll. (6) chez deux agneaux infestés expérimentalement par *F. gigantica*. Ils sont aussi en accord avec les travaux réalisés expérimentalement chez les bovins et les ovins infestés expérimentalement par *F. hepatica* (3, 8, 20). Le test Elisa permet donc une détection plus précoce de l'infestation que l'examen coproscopique en raison de la longueur de la période prépatente de cette parasitose (10 à 12 semaines). De même, à l'abattoir, il est possible de ne pas détecter une infestation par des douves immatures dans le parenchyme hépatique des bovins. Dans ce cas, il y a discordance entre le résultat sérologique et l'examen nécropsique. Cette détection précoce de l'infestation par la technique Elisa pourrait être à l'origine des différences des taux d'infestation obtenus par les deux méthodes chez les animaux abattus. Les différences entre les deux tests dépendent étroitement de la saison de réalisation des prélèvements. Ainsi, les deux tests ont été équivalents entre septembre et février et très discordants (plus de cas positifs en Elisa qu'à l'examen nécropsique) entre mars et août. Or, dans une enquête épidémiologique sur les mollusques hôtes intermédiaires de trématodes dans la basse vallée du fleuve Sénégal, les auteurs ont observé que les densités maximales de mollusques et la libération de cercaires de *F. gigantica* par ces mollusques se situaient entre mars et juillet (résultats non publiés). La contamination des animaux se faisant uniquement à cette période de l'année, il est donc vraisemblable que les résultats positifs en Elisa sans douves adultes dans les canaux biliaires reflétaient des cas de contaminations récentes. Cette période de contamination pendant les mois de mars à juillet est corroborée par les périodes de séroconversion des veaux de Toungouène (juillet ou août).

L'enquête transversale sur 15 troupeaux bovins de la basse vallée du fleuve Sénégal a permis de confirmer la présence de cette parasitose dans cette zone d'élevage bovin du Sud mauritanien. Toutefois, on peut noter certaines différences selon la zone étudiée : les troupeaux situés entre le barrage de Diama et la ville de Rosso ont tous été infestés par *F. gigantica*. C'était également la zone où les populations de *Limnaea natalensis* étaient les plus abondantes.

En revanche, autour du lac de R'kiz, les populations de cette limnée étaient beaucoup plus limitées, ce qui pouvait expliquer l'absence de contamination chez les troupeaux qui y vivaient (troupeaux numéros 7, 8, 10, 14 et 15). La technique Elisa a permis aussi la détection des anticorps maternels chez les jeunes veaux. Ces anticorps disparaissent rapidement et ne confèrent pas au veau une immunité contre la fasciolose.

■ CONCLUSION

Le test Elisa utilisant des antigènes d'excrétion-sécrétion de *F. gigantica* a permis d'identifier les animaux infestés naturellement et n'a présenté que très peu de réactions croisées avec les autres espèces de trématodes. La détection de l'infestation a été beaucoup plus précoce par cette méthode que par la coproscopie, ce qui explique la discordance entre les deux tests pendant la période de contamination des animaux.

La comparaison des résultats obtenus par les deux techniques indique que, dans le contexte épidémiologique de la basse vallée du fleuve Sénégal, la technique Elisa est la méthode de diagnostic de choix pour les prélèvements réalisés durant la période mars à juillet. En revanche, les deux tests sont équivalents entre septembre et février.

BIBLIOGRAPHIE

1. BLANCOU J., BOUCHET A., DAYNES P., 1971. Etude sur l'allergie, les anticorps précipitants et les anticorps fixant le complément au cours de l'infestation des bovins par *Fasciola gigantica*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 373-379.
2. BOULARD C., BOUVRY M., ARGENTE G., 1985. Comparaison de la détection des foyers de fasciolose par test Elisa sur lactosérum et par coproscopie. *Ann. Rech. vét.*, **16** : 363-368.
3. BOULARD C., REGNAULT A., 1989. L'immunodiagnostic de la fasciolose bovine par méthode Elisa. *Bull. Groupe Rech. vét.*, **1B** : 59-68.
4. BURDEN D.J., HAMMET N.C., 1978. Microplate enzyme-linked immunosorbent assay for antibody to *Fasciola hepatica* in cattle. *Vet. Rec.*, **103**: 158-161.
5. CHAUVIN A., MOREAU E., BOULARD C., 1997. Diagnostic de la fasciolose bovine par sérologie de mélange. Interprétation en conditions de terrain. *Vet. Res.*, **28**: 37-43.
6. DIAW O.T., SEYE M.M., SEYE M., SARR Y., VASSILIADES G., 1994. L'immunodiagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* par la technique Elisa au Sénégal. Observations préliminaires chez deux agneaux. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 291-294.
7. DIAW O.T., VASSILIADES G., THIONGANE Y., SEYE M., SARR Y., DIOUF A., 1998. Extension des trématodoses après la construction des barrages dans le bassin du fleuve Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 113-120.
8. DOY T.G., HUGHES D.L., 1984. Early migration of immature *Fasciola hepatica* and associated liver pathology in cattle. *Res. vet. Sci.*, **37**: 219-222.
9. FAGBEMI B.O., OBARISIAGBON I.O. 1990. Comparative evaluation of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for diagnosis of *Fasciola gigantica* infection in cattle. *Vet. Q.*, **12**: 35-38.
10. FAGBEMI B.O., OBARISIAGBON I.O., 1991. Common antigen of *Fasciola gigantica*, *Dicrocoelium hospes* and *Schistosoma bovis* and their relevance to serology. *Vet. Q.*, **13**: 81-87.
11. FAGBEMI B.O., HILLYER G.V., 1992. The purification and characterization of a cysteine protease of *Fasciola gigantica* adult worms. *Vet. Parasitol.*, **43**: 223-232.
12. FAGBEMI B.O., GUOBADIA E.E., 1995. Immunodiagnosis of fasciolosis in ruminants using a 28-kDa cysteine protease of *Fasciola gigantica* adult worms. *Vet. Parasitol.*, **57**: 309-318.

13. HANNA R.E.B., JURA W., 1977. Antibody response of calves to a single infection of *Fasciola gigantica* determined by an indirect fluorescent antibody technique. *Res. vet. Sci.*, **22**: 339-342.
14. HANNA E.R., HUGUES D.L., TAYLOR S.M., 1982. *Fasciola hepatica*: antibody levels in sheep serum before and after treatment with anthelmintic. *Res. vet. Sci.*, **33**: 328-332.
15. HILLYER G.V., SOLER DE GALANES M., 1988. Identification of a 17-kilodalton *Fasciola hepatica* immunodiagnosis antigen by the enzyme-linked immunoelectrotransfer blot technique. *J. clin. Microbiol.*, **26**: 2048-2053.
16. MALONE J.B., 1981. Manual of laboratory technique standard operating procedure. Baton Rouge, LA, USA, Louisiana State University, 29 p.
17. OLDHAM G., 1983. Antibodies to *Fasciola hepatica* antigens during experimental infections in cattle measured by ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay. *Vet. Parasitol.*, **13**: 151-158.
18. PFISTER K., DAVEAU C., AMBROISE-THOMAS P., 1984. Partial purification of somatic and excretory-secretory products of adult *Fasciola hepatica* and their application for the serodiagnosis of experimental and natural fascioliasis using an ELISA. *Res. vet. Sci.*, **37**: 39-43.
19. RIVERA MARRERO C.A., SANTIAGO N., HILLYER G.V., 1988. Evaluation of immunodiagnostic antigens in the excretory-secretory products of *Fasciola hepatica*. *J. Parasitol.*, **74**: 646-652.
20. SANTIAGO DE WEIL N., HILLYER G., 1988. Antibody profiles by EITB and ELISA of cattle and sheep infected with *Fasciola hepatica*. *J. Parasitol.*, **74**: 810-818.

Reçu le 23.01.2003, accepté le 29.03.2004

Summary

Bent Mohamed A., Cheikh D., Thiam E., Jacquet P. ELISA for Serological Diagnosis of Cattle Fasciolosis due to *Fasciola gigantica* in Mauritania

Since erecting Diama and Manantali dams, an increase in cattle trematodosis and specially fasciolosis due to *Fasciola gigantica* was observed in the lower valley of the Senegal River. A serological screen test by ELISA was developed using as antigen the excretory-secretory products of adult liver flukes. The results obtained by ELISA were compared to those obtained by direct examination of the bile ducts of 176 cattle slaughtered in the lower valley of the river. Of the 40 cattle harboring adult liver flukes, 39 were positive by ELISA. In addition, 24 cattle had high antibody titers without having adult flukes in their bile ducts. Twenty-two of the 24 cattle were slaughtered between March and July, period of contamination of the animals, suggesting that the discrepancy between direct examination and ELISA could come from an earlier detection of the infection by ELISA. Most of the animals harboring single infections with other trematodes (*Schistosoma bovis* or Paramphistomidae) had no anti-*F. gigantica* antibodies. A serological and coprological survey of selected calves exposed to natural infection near the Senegal River confirmed that the infection period occurs between March and July. Moreover, a cross survey of 15 cattle herds in the lower valley of the river showed that two thirds of these herds were infected, with serological prevalences varying from 13 to 33%.

Key words: Cattle – *Fasciola gigantica* – ELISA – Disease survey – Epidemiology – Senegal River – Mauritania.

Resumen

Bent Mohamed A., Cheikh D., Thiam E., Jacquet P. Diagnóstico serológico de la fasciola bovina por *Fasciola gigantica* mediante ELISA en Mauritania

Desde el llenado de las represas de Diama y de Manantali, en el río Senegal, los tremátodos del ganado, entre los cuales la fasciolosis por *Fasciola gigantica*, han aumentado en forma importante. Se desarrolló un test de rastreo serológico mediante ELISA, utilizando como antígenos los productos de excreción-secreción de las duelas adultas. Los resultados de este test se compararon con la búsqueda directa de las duelas adultas en los canales biliares de 176 bovinos sacrificados en el valle bajo del río. Entre los 40 bovinos portadores de duelas adultas, 39 fueron positivos para el ELISA. Por otro lado, 24 bovinos presentaron títulos de anticuerpos elevados sin presencia de duelas adultas en los canales biliares. En 22 de estos 24 animales, el sacrificio se realizó entre marzo y julio, periodo durante el cual los bovinos se infestan, sugiriendo que lo esencial de la discordancia entre el diagnóstico por ELISA y la búsqueda de duelas adultas provino de un rastreo precoz de la infestación mediante el método ELISA. La mayoría de los animales que presentaron una infestación mono específica por otros tremátodos (*Schistosoma bovis* o paramphistomos) no presentaron anticuerpos anti *F. gigantica*. El seguimiento serológico y coprológico de una cohorte de terneros expuestos a la infestación natural a proximidad del río Senegal permitió la confirmación de que el periodo de infestación se da entre marzo y julio. Aún más, un estudio transversal sobre 15 hatos de bovinos en el valle bajo del río permitió demostrar que dos tercios de estos hatos se encuentran infestados, con prevalencias serológicas que varían de 13 a 33%.

Palabras clave: Ganado bovino – *Fasciola gigantica* – ELISA – Encuesta sanitaria – Epidemiología – Río Senegal – Mauritania.

Evaluation de la persistance des anticorps détectés par Elisa-indirect *Trypanosoma vivax* après traitement trypanocide chez des bovins naturellement infectés

M. Desquesnes^{1,2*} Z. Bengaly² M.L. Dia²

Mots-clés

Bovin – *Trypanosoma vivax* – Test Elisa – Epidémiologie – Burkina Faso.

Résumé

La connaissance de l'incidence et de la prévalence des infections est essentielle dans les études épidémiologiques des trypanosomoses chez le bétail. Ces études reposent sur des techniques de diagnostic directes et indirectes. Les examens parasitologiques ont une très faible sensibilité. La détection par PCR a une meilleure sensibilité, mais ne permet pas la détection de la plupart des infections chroniques. La détection des anticorps dirigés contre les trypanosomes par Elisa-indirect est l'outil le plus adapté pour évaluer l'importance des trypanosomoses dans les populations bovines. Toutefois, la détection des anticorps chez les bovins ne signifiant pas que les animaux sont activement infectés, la connaissance de la persistance des anticorps après traitement curatif ou élimination naturelle des parasites est essentielle pour l'interprétation des résultats. La persistance des anticorps anti-*Trypanosoma vivax* a été évaluée par Elisa-indirect chez 32 bovins métis (zébu x Baoulé) naturellement infectés par *Trypanosoma vivax*, après traitement à l'acéturate de diminazène (7 mg/kg par voie intramusculaire). Avec une séroprévalence initiale de 100 p. 100, la chute des anticorps a été sensible trois mois plus tard, pour atteindre une séroprévalence de 3 p. 100 cinq mois après le traitement. Les cas positifs persistants étaient dus à la persistance de l'infection ou la réinfection de deux animaux pendant le suivi (animaux éliminés de la cohorte) et un cas non expliqué. La séroprévalence a décru plus rapidement chez les jeunes. Il est suggéré que la séroprévalence en Elisa-indirect *Trypanosoma vivax* quatre à cinq mois après un traitement curatif indique la prévalence des infections actives.

■ INTRODUCTION

La connaissance de l'incidence et de la prévalence des infections est essentielle dans les études épidémiologiques des trypanosomoses chez le bétail. Ces études reposent sur des techniques de diagnostic directes et indirectes. Les examens parasitologiques ont une très faible sensibilité. La détection par PCR a une meilleure sensibilité, mais les examens restent le plus souvent négatifs pendant les phases chroniques des infections (1). La détection des anticorps dirigés contre les trypanosomes est l'outil le plus adapté pour évaluer l'importance des trypanosomoses dans les populations bovines. La méthode Elisa-indirect est la plus fiable et

1. Cirad-emvt, TA30/B, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

2. CirDES, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso
Fax : +226 97 23 20

*Auteur pour la correspondance
E-mail : m.desquesnes@fasonet.bf

la mieux adaptée aux études de grande envergure. Plusieurs méthodologies de standardisation ont été développées pour apporter à l'Elisa-indirect des paramètres de reproductibilité, de sensibilité et de spécificité satisfaisants (2, 6, 13). Toutefois, la détection des anticorps anti-trypanosomes chez un animal ne signifie pas que ce dernier est porteur de parasites, puisque les anticorps peuvent persister après un traitement curatif ou une guérison spontanée pendant une durée variable selon les auteurs, les techniques utilisées et certaines caractéristiques propres à l'hôte, en particulier l'âge des sujets (8). La connaissance de la durée de persistance des anticorps est donc d'un grand intérêt pour permettre l'interprétation des résultats d'enquêtes sérologiques (3). Afin de déterminer la durée de persistance des anticorps dirigés contre les antigènes solubles de *Trypanosoma vivax*, un lot de bovins métis de tous âges, naturellement infectés par *T. vivax* et positifs en Elisa-indirect *T. vivax* a été traité à l'acéturate de diminazène et suivi régulièrement jusqu'à ce que la majorité des animaux soit devenus négatifs.

■ MATERIEL ET METHODES

Les examens sérologiques ont été effectués dans trois systèmes Elisa-indirect à l'aide des antigènes solubles de *T. vivax* (Zaria 81/Y486/699) (9), *T. brucei* (MI-Tat1.2, lysat de trypanosomes aimablement fourni par J. Katende) (4) et *T. congolense* type savane (IL1392) (9), et d'un conjugué commercial dirigé contre les immunoglobulines G de bovins (A5295, Sigma®), selon un protocole précédemment décrit (7). Les résultats des Elisa sont exprimés en pourcentage de positivité (PP) par rapport à des échantillons de référence positifs et négatifs. Le seuil de positivité du test établi dans une étude antérieure est de 20 p. 100 (7).

Afin d'éviter l'interférence des autres espèces de trypanosomes (*T. congolense*, *T. brucei*), l'étude a été menée dans un secteur de très faible pression glossinienne, dans lequel la majorité des infections du bétail sont dues à *T. vivax*. La région de Lahirasso, Burkina Faso, a été retenue à la suite d'enquêtes préliminaires portant sur la présence et l'abondance des vecteurs (glossines et tabanides), et sur l'identification des espèces de trypanosomes rencontrés chez le bétail (Rayassé et coll., résultats non publiés). Deux troupeaux ont été suivis entre décembre 1999 et avril 2000 (saison sèche), dans lesquels les séroprévalences en Elisa-indirect *T. congolense* et Elisa-indirect *T. brucei* étaient inférieures à 7 p. 100.

Trente-cinq bovins métis (zébu, *Bos indicus* x Baoulés, *Bos taurus*) trouvés positifs en Elisa-indirect *T. vivax*, et négatifs en Elisa-indirect *T. brucei* et Elisa-indirect *T. congolense*, d'un âge compris entre six mois et 14 ans, ont été identifiés par une boucle auriculaire. Un traitement à l'acéturate de diminazène (Veriben®, Ceva), à la dose de 7 mg/kg en intramusculaire, a été appliqué à l'ensemble des animaux. Des prélèvements sanguins réguliers ont été réalisés à la jugulaire sur 32 de ces animaux, à l'aide de tubes sous vide héparinés, avec une fréquence mensuelle à compter du deuxième mois suivant le traitement. Les examens parasitologiques ont été réalisés sur ces échantillons par observation du *buffy coat* en microscopie à contraste de phase (x 400) (11) et les examens sérologiques en Elisa-indirect *T. vivax*, comme indiqué précédemment.

Les animaux trouvés porteurs de trypanosomes au cours du suivi ont été considérés comme présentant une résurgence d'infection ou ayant été réinfectés ; chez eux la persistance des anticorps ne pouvait être mesurée ; ils ont été éliminés de la cohorte pour l'établissement de la séroprévalence à chaque passage. L'évolution des PP en Elisa-indirect *T. vivax* a été décrite individuellement et calculée en moyenne pour chaque classe d'âge. Pour ce faire, les animaux ont été regroupés en quatre classes d'âge comme suit : (C1) de 6 mois à 2 ans, (C2) de 2 à 4 ans, (C3) de 4 à 8 ans et (C4) de 8 à 14 ans.

■ RESULTATS

L'enquête préliminaire, réalisée dans deux élevages où 66 et 86 bovins de tous âges ont été prélevés, a révélé des prévalences sérologiques de 24 et 31 p. 100 en Elisa-indirect *T. vivax*, 6 et 3,5 p. 100 en Elisa-indirect *T. brucei*, et 1,5 et 5 p. 100 en Elisa-indirect *T. congolense*. Sept animaux ont été trouvés porteurs de *T. vivax* ; aucune autre espèce de trypanosome n'a été détectée pendant toute la durée du suivi. Les PP de tous les animaux ont été supérieurs en Elisa *T. vivax* par rapport aux autres tests. Seuls les animaux dont les résultats sérologiques ont été positifs en Elisa-indirect *T. vivax* et négatifs dans les deux autres systèmes ont été retenus.

Les PP en Elisa-indirect *T. vivax* des 32 animaux présents lors des cinq prélèvements ont été compris entre 25 et 80 p. 100 au début du suivi. La chute des anticorps a été sensible à partir du troisième mois suivant le traitement. Deux animaux ont été trouvés porteurs de *T. vivax* quatre et cinq mois après le traitement, et ont été éliminés de la cohorte pour le calcul de la séroprévalence mensuelle. Chez les trente autres bovins, la prévalence des animaux positifs en Elisa-indirect *T. vivax* est passée de 100 à 3 p. 100, cinq mois après le traitement (figure 1). Un seul animal est resté positif au terme du suivi, avec un PP relativement élevé (63 p. 100) qui suggère qu'il était toujours, ou à nouveau, infecté.

Les 32 animaux de la cohorte comprenaient quatre classes d'âge ayant chacune un effectif de huit bovins. Dans l'ensemble, les PP ont diminué régulièrement pour passer en dessous du seuil de positivité entre trois et cinq mois après le traitement. Trois animaux ont fait exception, dont les deux trouvés porteurs de parasites qui ont présenté une chute régulière des PP jusqu'au quatrième mois, puis un regain brutal au cinquième mois pour retrouver des valeurs proches de celles observées au début du suivi.

L'évolution des PP moyens par classe d'âge dans la cohorte des 30 animaux trouvés non infectés est présentée à la figure 2 ; tous les écarts-types sont compris entre 7 et 11 p. 100. La figure montre une diminution des PP en Elisa-indirect *T. vivax* sensiblement plus rapide dans les classes d'âge 1 et 2. Tous les animaux de moins de deux ans ont été séronégatifs au quatrième mois. La classe 3, dans laquelle la séroprévalence est restée la plus élevée, a été celle contenant l'animal resté positif sans que des parasites aient été observés. Parmi les animaux de moins de quatre ans, 92 p. 100 ont été séronégatifs au quatrième mois contre 78 p. 100 parmi ceux de plus de quatre ans. Le PP moyen de toutes les classes d'âges a été inférieur au seuil de positivité du test dès le quatrième mois (figure 2).

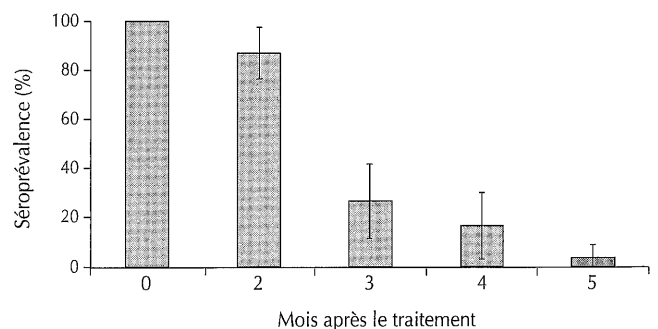


Figure 1 : évolution de la séroprévalence des anticorps détectés par Elisa-indirect *Trypanosoma vivax* chez 30 bovins initialement positifs, après un traitement à l'acéturate de diminazène. Les traits verticaux représentent les écarts-types des valeurs.

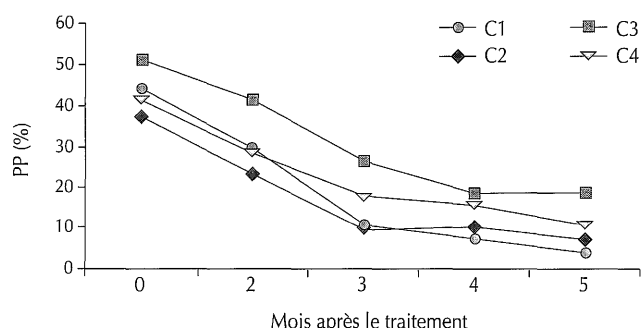


Figure 2 : évolution chez 30 bovins des pourcentages de positivité (PP) moyens par classe d'âge en Elisa-indirect *Trypanosoma vivax* après traitement à l'acéturate de diminazène. C1 = de 6 mois à 2 ans ; C2 = de 2 à 4 ans ; C3 = de 4 à 8 ans ; C4 = de 8 à 14 ans.

DISCUSSION

Les examens parasitologiques réalisés dans les deux troupeaux (portant sur 152 animaux) n'ont révélé que la présence de l'espèce *T. vivax* pendant toute la durée du suivi, confirmant l'absence d'interférence des autres *Trypanosoma* sp. dans le protocole. La cohorte, initialement constituée de 32 animaux, a dû être réduite à 30 à la suite de la détection de *T. vivax* chez deux individus. L'absence de détection du parasite chez le troisième individu pourtant resté positif en Elisa a été probablement due à la sensibilité insuffisante de l'examen parasitologique, car l'évolution du PP chez cet animal a été très proche de celle présentée chez les deux animaux précédents. En particulier, le regain de PP au cinquième mois a semblé indiquer une relance immune due au portage du parasite. A cette exception près, tous les animaux ont donc été séronégatifs cinq mois après le traitement.

L'élimination des anticorps a été plus précoce chez les jeunes animaux, conformément à d'autres études, certains auteurs préconisant l'utilisation d'un seuil de positivité évoluant en fonction de l'âge (8) ; toutefois les gains de spécificité sont toujours préjudiciables à la sensibilité du test. Il n'a pas été observé de persistance particulièrement longue chez les animaux âgés ; c'est la classe d'âge intermédiaire (C3, de quatre à huit ans) qui a présenté la plus forte persistance. Il est possible que la persistance passe par un maximum chez les adultes pour diminuer ensuite chez les animaux plus âgés. Selon que l'on considère ou non le cas particulier de l'animal présentant constamment des PP élevés, respectivement 83 à 86 p. 100 des animaux de la cohorte ont éliminé les anticorps détectables par Elisa-indirect au quatrième mois et 97 à 100 p. 100 les ont éliminés au cinquième mois.

Les résultats obtenus dans cette étude sont très proches de ceux publiés par Desquesnes (6) en Elisa indirect *T. vivax* chez des bovins de Guyane française. Ils sont également très proches de ceux de Bocquentin et coll. (3) en Elisa-indirect *T. congolense* qui ont observé l'élimination des anticorps chez les bovins quatre mois après un traitement curatif ; les protocoles Elisa utilisés dans l'ensemble de ces travaux sont très voisins. La persistance observée est en revanche éloignée de celle décrite par Van den Bossche et coll. en Elisa *T. congolense* (12) qui atteint 13 mois ; toutefois, dans leur étude les échantillons sont préparés à partir de sang total récolté sur papier filtre et non à partir de sérum ou de plasma. Il est possible que le mode de préparation des échantillons, ainsi que les protocoles Elisa différents soient à l'origine de ces variations, mais le nombre (sept), le type d'animaux (Mashona), les conditions d'élevage (alimentation, maladies intercurrentes...) pourraient également en être responsables.

La connaissance de la persistance des anticorps détectés par l'Elisa-indirect *T. vivax* chez les bovins permet d'améliorer l'interprétation des tests sérologiques. En effet, des tests pratiqués plus de quatre mois après un traitement permettent d'estimer la prévalence des animaux étant restés infectés ou ayant été réinfectés depuis ce traitement. Appliquée dans ces conditions, la détection des anticorps dirigés contre les trypanosomes permet des études épidémiologiques plus précises. Néanmoins, le taux de persistance du portage de parasites à la suite du traitement (échec de traitement), le taux de réinfection et le taux d'élimination naturelle de parasites ne peuvent être dissociés. Seule l'incidence apparente peut être appréciée par cette technique.

Les résultats apportés par la présente étude pour l'Elisa-*T. vivax* ainsi que ceux obtenus par Bocquentin et coll. (3) en Elisa *T. congolense* permettent de proposer d'effectuer un prélèvement tous les quatre à cinq mois, assorti d'un traitement à dose curative à l'aide de l'acéturate de diminazène (7 mg/kg) pour réaliser l'étude de l'incidence saisonnière des principales trypanosomoses bovines. Un tel protocole mené sur une année permet de connaître la prévalence des infections à deux ou trois saisons différentes. Ces prévalences saisonnières sont une approche de l'incidence des infections. La séroprévalence obtenue cinq mois après un traitement curatif indique le taux d'animaux étant restés (échec de traitement) ou étant entrés en contact (réinfection) avec le parasite depuis la date de traitement ; elle est une approche optimale du nombre d'animaux activement infectés au moment du prélèvement.

Remerciements

Nous remercions vivement le directeur du Cirde pour son soutien permanent, les techniciens du Cirde pour leur constance sur le terrain, ainsi que les éleveurs de Lahirasso pour nous avoir permis un accès régulier à leurs animaux.

BIBLIOGRAPHIE

- BENGALY Z., KASBARI M., DESQUESNES M., SIDIBE I., 2001. Validation of a polymerase chain reaction assay for monitoring the therapeutic efficacy of diminazene aceturate in trypanosome-infected sheep. *Vet. Parasitol.*, **96**: 101-113.
- BOCQUENTIN R., DUVALLET G., 1990. Amélioration de la reproductivité du test Elisa adapté à la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* chez les bovins. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 179-186.
- BOCQUENTIN R., VERY P., DUVALLET G., 1990. Cinétique des anticorps après traitement trypanocide chez les bovins infectés expérimentalement ou naturellement. Intérêt épidémiologique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 479-483.
- CROSS G.A.M., 1977. Antigenic variation in trypanosomes. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **26**: 240-244.
- DESQUESNES M., 1997. Les trypanosomoses du bétail en Amérique latine, étude spéciale dans le Plateau des Guyanes. Thèse Doct. Parasitologie, université de Lille II, France, 409 p.
- DESQUESNES M., 1997. Standardisation internationale et régionale des épreuves immuno-enzymatiques : méthode, intérêts et limites. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **16** : 809-823.
- DESQUESNES M., BENGALY Z., MILLOGO L., MEME Y., SAKANDE H., 2001. The analysis of the cross-reactions occurring in antibody-Elisa for the detection of trypanosomes can improve identification of the parasite species involved. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **95**: 141-155.
- GREINER M., SHIVARAMA B.T.P., KAKAIRE D., SHARES G., BOHNING D., ZESSIN K., MEHLITZ D., 1997. Impact of biological factors on the interpretation of bovine trypanosomiasis serology. *Prev. vet. Med.*, **30**: 61-73.

9. GUIDOT G., ROELANTS G.E., 1982. Sensibilité de taurins Baoulé et de zébus à *Trypanosoma (Duttonella) vivax* et *T. (Nannomonas) congolense*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 233-244.
10. HOPKINS J.S., CHITAMBO H., MACHILA N., LUCKINS A.G., RAE P.F., VAN DE BOSSCHE P., EISLER M., 1998. Adaptation and validation of antibody-Elisa using dried blood spots on filter paper for epidemiological surveys of tsetse-transmitted trypanosomiasis in cattle. *Prev. vet. Med.*, **37**: 91-99.
11. 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.

12. VAN DEN BOSSCHE P., CHIGOMA D., SHUMBA W., 2000. The decline of anti-trypanosomal antibody levels in cattle after treatment with trypanocidal drugs and in the absence of tsetse challenge. *Acta trop.*, **77**: 263-270.
13. WRIGHT P.F., NILSSON E., VAN R., LELENTA M., JEGGO M.H., 1993. Standardisation and validation of enzyme-linked immunosorbent assay techniques for the detection of antibody in infectious disease diagnosis. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **12**: 435-450.

Reçu le 12.02.2002, accepté le 04.06.2004

Summary

Desquesnes M., Bengaly Z., Dia M.L. Assessment of Persistence of Antibodies Detected by Indirect-Elisa *Trypanosoma vivax* after Trypanocidal Treatment in Cattle Naturally Infected

Determination of infection incidence and prevalence is essential in the epidemiological study of cattle trypanosomoses. These studies are based on direct and indirect diagnostic techniques. Parasitological techniques are of low sensitivity. PCR detection has a better sensitivity, which is not, however, sufficient to detect most chronic infections. Detection by indirect-ELISA of antibodies directed against trypanosomes is the best-adapted tool to assess the magnitude of trypanosome infections in cattle populations. However, the detection of antibodies in cattle does not mean the animals are actively infected; determining antibody persistence after curative treatment or natural self cure are essential in analyzing the results. In the present paper, persistence of anti-trypanosome antibodies was evaluated by indirect-ELISA in 32 crossbred cattle (zebu x Baoule) naturally infected by *Trypanosoma vivax*, after treatment with diminazene aceturate (7 mg/kg i.m.). The initial seroprevalence was 100%; the decline in antibodies started three months later to reach a seroprevalence of 3% five months after treatment. Persistent positive cases were due to the persistence of the infection or to natural reinfection in two animals during the study (they were excluded from the cohort), and to one case unaccounted for. Seroprevalence decreased faster in the young. It is suggested that the seroprevalence by indirect-ELISA against *T. vivax* four or five months after a curative treatment indicates the prevalence of active infections.

Key words: Cattle – *Trypanosoma vivax* – ELISA – Epidemiology – Burkina Faso.

Resumen

Desquesnes M., Bengaly Z., Dia M.L. Evaluación de la persistencia de anticuerpos detectados mediante ELISA indirecto *Trypanosoma vivax* tras tratamiento tripanocida en bovinos infectados naturalmente

El conocimiento de la incidencia y la prevalencia de las infecciones es esencial en los estudios epidemiológicos de las tripanosomosis en el ganado. Estos estudios se basan en técnicas de diagnóstico directas e indirectas. Los análisis parasitológicos tienen una sensibilidad muy baja. La detección por PCR tiene mejor sensibilidad, pero no permite la detección de la mayoría de las infecciones crónicas. La detección de los anticuerpos dirigidos contra los tripanosomas mediante ELISA indirecto es la herramienta más adaptada para evaluar la importancia de los tripanosomas en las poblaciones bovinas. No obstante, y como la detección de los anticuerpos en los bovinos no significa que los animales estén activamente infectados, el conocimiento de la persistencia de los anticuerpos tras tratamiento curativo o eliminación natural de los parásitos es esencial para la interpretación de los resultados. Se evaluó, mediante ELISA indirecto, la persistencia de los anticuerpos anti-*trypanosoma vivax* en 32 bovinos cruzados (cebu x Baoulé) infectados naturalmente por *Trypanosoma vivax*, tras tratamiento con aceturato de diminazeno (7 mg/kg por vía intramuscular). Con una seroprevalencia inicial de 100%, la caída de los anticuerpos fue sensible tres meses más tarde, obteniendo una seroprevalencia del 3% cinco meses después del tratamiento. Los casos positivos persistentes se debían a la persistencia de la infección o la reinfección de dos animales durante el seguimiento (animales eliminado de la cohorte) y a un caso no explicado. La seroprevalencia disminuyó más rápidamente en los jóvenes. Se sugiere que la seroprevalencia en ELISA indirecto *Trypanosoma vivax* cuatro a cinco meses después de un tratamiento curativo revela una prevalencia de infecciones activas.

Palabras clave: Ganado bovino – *Trypanosoma vivax* – ELISA – Epidemiología – Burkina Faso.

Serosurvey on Toxoplasmosis in Outdoor Pig Production Systems of the Southern Region of Brazil

R.A.M.S. Silva^{1*} C. Bonassi²
O.A. Dalla Costa³ N. Morés³

Key words

Swine – *Toxoplasma gondii* – Animal husbandry method – Brazil.

Summary

Pigs out to pasture on a large scale is a fairly new occurrence in Brazil, but it represents an area of growing interest. Antibodies to *Toxoplasma gondii* were found in 86.08% of 115 pigs. According to the modified agglutination test, the following antibody titers were found: 1:50 (3.47%), 1:100 (6.08%), 1:200 (9.56%), 1:400 (6.95%), 1:800 (6.95%), 1:1600 (6.95%) and 1:3200 (55.65%). The environment fecal contamination by cats or by consumption of infected rodents is probably the most significant source of toxoplasmosis in outdoor-reared pigs. The economic toxoplasmosis impact of outdoor pig production systems, as well as its public health importance, should be assessed. The present results suggest that toxoplasmosis is common in pigs reared outdoors in the region. Health authorities should increase their monitoring and control activities in order to decrease the risk of toxoplasmic infections, especially among pregnant women. This is the first report on *T. gondii* infection in pigs reared according to the outdoor pig production system in Brazil.

INTRODUCTION

In Brazil, outdoor pig production usually refers to the sow herd pasturing outdoors and to piglets, until these are weaned and moved indoors, according to the traditional systems. Having a large number of sows pasturing outdoors is fairly new in Brazil,

but it has become an area of growing interest. *Toxoplasma gondii* is a protozoan parasite which is currently found in domestic livestock. The determinative host for the parasite is the cat, which shelters *T. gondii* oocysts in its feces. Swine may be directly infected through the ingestion of oocyst-contaminated feed, water, and soil, or by the consumption of infected rodents (4). *T. gondii* infection in food-producing animals is a public health potential problem, because the infection can be transmitted to human beings through the handling and consumption of raw or undercooked meat containing *T. gondii* bradyzoites encysted in muscle tissues (9). Among human beings, clinical toxoplasmosis is mostly developed by immunocompromised individuals and fetuses (6). In this region, prevalence of ocular toxoplasmosis among the population is over 30-time higher than that of previous estimates under the same conditions elsewhere (7).

1. Laboratory of Animal Health, Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro, 1880, CEP: 79320-900 Corumbá, MS, Brazil

2. Universidade do Contestado, Curso de Ciências Biológicas, Parque de Exposições, CEP: 89700-00 Concórdia, SC, Brasil

3. Embrapa Swine and Poultry National Research Centre, BR 153, km 110, Vila Tamandua, CEP 89700-000, Concórdia, SC, Brazil

* Corresponding author

Tel: +55 67 233-2430; e-mail: rsilva@cpap.embrapa.br

■ MATERIALS AND METHODS

Location of farms

The farms were located in the north of Rio Grande do Sul State (Carazinho, Florianio Peixoto, Palmeiras das Missões, São José do Ouro) and in the west of Santa Catarina State (Concórdia, Formosa do Sul, Ipumirim, Quilombo, Saudades), in Brazil (figure 1). In this region, many typical Brazilian species of the Atlantic Forest are to be found, including small wild felines. The state of Santa Catarina has the largest native forest of all the southern Brazilian territory.

Animals

Serum samples were taken from 115 pigs (103 sows and 12 boars) out of 13 outdoor pig production systems from Santa Catarina and Rio Grande do Sul States, and were examined in order to study the cross-reacting antibodies to *T. gondii*, using the modified agglutination test (MAT).

Diagnosis

For blood collection, serum vacutainer tubes were used. Sera were separated as soon as possible into 1-2 ml aliquots and frozen (-20°C) before screening for *T. gondii* antibodies. Sera were transported frozen and analyzed by MAT (3) for antibodies to *T. gondii* at Embrapa Swine and Poultry National Research Centre, Concordia, Santa Catarina State, Brazil, using formalin-fixed whole tachyzoites and 2-mercapthoethanol as previously described (3).

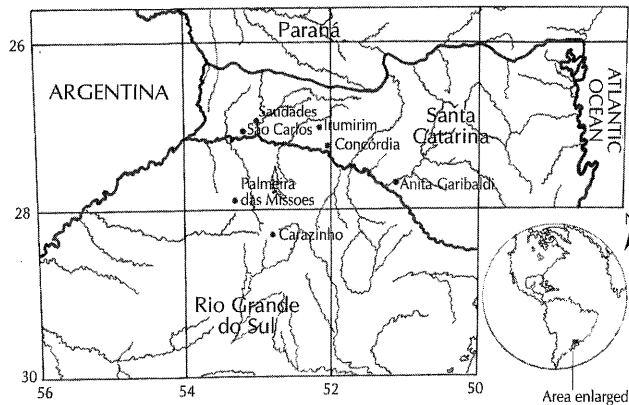


Figure 1: Location of farms in the north of Rio Grande do Sul State (Carazinho, Florianio Peixoto, Palmeiras das Missões, São José do Ouro) and in the west of Santa Catarina State (Concórdia, Formosa do Sul, Ipumirim, Quilombo, Saudades counties), Brazil.

REFERENCES

- ASSADI-RAD A.M., NEW J.C., PATTON S., 1995. Risk factors associated with transmission of *Toxoplasma gondii* to sows kept in different management systems in Tennessee. *Vet. Parasitol.*, **57**: 289-297.
- DAVIES P.R., MORROW W.E., DEEN J., GAMBLE H.R., PATTON S., 1998. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Trichinella spiralis* in finishing swine raised in different production systems in North Carolina, USA. *Prev. vet. Med.*, **36**: 67-77.
- DUBEY J.P., DESMOND G., 1987 Serological responses of equids fed *Toxoplasma gondii* oocysts. *Equine Vet. J.*, **19**: 337-343.
- DUBEY J.P., 1990. Status of toxoplasmosis in pigs in the United States. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **196**: 270-274.
- DUBEY J.P., 1997. Validation of the specificity of the modified agglutination test for toxoplasmosis in pigs. *Vet. Parasitol.*, **71**: 307-310.

The agglutination was made in U-bottom-96-well microtiter plates. A positive control was included in each plate. The control had a titer of 1:200, and two-fold dilutions from 1:25 to 1:3200 were used. The plates were covered with sealing tape and incubated at 37°C overnight. A blue button at the bottom of the well was considered negative and a clear button was read as positive. Sera with unequivocal results at 1:25 dilution were reexamined in 1:10, 1:20 and 1:40 dilutions. Positive controls were included in each test. MAT detected only IgG specific antibodies to *T. gondii* because the mercaptoethanol used in this test destroyed nonspecific IgM antibodies that cross-reacted with *T. gondii* antigen (5). MAT was provided by Dr J.P. Dubey from the Parasite Biology and Epidemiology Laboratory, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, USA.

■ RESULTS AND DISCUSSION

Antibodies to *T. gondii* were found in 86.08% of 115 pigs. The antibody titers were 1:50 (3.47%), 1:100 (6.08%), 1:200 (9.56%), 1:400 (6.95%), 1:800 (6.95%), 1:1600 (6.95%) and 1:3200 (55.65%), according to MAT. According to Assadi-Rad et al. (1), sows kept outdoors were likely to be 23 times more seropositive than sows kept indoors. According to Davies et al. (2), a total of 13 out of 2238 samples (0.58%) had positive antibodies to *T. gondii*, using the modified agglutination test. Out of these, 12 were from 63 pigs sampled on a farm where pigs ready for slaughtering were put out to pasture. Only one out of 1752 (0.057%) samples from pigs submitted to total confinement systems was seropositive.

According to Smith et al. (8), the prevalence in sows totally and continuously confined was lower than that in sows which were not totally and continuously confined. These results suggested that the prevalence of *T. gondii* antibodies in swine increased with age, and that the prevalence in swine could be reduced by total confinement. This study clearly showed the environmental infection pressure and illustrated the importance of housing and management to establish low infection rates. Also in the present study, the high population of wild felines in the region for rat control, as well as the presence of wild felines suggested that the environment fecal contamination or contamination by the consumption of infected rodents might be the most significant source of toxoplasmosis in outdoor-reared pigs. The economic impact of toxoplasmosis in outdoor pig production systems, as well as its public health importance need to be assessed.

The present results suggest that toxoplasmosis is common in the region's outdoor-reared pigs, and health authorities should increase their monitoring and control activities in order to decrease the risk of toxoplasmic infections, especially in pregnant women.

- FRENKEL J.K., 1990. Diagnosis, incidence, and prevention of congenital toxoplasmosis. *Am. J. Dis. Child.*, **144**: 956-995.
- GLASNER P.D., SILVEIR A.C., KRUSZON-MORAN D., MARTINS M.C., BURNIER M. JR, SILVEIRA S., CAMARGO M.E., NUSSENBLATT R.B., KASLOW R.A., BELFORT R. JR, 1992. An unusually high prevalence of ocular toxoplasmosis in Southern Brazil. *Am. J. Ophthalmol.*, **114**: 136-144.
- SMITH K.E., ZIMMERMAN J.J., PATTON S., BERAN G.W., HILL H.T., 1992. The epidemiology of toxoplasmosis on Iowa swine farms with an emphasis on the roles of free-living mammals. *Vet. Parasitol.*, **42**: 199-211.
- WEIGEL R.M., DUBEY J.P., SIEGEL A.M., KITRON U.D., MANNELLI A., MITCHELL M.A., MATEUS-PINILLA N.E., THULLIEZ P., SHEN S.K., KWOK O.C., 1995. Risk factors for transmission of *Toxoplasma gondii* on swine farms in Illinois. *J. Parasitol.*, **81**: 736-741.

Reçu le 12.12.2002, accepté le 28.05.2004

Résumé

Silva R.A.M.S., Bonassi C., Dalla Costa O.A., Morés N. Enquête séro-épidémiologique sur la toxoplasmose dans les systèmes de production porcine de plein air dans la région du sud du Brésil

L'élevage des porcs à grande échelle en plein air est un phénomène nouveau au Brésil, mais c'est un secteur d'intérêt croissant. Des anticorps spécifiques contre *Toxoplasma gondii* ont été trouvés chez 86,08 p. 100 des 115 porcs examinés. En utilisant le test d'agglutination modifié, les titres en anticorps suivants ont été relevés : 1:50 (3,47 p. 100), 1:100 (6,08 p. 100), 1:200 (9,56 p. 100), 1:400 (6,95 p. 100), 1:800 (6,95 p. 100), 1:1600 (6,95 p. 100) et 1:3200 (55,65 p. 100). La contamination fécale de l'environnement par des chats ou par la consommation de rongeurs infectés est l'origine la plus probable de la toxoplasmose chez les porcs élevés en plein air. Les résultats indiquent que la toxoplasmose est fréquente chez les porcs élevés à l'air libre dans la région. Les services de santé devraient intensifier leur surveillance ainsi que les contrôles sanitaires afin de réduire le risque de toxoplasmoses en particulier chez les femmes enceintes. Ceci est le premier rapport d'une infection à *T. gondii* chez des porcs élevés dans un système de production en plein air au Brésil.

Mots-clés : Porcin – *Toxoplasma gondii* – Méthode d'élevage – Brésil.

Resumen

Silva R.A.M.S., Bonassi C., Dalla Costa O.A., Morés N. Encuesta seroepidemiológica sobre la toxoplasmosis en los sistemas de producción porcina al aire libre en la región sur de Brasil

La cría de cerdos a gran escala al aire libre es un fenómeno nuevo en Brasil, pero es un sector de interés creciente. Se encontraron anticuerpos específicos contra *Toxoplasma gondii* en el 86,08% de los 115 cerdos examinados. Mediante la prueba de aglutinación modificada, se obtuvieron los siguientes títulos de anticuerpos: 1:50 (3,47%), 1:100 (6,08%), 1:200 (9,56%), 1:400 (6,95%), 1:800 (6,95%), 1:1600 (6,95%) y 1:3200 (55,65%). La contaminación fecal del medio ambiente, por gatos o por el consumo de roedores infectados, es la causa más probable de la toxoplasmosis en los cerdos criados al aire libre. Los resultados indican que la toxoplasmosis es frecuente en los cerdos criados al aire libre en la región. Los servicios de salud deberían reforzar la vigilancia y los controles sanitarios para reducir el riesgo de toxoplasmosis, en particular en mujeres embarazadas. Este es el primer informe de una infección por *T. gondii* en cerdos criados en un sistema de producción al aire libre en Brasil.

Palabras clave : Cerdo – *Toxoplasma gondii* – Método de crianza – Brasil.

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
Brigitte Delestaing
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>

Etude de deux méthodes d'application du triflumuron sur les mâles de *Glossina palpalis gambiensis* au laboratoire : impact sur la reproduction des femelles

Z.A. Bancé^{1,4} P.A. Ouedraogo²
B. Bauer³ I. Kaboré⁴ I. Sidibé⁴

Mots-clés

Glossina palpalis gambiensis –
Triflumuron – Régulateur croissance
insecte – Application locale –
Pulvérisation – Burkina Faso.

Résumé

L'objectif de cette étude a été de comparer l'efficacité de deux méthodes d'application du triflumuron sur des glossines mâles pour le transfert du produit aux femelles pendant l'accouplement. La méthode topique, avec dépôt de la solution sur la partie supérieure du thorax, a été utilisée pour quatre groupes de 150 glossines mâles âgées de six jours ayant reçu 1 µg, 2 µg et 5 µg de triflumuron contenu dans 1 µl d'eau, et le témoin ayant reçu de l'eau. Chaque groupe de mâles a été ensuite successivement accouplé avec trois groupes de 150 femelles âgées de trois jours pendant 48 h. Les effets mesurés ont été les taux d'avortement et d'éclosions des pupes, la forme et le poids des pupes. L'analyse des résultats sur les quatre premiers cycles de reproduction des femelles a montré des différences significatives entre les taux d'éclosions chez les femelles accouplées avec les mâles traités aux doses de 2 µg et 5 µg et les taux d'éclosions chez les femelles du lot témoin, uniquement au premier cycle du premier accouplement ($p < 0,05$). La deuxième méthode a consisté à asperger un jet de 0,8 ml de solution à 3 p. 100 de triflumuron sur un groupe de 200 mâles, soit en moyenne moins de 1 µg/mouche. Le groupe de mâles ainsi traités et le groupe témoin traité à l'eau ont été accouplés successivement à trois groupes de femelles comme précédemment. Les résultats ont montré non seulement des différences très significatives lors des quatre cycles de reproduction du premier accouplement, mais également au deuxième accouplement entre les moyennes des taux d'éclosions ($p < 0,001$). Au premier accouplement, la moyenne des taux d'éclosion lors des quatre premiers cycles chez le lot traité a été de $43,7 \pm 22$ p. 100 contre $89,0 \pm 0,5$ p. 100 chez le témoin. Le transfert du triflumuron des mâles traités (5 µg/mouche) par application topique aux femelles pendant l'accouplement a été peu efficace par rapport à la méthode d'aspersion.

1. Institut de l'environnement et de la recherche agricole,
01 BP 910, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso
Tél. : +226 98 23 29 ; fax : +226 97 0159 ; e-mail : ziro.bance@coraf.org

2. Laboratoire de biologie et écologie animales, UFR SVT,
université de Ouagadougou, 06 BP 9820, Ouagadougou 06, Burkina Faso
Tél. : +226 36 01 02 ; fax : +226 30 72 42

3. Project Manager FITCA, OAU/IBAR, PO Box 30786, Nairobi, Kenya
E-mail: fitcapm@iconnect.co.ke

4. Centre international de recherche développement
sur l'élevage en zone subhumide,
01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso
Tél. : +226 97 20 53 / 97 22 87 ; fax : +226 97 23 20
E-mail : cirides@ird.bf

■ INTRODUCTION

Les glossines sont les principaux vecteurs de la trypanosomose animale africaine (TAA). Cette maladie cause à l'économie africaine des pertes considérables (12, 21, 23). La lutte contre la trypanosomose fait face à différentes contraintes : l'absence de nouvelle molécule de trypanocide et la mauvaise utilisation des médicaments favorisent la création de souches résistantes de trypanosomes (8, 18, 19) ; l'importance du rôle des glossines dans la transmission de la maladie rend la lutte antivectorielle incontournable (8, 12) ; enfin, il est nécessaire d'utiliser des méthodes non polluantes pour l'environnement et inoffensives pour l'homme.

Outre l'utilisation des insecticides sur des supports attractifs, d'autres méthodes alternatives ou complémentaires sont développées (6), visant à empêcher le développement de l'insecte par une action directe ou indirecte sur sa reproduction. Parmi ces méthodes de lutte, figurent les régulateurs de croissance des insectes (IGR), dont la plupart n'ont pas d'influence sur la survie des glossines adultes traitées mais compromettent leurs descendance. Des glossines adultes traitées avec le diflubenzuron, par exemple, ne présentent aucune différence de longévité (16). Des essais conduits au laboratoire sur la descendance des diptères ont montré que les IGR entraînent une chute nette de l'émergence des adultes (9). D'autres essais conduits sur le terrain aboutissent à la même conclusion (4). Le triflumuron fait partie des IGR qui inhibent la synthèse de la chitine et perturbent la métamorphose.

Le triflumuron est sans effet sur l'homme et peu polluant pour l'environnement (3) (Bayer AG Research Center, Monheim, Germany). Son utilisation sur le terrain a déjà montré une certaine efficacité dans la lutte contre les glossines (2). Une dose de 0,5 µg dans 1 µl d'acétone en application topique sur une femelle de *Glossina morsitans morsitans* stérilise celle-ci pendant les quatre premiers cycles qui suivent le traitement (14).

La stérilisation a l'avantage d'être très spécifique et permet de viser l'élimination de l'espèce avec efficacité (13, 15). Il a été montré qu'il est préférable de stériliser les individus des deux sexes (10, 11, 24). Il est possible de stériliser les femelles de la glossine par une application directe du triflumuron sur celles-ci (14). Il est également possible d'atteindre la population femelle en traitant les mâles, le produit diffusant lors de l'accouplement. La présente étude, en comparant deux méthodes d'application du triflumuron aux mâles, a cherché à contribuer à éclairer sur la meilleure disposition du triflumuron sur les mâles de la glossine de manière à permettre le transfert du produit aux femelles pendant l'accouplement et ainsi de stériliser les femelles à l'aide de ces mâles, ce qui aboutit à une autostérilisation. Cet objectif a été identique à celui de la technique du lâcher de mâles stériles (5) ou de la lutte autocide.

■ MATERIEL ET METHODES

L'insecte

L'essai a porté sur *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949, provenant du laboratoire d'élevage de glossines du Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide (Cirdes). Cette espèce a été choisie du fait de son importance épidémiologique en Afrique de l'Ouest. Les glossines étaient nourries sur membrane de silicone recouvrant du sang défibriné de bovin ou de porc, à une température de 38 ± 1 °C. Le repas de sang a duré 10 min à l'abri de la lumière et a été proposé six jours sur sept comme à l'ensemble des lots d'élevage du Cirdes (1).

Le triflumuron

Le triflumuron, 2-chloro-N-[[[4-(trifluorométhoxy)phényl]amino]carboxyl]benzamide ou Starycide® sc 480 est fabriqué par la firme Bayer. Le Starycide sc 480 est un inhibiteur de la synthèse de la chitine (3) en empêchant l'insertion de la N-acétyl-glucosamine (Bayer AG Research Center, Monheim, Germany). Le triflumuron agit sur le stade pré-imaginal, particulièrement au moment de la formation de la puppe, et perturbe la métamorphose. Comme la plupart des IGR, son utilisation provoque des malformations des pupes issues des femelles traitées et entraîne la mort de l'embryon (12). Les glossines issues des pupes des femelles traitées meurent à l'éclosion ou quelques jours après (17).

Méthodes d'application

Deux méthodes ont été utilisées : la méthode topique a consisté à déposer à l'aide d'une micropipette la dose retenue sur la face dorsale du thorax de la glossine mâle. Quatre lots (L_0 , L_1 , L_2 , L_3) de 150 glossines mâles âgées de six jours dont un lot témoin (L_0) ont été constitués. Le lot L_0 a été traité à l'eau, les groupes L_1 , L_2 et L_3 respectivement avec 1 µg, 2 µg et 5 µg de matière active par mouche. Les doses 1 µg, 2 µg et 5 µg sont des multiples de la dose 0,5 µg qui, appliquée directement aux femelles de glossines par la méthode topique, stérilise celles-ci sur les quatre cycles qui suivent les traitements (14). L'âge propice pour l'accouplement de la femelle étant de 3 à 4 jours et celui du mâle de 6 jours (7, 12), chaque lot de mâles a été successivement mis en contact avec trois groupes de femelles âgées de trois jours pour accouplement à raison d'un mâle pour une femelle. Le premier contact entre le lot de mâles et le lot de femelles avait lieu immédiatement après le traitement des mâles et durait 48 h. Le deuxième contact avec un nouveau lot de femelles intervenait immédiatement après le premier, soit 48 h après le traitement au triflumuron des mêmes mâles, et durait également 48 h. Le troisième contact avec un nouveau lot de femelles intervenait à la suite durant 48 h également.

La seconde méthode a consisté à pulvériser une solution à 3 p. 100 de Starycide sur un groupe de 200 glossines mâles âgées de six jours à raison de 0,8 ml de solution pour 25 mouches contenues dans une cage Roubaud. La pulvérisation a été faite à l'aide d'un pulvérisateur manuel. Le groupe témoin a reçu un brouillard d'eau. Chaque groupe de mâles a été mis successivement en contact avec trois groupes de femelles pour accouplement comme précédemment.

A la fin de chaque appariement de sexe, les femelles ont été séparées et suivies pendant les quatre premiers cycles de reproduction. Les mâles ont été éliminés à l'issue des trois séries d'accouplements.

Paramètres étudiés

Avortons

Ont été considérés comme avortons tous les follicules ou toutes les larves expulsées avant terme. L'observation à la loupe binoculaire du contenu des pondoirs a permis de connaître le nombre d'avortons. Les taux d'avortons ont été calculés par rapport au nombre de femelles.

Éclosions

La perturbation des émergences des adultes est reconnue comme l'effet principal des IGR chez les diptères (4). Les taux d'éclosions ont constitué le paramètre le plus important pour évaluer les effets des deux méthodes sur la reproduction des glossines. La durée de pupaison a été comprise entre 25 et 35 jours à une température moyenne de 25 ± 1 °C (12) ; ceci a permis de déterminer le nombre d'émergences des adultes par cycle à partir de l'ensemble des pupes des quatre cycles mises dans des cages d'éclosion. Les taux d'éclosions ou taux d'émergences ont été calculés en rapport avec le nombre de femelles en ponte suivant la formule :

$$T_{\text{ecl}} = (E / F_{\text{ponte}}) \times 100, \text{ où } T_{\text{ecl}} = \text{taux d'éclosions, } E = \text{nombre d'éclosions, } F_{\text{ponte}} = \text{nombre de femelles en ponte.}$$

Malformations des pupes

Le nombre de pupes mal formées a été obtenu par comptage. A été considérée comme puppe mal formée celle dont la paroi a été très fragile, enflée par endroit, ayant eu une forme plus ou moins ramassée bien différente de celle de la puppe normale. Trois types de malformation ont été identifiés : types I, IIa, IIb.

Poids des pupes

La valeur 25 mg, poids moyen des pupes de *Glossina p. gambiense* dans les élevages du Cirde, a été choisie comme référence. Toutes les pupes ont été pesées et classées en deux groupes : celles d'un poids inférieur à 25 mg et celles d'un poids supérieur ou égal à 25 mg. Les résultats ont été exprimés en pourcentage pour chaque catégorie de pupes par rapport au nombre total de pupes pondues.

Analyse statistique

Le test du χ^2 (20) a été utilisé pour comparer les valeurs des paramètres de reproduction des lots traités entre eux et à celles des témoins.

■ RESULTATS**Effectifs**

Le nombre de femelles en ponte suivies a été compris entre 61 et 107 par lot pour le protocole de la méthode topique et entre 114 et 163 par lot pour celui de la méthode de pulvérisation. Pour une même méthode de traitement (topique ou par pulvérisation), les différences entre les effectifs des femelles en ponte ont été dues à la variation des taux de mortalité par lot.

Effets sur les avortons des deux méthodes d'application du triflumuron**Méthode topique**

Au premier accouplement, lors du premier cycle, des différences significatives ont été observées entre les doses (1 μ g, 2 μ g et 5 μ g) et le témoin ($p < 0,50$) (tableau I). En revanche, il n'y a pas eu de différence entre les trois doses (1 μ g, 2 μ g et 5 μ g) au risque de 5 p. 100. Durant les 2^e et 4^e cycles, seule la dose de 5 μ g a augmenté significativement les taux d'avortons par rapport au témoin (respectivement $p < 0,05$ et $p < 0,001$). Sur l'ensemble des cycles, la dose de 5 μ g/mouche a augmenté significativement le taux moyen d'avortons ($18,8 \pm 6,1$ p. 100) par rapport au taux moyen d'avortons du témoin ($4,25 \pm 0,96$ p. 100) ($p < 0,01$), à celui de la dose de 1 μ g ($7,25 \pm 4,57$ p. 100) ($p < 0,05$) et à celui de la dose de 2 μ g ($7,5 \pm 4,8$ p. 100) ($p < 0,05$) (tableau I). Aux 2^e et 3^e accouplements des mâles, il n'y a pas eu de différence significative entre les taux d'avortons des lots traités et ceux des témoins au seuil de 5 p. 100.

Méthode de pulvérisation

Au premier accouplement des mâles, il y a eu des différences significatives lors des 1^{er} et 2^e cycles, les taux d'avortons du lot traité (30,2 p. 100 et 15,1 p. 100) ont été significativement différents de ceux du lot témoin (8,8 p. 100 et 4,9 p. 100) (respectivement $p < 0,001$ et $p < 0,01$). Aux 3^e et 4^e cycles il n'y a plus eu de différence significative au seuil de 5 p. 100 (tableau II). Aux 2^e et 3^e accouplements des mâles, il n'y a pas eu de différences significatives entre les taux des avortons des lots traités et ceux des lots témoins au seuil de 5 p. 100.

Effets sur les éclosions des deux méthodes d'application du triflumuron**Méthode topique**

Au premier accouplement des mâles lors du premier cycle, les doses de 2 μ g et de 5 μ g ont réduit significativement les taux d'éclosions (24,4 et 24,7 p. 100) par rapport au témoin (71,8 p. 100) ($p < 0,05$) (tableau III). Le taux d'éclosions des pupes issues des femelles

Tableau I

Evolution des taux d'avortons (%) chez les femelles du premier accouplement avec les mâles traités à différentes doses de triflumuron par la méthode topique

Rang des cycles	Témoin	Quantité de triflumuron		
		1 μ g	2 μ g	5 μ g
1 ^{er}	4 ^b	12 ^a	11 ^a	16 ^a
2 ^e	3 ^b	1 ^b	2 ^b	12 ^a
3 ^e	5 ^b	8 ^b	12 ^a	21 ^a
4 ^e	5 ^b	8 ^b	5 ^b	26 ^a
Moyenne	4,25 \pm 0,96 ^b	7,25 \pm 4,57 ^b	7,5 \pm 4,8 ^b	18,8 \pm 6,08 ^a

^{a, b} Sur une même ligne les nombres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 p. 100 (test du χ^2)

Tableau II

Evolution des taux d'avortons (%) issus des femelles du premier accouplement avec les mâles traités par pulvérisation

Rang des cycles	Témoin	Traité
1 ^{er}	8,8 ^b	30,2 ^a
2 ^e	4,9 ^b	15,1 ^a
3 ^e	14,4 ^a	14,8 ^a
4 ^e	11,4 ^a	11,1 ^a
Moyenne	9,9 \pm 4,0 ^a	17,8 \pm 8,5 ^a

^{a, b} Sur une même ligne les nombres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 p. 100 (test du χ^2)

Tableau III

Evolution des taux d'éclosions (%) chez les femelles du premier accouplement avec des mâles ayant reçu les différentes doses de triflumuron par la méthode topique

Rang des cycles	Témoin	Quantité de triflumuron		
		1 μ g	2 μ g	5 μ g
1 ^{er}	71,8 ^b	60,9 ^b	24,4 ^a	24,7 ^a
2 ^e	79 ^a	79,8 ^a	80,6 ^a	79,6 ^a
3 ^e	80,7 ^a	79,5 ^a	80,6 ^a	80,6 ^a
4 ^e	76,7 ^a	74,8 ^a	81,3 ^a	80,3 ^a
Moyenne	77 \pm 4 ^a	73,7 \pm 9 ^a	66,7 \pm 28 ^a	66,3 \pm 28 ^a

^{a, b} Sur une même ligne les nombres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 p. 100 (test du χ^2)

accouplées avec des mâles ayant reçu 1 µg/mouche (60,9 p. 100) n'a pas été significativement différent de celui du témoin (71,8 p. 100) ($p > 0,05$). Aux 2^e, 3^e et 4^e cycles du 1^{er} accouplement il n'y a pas eu de différence significative entre les taux d'éclosions (tableau III). Aux 2^e et 3^e accouplements des mâles, il n'y a plus eu de différences significatives au niveau des éclosions chez les lots traités par rapport au témoin au seuil de 5 p. 100.

Méthode de pulvérisation

Au premier accouplement, lors des quatre cycles de reproduction, il y a eu des différences très significatives entre les taux d'éclosions du lot traité et ceux du témoin ($p < 0,001$). Au deuxième accouplement des mâles, la moyenne (72,8 ± 29 p. 100) des taux d'éclosions des quatre cycles chez le lot traité a été significativement différente de celle (90,3 ± 1,7 p. 100) du lot témoin ($p < 0,001$) (tableau IV). Cette différence a été essentiellement liée aux taux d'éclosions observés au cours du premier cycle. Au troisième accouplement des mâles, il n'y a eu aucune différence significative entre les taux d'éclosions chez le lot traité et chez le lot témoin au seuil de 5 p. 100.

Effets sur les malformations des pupes des deux méthodes d'application du triflumuron

Méthode topique

Aux 1^{er}, 2^e et 3^e accouplements, il n'y a pas eu de différences significatives dans les proportions de pupes mal formées chez les lots traités par rapport au témoin (au seuil de 5 p. 100). Les malformations rencontrées ont été de type I (figure 1) et de type II (figure 2). Le type I, avec une surface en forme d'escalier, a été observé au cours des premiers cycles de reproduction du premier accouplement pour les doses 2 µg et 5 µg. Les malformations de type II sont des formes profondes de déformation, parmi lesquelles on peut distinguer deux sous-types, a et b, suivant les degrés de malformation. Le type II est donc une forme plus grave de déformation de la paroi de la pupa. La figure 3 montre, à titre comparatif, des pupes apparemment normales.

Méthode de pulvérisation

Aux 1^{er}, 2^e et 3^e accouplements des mâles, il n'y a pas eu de différences significatives entre les proportions des malformations chez le lot traité et chez le lot témoin au risque de 5 p. 100.

Tableau IV

Evolution des taux d'éclosions (%) chez les femelles des 1^{er} et 2^e accouplements avec les mâles traités par la méthode de pulvérisation

Rang des cycles	1 ^{er} accouplement		2 ^e accouplement	
	Témoin	Traité	Témoin	Traité
1 ^{er}	88 ^b	13 ^a	88 ^b	29 ^a
2 ^e	90 ^b	43 ^a	92 ^a	87 ^a
3 ^e	89 ^b	58 ^a	91 ^a	88 ^a
4 ^e	89 ^b	60 ^a	90 ^a	87 ^a
Moyenne	89 ± 0,82 ^b	43,5 ± 21,7 ^a	90,3 ± 1,71 ^b	72,8 ± 29,2 ^a

^{a, b} Sur une même ligne les nombres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 p. 100 (test du χ^2)

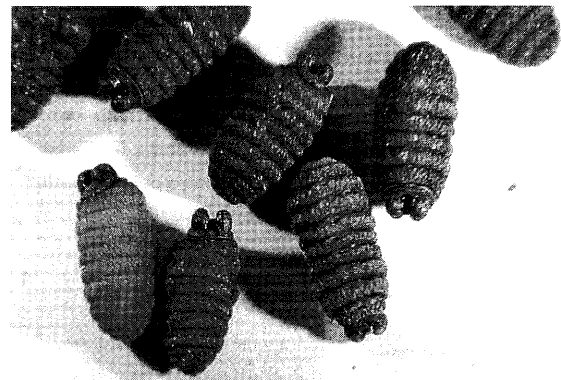


Figure 1 : type I de malformations (parois en escalier) des pupes issues des femelles accouplées avec des mâles traités par pulvérisation d'une solution de 3 p. 100 de triflumuron ou par application topique (2 µg, 5 µg/mouche mâle).



Figure 2 : type II de malformations (a et b) des pupes issues des femelles accouplées avec des mâles traités par pulvérisation d'une solution de 3 p. 100 de triflumuron ou par application topique (2 µg, 5 µg/mouche mâle).



Figure 3 : pupes normales ou apparemment normales.

Effets sur le poids des pupes des deux méthodes d'application du triflumuron

Méthode topique

Au 1^{er} accouplement lors des 1^{er}, 2^e et 3^e cycles de reproduction, les doses de 2 µg et de 5 µg ont réduit significativement le pourcentage de pupes dont le poids a été supérieur ou égal à 25 mg par rapport au témoin et à la dose de 1 µg. Au 4^e cycle, seule la dose de 5 µg a réduit encore significativement ce pourcentage. En revanche, au cours du 4^e cycle, il n'y a pas eu de différence significative entre les doses de 1 µg, de 2 µg et le témoin au seuil de 5 p. 100. Au niveau des moyennes des quatre cycles de reproduction, les doses de 2 µg et de 5 µg de triflumuron par mouche mâle ont réduit significativement le pourcentage de pupes dont le poids a été supérieur ou égal à 25 mg par rapport au témoin (2 µg vs témoin, $p < 0,01$), (5 µg vs témoin, $p < 0,001$), sans différence significative entre elles. Pour la dose de 1 µg, la moyenne (76,7 ± 8 p. 100) des pourcentages des pupes dont le poids a été supérieur ou égal à 25 mg n'a pas été significativement différente de celle (73,5 ± 7 p. 100) du témoin ($\chi^2 = 0,33$, $p > 0,05$) (tableau V). Aux 2^e et 3^e accouplements des mâles, il n'y a eu aucune différence significative entre les pourcentages de pupes dont le poids a été supérieur ou égal à 25 mg au seuil de 5 p. 100.

Méthode de pulvérisation

Au premier accouplement, le triflumuron a entraîné une baisse significative des pourcentages de pupes dont le poids a été supérieur ou égal à 25 mg entre le lot traité et le témoin au 1^{er} cycle ($p < 0,001$) et au 2^e cycle ($p < 0,05$). Il n'y a plus eu de différence aux 3^e et 4^e cycles (tableau VI). Aux 2^e et 3^e accouplements des mâles il n'y a pas eu de différence significative entre les lots traités et les lots témoins au risque de 5 p. 100.

DISCUSSION

L'effet du triflumuron sur la proportion des avortons a été moins important chez les lots traités par pulvérisation que par application topique. Selon la littérature, des doses importantes de triflumuron provoquent de forts taux d'avortement (14). C'est lors du premier cycle de reproduction que l'effet du triflumuron a été le plus visible, entraînant des différences significatives entre le taux d'avortons du lot traité (30,2 p. 100) et celui du lot témoin (8,8 p. 100). Les différences n'ont pas été significatives pour les cycles suivants, mais une augmentation inexplicée des taux d'avortons est apparue au cours des 3^e et 4^e cycles de reproduction dans le lot témoin de la méthode de pulvérisation. La baisse des taux d'avortons aux 2^e, 3^e et 4^e cycles du lot traité pouvait être attribuée à la diminution de l'effet du triflumuron avec le rang des cycles. Par ailleurs, entre la méthode de traitement par aspersion et celle en application topique de 5 µg de triflumuron, l'augmentation globale des taux d'avortons sur l'ensemble des quatre cycles a semblé identique. La pulvérisation a eu le même effet que l'application topique, mais à une dose cinq fois moins importante. Cette dernière est apparue moins efficace que la méthode d'aspersion.

Les éclosions ont constitué le paramètre le plus important pour comparer les effets du triflumuron à travers les deux méthodes d'application. Avec la méthode topique, les doses les plus élevées (2 µg/µl/mouche et 5 µg/µl/mouche) appliquées aux mâles ont entraîné une chute significative des taux d'éclosions des pupes limitée au premier cycle du premier accouplement. Avec la méthode de pulvérisation, le triflumuron a entraîné une baisse nette des éclosions après les premier et second accouplements des mâles. La quantité de produit transmise par le mâle traité par la méthode topique à la femelle pendant l'accouplement aurait été très faible. Les doses 2 µg et 5 µg par mouche représentaient quatre

Tableau V

Pourcentage de production de pupes dont le poids est supérieur ou égal à 25 mg issues des femelles après le premier accouplement avec les mâles traités à différentes doses de triflumuron par la méthode topique

Rang des cycles	Témoin	Quantité de triflumuron		
		1 µg	2 µg	5 µg
1 ^{er}	78,6 ^b	67,6 ^b	47,5 ^a	40,5 ^a
2 ^e	77,3 ^b	85,9 ^b	66,7 ^a	56,3 ^a
3 ^e	74,3 ^b	78,8 ^b	53,1 ^a	53,7 ^a
4 ^e	63,6 ^b	73 ^b	66,7 ^b	45,3 ^a
Moyenne	73,5 ± 6,8 ^b	76,3 ± 7,8 ^b	58,8 ± 9,7 ^a	49 ± 7,3 ^a

^{a, b} Sur une même ligne les nombres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 p. 100 (test du χ^2)

Tableau VI

Pourcentage de pupes dont le poids est supérieur ou égal à 25 mg issues des femelles accouplées avec les mâles traités par pulvérisation au premier accouplement

Rang des cycles	Témoin	Traité
1 ^{er}	50 ^b	23,4 ^a
2 ^e	56,2 ^b	45 ^a
3 ^e	69 ^a	67 ^a
4 ^e	58 ^a	57 ^a
Moyenne	58,3 ± 9 ^a	50,7 ± 23 ^a

^{a, b} Sur une même ligne les nombres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 p. 100 (test du χ^2)

et dix fois la dose qui, appliquée directement à la femelle, stérilise celle-ci pendant les quatre cycles de reproduction qui suivent le traitement (14). La transmission du produit à la femelle pendant l'accouplement dépend de la position du produit sur le corps du mâle traité. Lors de la présente étude, le lieu d'application du produit (face dorsale du thorax) n'aurait pas permis un contact direct du produit avec la femelle pendant l'accouplement, ce qui pouvait expliquer la diffusion très faible.

Avec la méthode d'aspersion, la dose transmise du mâle à la femelle a baissé avec le rang d'accouplement, entraînant de moins en moins de perturbations. Le mâle traité par aspersion a ainsi été capable de transmettre une dose active du produit à la femelle au cours des 96 heures qui ont suivi le traitement. Par ailleurs, la réduction des taux d'éclosions par le triflumuron a baissé avec le rang du cycle des glossines femelles contaminées. Ces informations sont très importantes pour préciser la dose à appliquer.

Concernant la forme des pupes, les types I et II de malformation ont été observés pour les deux méthodes de traitement, avec les doses topiques les plus élevées (2 µg/mouche et 5 µg/mouche) et avec l'aspersion. Les malformations rencontrées ont été conformes à celles déjà signalées par le Tsetse Research Laboratory (22). Selon ce rapport, ces malformations de pupes de glossines sont

propres aux IGR. Ces types de déformation pourraient caractériser le degré de contamination des femelles par le triflumuron.

La variation du poids des pupes a été très liée à la malformation des pupes. Les pupes mal formées (types IIa et IIb) pesaient généralement moins lourd que les pupes ordinaires normales. La membrane protectrice des pupes mal formées était très fragile et se déchirait au moindre choc. Elles devaient être récoltées à un intervalle de 48 heures afin de pouvoir être pesées. Plus la malformation a été importante, plus la pupa a été légère en raison de la perte d'une partie de son contenu liquide par déshydratation.

■ CONCLUSION

Les glossines mâles traitées par la méthode topique sur le thorax, même à la dose de 5 µg de triflumuron par microlitre et par mouche, ont transféré très peu de produit aux femelles au cours de l'accouplement : les émergences d'adultes n'ont été significativement perturbées qu'au 1^{er} cycle du 1^{er} accouplement. Cette dose a représenté pourtant 10 fois celle qui, appliquée directement à la femelle, a stérilisé celle-ci sur les quatre cycles de reproduction qui ont suivi le traitement.

En revanche, les mâles traités en aspersion à une dose légèrement inférieure à 1 µg par mouche ont transmis aux femelles des doses de triflumuron qui ont réduit significativement l'émergence de la descendance des mouches pendant les quatre cycles aux 1^{er} et 2^e accouplements. Cette étude montre que la localisation du produit sur le corps des mâles joue un rôle important dans le transfert du produit des mâles traités aux femelles pendant l'accouplement. La méthode de traitement par aspersion laisse entrevoir la possibilité de stériliser les femelles par les mâles traités et de réaliser ainsi une autostérilisation au sein de la population glossinienne à l'aide du triflumuron. Ces résultats montrent qu'il est maintenant important de réaliser des applications topiques sur les parties inférieures (tarse, abdomen) de l'insecte, parties qui sont en contact avec les tissus imprégnés.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au concours matériel et financier du CirDES. Les auteurs tiennent à exprimer à la direction de ce centre toute leur gratitude. Ils remercient également Z. Bengaly, W. Yoni, L. Sanogo du CirDES et Dr D. Dakouo, entomologiste à l'Inera Bobo-Dioulasso, pour leur assistance.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUER B., POLITZAR H., 1982. Laboratory maintenance of *Glossina palpalis gambiensis* in West Africa. Preliminary results of rearing on membranes. Vienna, Austria, IAEA, p. 225-263.
- BAUER B., KABORE I., LEFRANÇOIS T., SOLANO P., 1997. Impact of the chitin synthesis inhibitor triflumuron on two tsetse species in the subhumid zone of Burkina Faso, West Africa. In: 24th Meeting of OAU/ISCTRC, Maputo, Mozambique, p. 348.
- BAYER, 1993. Technical information (BAY SIR 8514); chitin synthesis inhibitor particularly for the control of biting pests. Monheim, Germany, Bayer.
- CHEVASSE D.C., LINES J.D., ICHIMORI K., MAJALA A.R., MINJAS J.N., MARIJANI J., 1995. Mosquito control in Dar el Salaam. II. Impact of expanded polystyrene beads and pyriproxyfen treatment of breeding sites on *Culex quinquefasciatus* densities. *Med. Entomol.*, **9**: 147-154.
- CUISANCE D., POLITZAR H., MEROT P., TAMBOURA I., 1984. Les lâchers de mâles irradiés dans la campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 449-467.
- CUISANCE D., BARRE N., DE DEKEN R., 1994. Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **13** : 1305-1356.
- DAVIES H., 1967. Tsetse flies in Northern Nigeria. Ibadan, Nigeria, Ibadan University Press, 148 p.
- GEERTS S., HOLMES P.H., 1997. Gestion médicamenteuse et résistance parasitaire. In : 24^e réunion OUA/CSRLT, Maputo, Mozambique. Nairobi, Kenya, OAU/ISTR, p. 371-385. (Publication n° 119)
- HALOS L., 2001. Lutte contre les glossines au Burkina Faso : influence d'un régulateur de croissance des insectes, le triflumuron, sur la compétence vectorielle de deux espèces de glossines riveraines et application à un protocole de lutte ciblée. DESS Productions animales en régions chaudes, université Montpellier II, France, 52 p. (Rapport de stage)
- HOWARD J.J., WALL R., 1995. The effects of triflumuron, a chitin synthesis inhibitor, on the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Bull. entomol. Res.*, **85**: 71-77.
- HOWARD J., WALL R., 1996. Autosterilisation of the house fly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in poultry houses in North-East India. *Bull. Entomol. Res.*, **86**: 363-367.
- ITARD J., 1986. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 155 p. (Etudes et synthèses n° 15)
- LANGLEY P.A., WEIDHAAS D., 1986. Trapping as a means of controlling tsetse, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae): the relative merits of killing and of sterilisation. *Bull. entomol. Res.*, **76**: 89-95.
- LANGLEY P.A., 1995. Evaluation of the chitin synthesis inhibitor triflumuron for controlling the tsetse *Glossina m. morsitans* (Diptera: Glossinidae). *Bull. entomol. Res.*, **85**: 495-500.
- LANGLEY P.A., 1997. Autosterilization as a means of tsetse control: a role for insect growth regulators (IGRs). In: 24th meeting of OAU/ISCTRC, Maputo, Mozambique. Nairobi, Kenya, OAU/ISTR, p. 343-347.
- MOURET J., 1983. Effets démographiques du diflubenzuron sur la mouche tsé-tsé. *Cah. Orstom, Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, **21** : 19-27.
- OUEDRAOGO S., 1999. Contribution à l'étude de l'efficacité et de la rémanence du triflumuron en pulvérisation sur tissu pour l'amélioration des techniques de lutte non polluantes contre les glossines ou mouche tsé-tsé (essai sur *Glossina palpalis gambiensis*). Mémoire fin d'études, IDR/UP, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 65 p.
- PEREGRINE A.S., 1994. Chemotherapy and delivery systems: haemoparasites. *Vet. Parasitol.*, **54**: 223-248.
- RAYNAUD J.P., SONES K.R., FRIEDHEIM E.A.H., 1989. A review of Cymelarsan®, a new trypanocide proposed for the treatment of *T. evansi* infections. In: 20th Meeting OAU/ISCTRC, Mombasa, Kenya, p. 334-338.
- SCHWARTZ D., 1980. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, 3^e éd. Paris, France, Flammarion médecine sciences, 318 p. (Coll. Statistique en biologie et en médecine)
- SWALLOW B.M., 1997. Impacts of trypanosomosis on African agriculture. In: 24th Meeting OAU/ISCTRC, Maputo, Mozambique, p. 515-536. (Publication n° 119)
- The tsetse research laboratory, 1979. Bristol, UK, Langford, 19 p.
- TOURE S.M., MORTELMANS J., 1991. Impact de la trypanosomose animale africaine. *Bull. Séances Acad. R. Sci. Outre-Mer*, **36** : 239-257.
- WALL R., HOWARD J., 1994. Autosterilisation for the control of the house fly, *Musca domestica*. *J. theor. Biol.*, **171**: 431-437.

Accédé le 12.04.2004

Summary

Bancé Z.A., Ouédraogo P.A., Bauer B., Kaboré I., Sidibé I.
Two Triflumuron Application Methods on *Glossina palpalis gambiensis* in the Laboratory: Impact on Female Fertility

The objective of this study was to compare the efficacy of two triflumuron-application methods on male tsetse flies to achieve transfer of the product to the females during subsequent mating. For the topical application, which consisted in applying the solution to the upper part of the thorax, four groups of six-day-old male tsetse flies received 1 µg, 2 µg, 5 µg triflumuron in 1 µl water, and water only for the control group, respectively. Each male group was mated consecutively with three groups of 150 three-day-old females. The effects assessed were the abortion rate, eclosion rate, and shape and weight of pupa. The analysis of the results of the first four reproductive cycles of the females showed significant differences between the eclosion rates in females mated with males treated at the doses of 2 µg and 5 µg, and eclosion rates in females mated with the control group only during the 1st cycle of the 1st mating ($p < 0.05$). The second method consisted in spraying 200 males with an 0.8 ml solution containing 3% triflumuron, i.e. less than 1 µg triflumuron per fly. Treated males and the control group were then exposed to three groups of females as described above. The results showed not only highly significant differences during the four reproductive cycles of the 1st mating, but also during the 2nd mating in the means of eclosion rates ($p < 0.001$). During the 1st mating the mean of eclosion rates of the first four reproductive cycles was $43.7 \pm 22\%$ in the treated group vs $89.0 \pm 0.5\%$ in the control. The transfer of triflumuron (5 µg/fly) to females by males treated with the topic method was little effective compared to that obtained with the spraying method.

Key words: *Glossina palpalis gambiensis* – Triflumuron – Insect growth regulator – Topical application – Spraying – Burkina Faso.

Resumen

Bancé Z.A., Ouédraogo P.A., Bauer B., Kaboré I., Sidibé I.
Estudio sobre dos métodos de aplicación del triflumuron sobre los machos de *Glossina palpalis gambiensis* en laboratorio: impacto sobre la reproducción de las hembras

El objetivo del presente estudio es el de comparar la eficiencia de dos métodos de aplicación del triflumuron sobre las glosinas macho, para el transporte del producto hacia las hembras durante la copulación. El método tópico, con depósito de la solución sobre la parte superior del tórax, fue utilizado en cuatro grupos de 150 glosinas machos de seis días de edad, las cuales recibieron 1 µg, 2 µg y 5 µg de triflumuron contenidos en 1 µl de agua, el testigo recibió agua. Cada grupo de machos fue seguidamente apareado en forma sucesiva con tres grupos de 150 hembras de tres días de edad durante 48 horas. Los efectos medidos fueron la tasa de aborto y de eclosión de las pupas, la forma y el peso de las pupas. El análisis de los resultados sobre los cuatro primeros ciclos reproductivos de las hembras demostró las diferencias significativas entre las tasas de eclosión en las hembras acopladas con los machos tratados con dosis de 2 µg y 5 µg y las tasas de eclosión en las hembras del lote testigo, únicamente durante el primer ciclo de apareamiento ($p < 0,05$). El segundo método consistió en un aerosol de 0,8 ml de solución a 3% de triflumuron sobre un grupo de 200 machos, o sea un promedio de menos de 1 µg/mosca. El grupo de machos tratados de esta manera y el grupo testigo tratado con agua se acoplaron sucesivamente con tres grupos de hembras, como anteriormente. Los resultados mostraron no solamente las diferencias significativas durante los cuatro ciclos de reproducción durante la primera copulación, sino también durante la segunda copulación entre los promedios de las tasas de eclosión ($p < 0,001$). Durante la primera copulación, el promedio de la tasa de eclosión durante los primeros cuatro ciclos en el lote tratado fue de $43,7 \pm 22\%$, contra $89,0 \pm 0,5\%$ en los testigos. El transporte de triflumuron de los machos tratados (5 µg/mosca) mediante la aplicación tópica a las hembras durante la copulación fue poco eficiente con respecto al método de aerosol.

Palabras clave: *Glossina palpalis gambiensis* – Triflumurón – Inhibidor desarrollo insectos – Aplicación local – Pulverización – Burkina Faso.

**Pour annonces,
communications, publicités diverses**

For advertising, notices, various information

concernant
related to

Colloques, Congrès
Enseignement, Formation
Production de médicaments, Vaccins
Gestion, Administration de l'élevage
Production d'aliments pour animaux, etc.

*Symposia, Conferences, Teaching, Training
Medicine and Vaccine Production
Livestock Management
Feed Production, etc.*

dans
in

*Revue d'élevage et de médecine vétérinaire
des pays tropicaux*

s'adresser au :
please contact:

Cirad-emvt
TA30/B
Campus international de Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5
France

téléphone +33 (0)4 67 59 38 17
télécopie +33 (0)4 67 59 37 97 (fax)
revue-emvt@cirad.fr

Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie

A. Boulkaboul¹

Mots-clés

Bovin – Ixodidae – Metastigmata – Tique – Piroplasmose – Algérie.

Résumé

Afin de mieux cerner le problème des nuisances et des maladies transmises par les tiques (Ixodidae) aux bovins en Algérie, l'auteur a étudié les caractères saisonniers de leur activité parasitaire dans la région de Tiaret (Algérie). De janvier à décembre, sur un échantillon de 1 240 bovins examinés, 368 étaient infestés par des tiques, d'où un taux d'infestation globale d'environ 30 p. 100. La charge parasitaire mensuelle maximale a été de cinq tiques par animal. Parmi 3 975 tiques collectées, 13 espèces ont été identifiées, dont six du genre *Hyalomma* (66 p. 100) et trois du genre *Rhipicephalus* (31 p. 100). L'espèce numériquement dominante a été *H. lusitanicum* (20 p. 100), alors que *H. excavatum* et *H. marginatum marginatum* ont montré les taux d'infestation des bovins les plus élevés (13 p. 100). Les trois espèces monotropes, reconnues vectrices des piroplasmoses bovines en Algérie, ont représenté 37,4 p. 100 de la population totale des tiques. Parmi ces dernières, *Rhipicephalus bursa* en a représenté 69 p. 100, *Hyalomma detritum* 28 p. 100 et *Boophilus annulatus* 3 p. 100. Le climat semi-aride de la région devait être moins favorable à *B. annulatus*. La présence de *R. bursa* s'est révélée annuelle, alors que celle de *H. detritum* a été limitée à environ quatre mois, en raison d'une diapause hivernale plus prolongée de ses préimagos. La prédominance de *R. bursa* a permis de penser que les babésioses devraient être plus fréquentes dans la région que la théilériose (à *Theileria annulata*). La faible charge parasitaire observée et les nombreux cas de piroplasmoses signalés chez les bovins supposaient l'existence d'un problème de stabilité enzootique envers ces maladies. A cause d'un risque d'infection potentiel à certaines périodes de l'année, notamment pour les bovins importés, en raison de la prédominance des tiques adultes en saison chaude et des préimagos en saison froide, un traitement acaricide préventif peut être entrepris en mai et en octobre.

■ INTRODUCTION

Les tiques (Ixodidae) sont des parasites hématophages communs des animaux domestiques. La nuisance majeure de ces parasites est en rapport avec leur capacité de transmission de certains germes pathogènes pour l'homme et les animaux, notamment les protozoaires sanguins. Ces derniers représentent un véritable fléau pour l'élevage et entraînent de lourdes pertes dans les cheptels atteints.

En Algérie, très peu d'études ont été réalisées à ce sujet. Citons celle conduite à partir de 1921, sur une période de 30 ans, par Sergent et coll. (6), à l'Institut Pasteur d'Algérie. Les auteurs y ont recensé 3 875 cas de piroplasmoses chez les bovins (de 1924 à 1945) et ont révélé l'implication de trois vecteurs : *Boophilus*

1. Université Ibn Khaldoun, département des Sciences vétérinaires, Tiaret 14000, Algérie

Adresse personnelle
02, rue du Vieux Palais, Alger 16000, Algérie

annulatus, *Rhipicephalus bursa* pour les babésioses et *Hyalomma detritum* pour la theilériose. Ces trois espèces sont toutes du type monotrope : leurs différents stades parasitent un même type d'hôte, en l'occurrence les bovins.

Sur la base des données de cette étude, l'auteur s'est intéressé, en particulier, à rechercher l'incidence du parasitisme par ces trois espèces sur les bovins dans la région de Tiaret. Ce travail a été axé sur deux points : l'identification des espèces de tiques inféodées aux bovins de la région et l'étude de l'évolution saisonnière de leur parasitisme, ainsi que son importance.

La connaissance des tiques et de leur biologie est primordiale pour l'étude de l'épidémiologie des maladies transmises qui apparaissent pendant la période d'activité des vecteurs et aussi dans un cadre de prophylaxie, celle-ci devant être effectuée au moment le plus opportun, avec le coût le plus faible.

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude a concerné des bovins de la région de Tiaret, sans distinction de race, d'âge ou de sexe.

Données géo-climatiques de la région

La wilaya (district) de Tiaret est située à 300 km au sud-ouest d'Alger (figure 1). Son relief varie avec des altitudes comprises entre 800 et 1 200 m. C'est une zone agropastorale, à climat de type méditerranéen, continental. Elle se situe entre les isohyètes 250 et 500 mm. La moyenne thermique maximale (26 °C) est enregistrée au mois d'août et la moyenne minimale (6 °C), au mois de janvier. On y relève l'importance de la saison chaude et sèche qui peut s'étendre sur six mois (de mai jusqu'à octobre).

Technique de récolte des tiques

Les tiques ont été récoltées de façon hebdomadaire : dans les marchés du bétail de la wilaya de Tiaret, dans trois localités (Tiaret, Sougueur, Frenda), et dans des fermes privées réparties sur toute la wilaya (figure 2). Les fermes privées ont été choisies au hasard, bien que concentrées dans la partie septentrionale de la wilaya, les zones situées plus au sud étant appauvries en élevage bovin. De même, au niveau des marchés, les bovins ont été choisis au hasard.

Les animaux ont été minutieusement contrôlés et complètement détiqués à la main. Dans certains cas, les larves, à cause de leur très faible taille, n'ont pas été prélevées en totalité. La majorité des échantillons ont ensuite été conservés dans des flacons contenant de l'éthanol à 70°, mais une partie a été gardée en vie, pour étude en laboratoire.

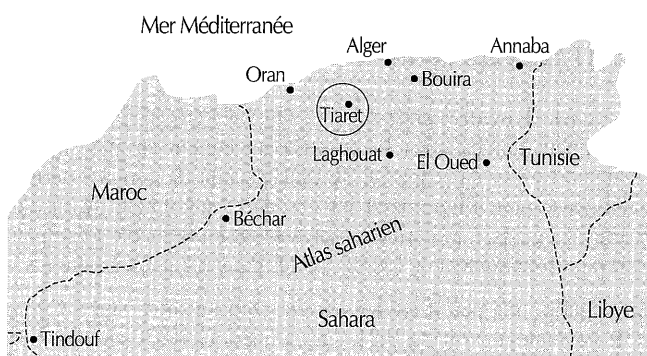


Figure 1 : carte d'Algérie avec la situation de la wilaya (district) de Tiaret.

Identification des tiques

L'identification des stades adultes a été réalisée au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire. La diagnose des genres a été basée sur les caractères morphologiques de certaines parties du corps de la tique (rostre, yeux, festons). La diagnose des espèces a été basée sur certains détails morphologiques (ponctuation du scutum, coloration des pattes, forme des stigmates, caractères des sillons, des festons et des yeux). En ce qui concernait les stades préimaginaux, plus difficiles à identifier, l'auteur a procédé de la façon suivante : les tiques vivantes ont été placées à l'étuve à haute température (30 °C) et 70 p. 100 HR, afin d'obtenir après quelques jours les adultes. Ce qui a permis de confirmer la diagnose faite au début par l'observation du rostre des préimagos, qui présentait un aspect différent entre les espèces monotropes.

Appréciation du parasitisme

Les critères utilisés pour l'appréciation du parasitisme ont été, d'une part, le taux d'infestation des bovins par les tiques (p. 100) :

- le taux d'infestation globale appliqué à l'année (nombre de bovins infestés au cours de l'année/nombre de bovins examinés au cours de l'année) x 100 ;
- le taux d'infestation mensuelle appliqué au mois (nombre de bovins infestés au cours du mois/nombre de bovins examinés au cours du mois) x 100.

Ce taux a été appliqué à l'ensemble des tiques ou à une espèce donnée (indiquant sa prévalence).

D'autre part, les critères utilisés ont été la charge parasitaire des tiques (nombre/animal). Dans ce dernier cas, on pouvait distinguer :

- la charge parasitaire globale (nombre total de tiques récoltées/nombre total de bovins examinés) ;
- la charge parasitaire individuelle (nombre de tiques récoltées sur un animal à un moment donné) ;
- la charge parasitaire mensuelle (nombre de tiques récoltées pendant le mois/nombre de bovins examinés pendant le mois).

La charge parasitaire pouvait concerner l'ensemble des tiques ou une espèce donnée. De même, le taux d'infestation et la charge parasitaire pouvaient être appliqués, dans le cas des espèces monotropes, aux adultes et aux préimagos.

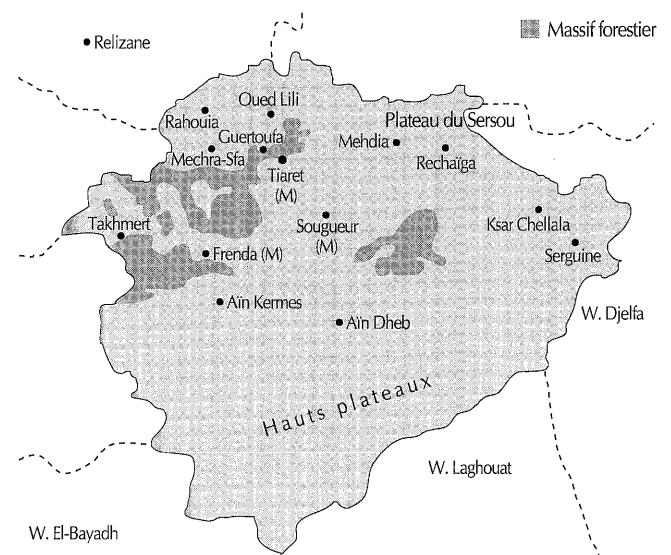


Figure 2 : la wilaya (district) de Tiaret, avec les principales localités concernées par les collectes de tiques. (M) = marchés aux bestiaux hebdomadaires.

■ RESULTATS

Données générales du parasitisme

L'effectif total des bovins contrôlés a été de 1 240 têtes. L'effectif des bovins infestés a été de 368 têtes, d'où un taux global d'infestation de $29,6 \pm 2,5$ p. 100. L'effectif total des tiques récoltées a été de 3 975, dont 82,9 p. 100 adultes et 17,1 p. 100 préimagos. Pour ces derniers, le chiffre a été biaisé, car les larves n'ont pas été récoltées en totalité dans certains cas.

D'après la figure 3, le taux d'infestation des bovins, variable au cours de l'année, a atteint un maximum en avril (48,2 p. 100) et a montré une plus faible augmentation en octobre. Mais c'est au mois de juin que la charge parasitaire moyenne a été la plus élevée (cinq tiques par animal), avec une charge parasitaire maximale individuelle de 72 tiques par animal.

Espèces de tiques identifiées *

Le dénombrement des tiques a permis d'identifier 13 espèces, dans six genres (tableau I). La majorité des tiques appartenaient aux genres *Hyalomma* (66 p. 100) et *Rhipicephalus* (31 p. 100).

Les espèces de type monotrope (*H. detritum*, *R. bursa*, *Boophilus annulatus*), dont tous les stades peuvent être rencontrés sur les bovins, ont été numériquement minoritaires (37,4 p. 100) par rapport aux autres espèces. Les espèces numériquement dominantes ont été *H. lusitanicum* et *H. marginatum marginatum*, représentant respectivement 20 et 17,8 p. 100 des tiques récoltées.

Période d'activité des tiques

Pour la majorité des espèces, la présence sur les bovins a été saisonnière. Celle-ci est résumée dans le tableau II. On note une succession des espèces et des stades évolutifs au cours de l'année.

* L'identification a été confirmée par le docteur P.C. Morel (†), Iemvt, Maisons-Alfort, France

Tableau I

Effectifs et proportions relatives des espèces de tiques récoltées

Genres	Espèces	Effectif	%
<i>Hyalomma</i>	<i>lusitanicum</i>	796	20,02 ± 1
	<i>excavatum</i>	669	16,83 ± 1
	<i>marginatum marginatum</i>	707	17,79 ± 1
	<i>detritum</i>	417	10,49 ± 0,9
	<i>impeltatum</i>	37	0,93 ± 0,3
	<i>marginatum rufipes</i>	3	0,08 ± 1
	<i>Rhipicephalus</i>	<i>bursa</i>	1 027
<i>turanicus</i>		185	4,65 ± 0,6
<i>sanguineus</i>		12	0,30 ± 0,2
<i>Haemaphysalis</i>	<i>punctata</i>	47	1,18 ± 0,4
<i>Boophilus</i>	<i>annulatus</i>	45	1,13 ± 0,3
<i>Dermacentor</i>	<i>marginatus</i>	27	0,68 ± 0,3
<i>Ixodes</i>	<i>ricinus</i>	3	0,08 ± 0,09
Total		3 975	100

Intervalle de confiance à 5 %

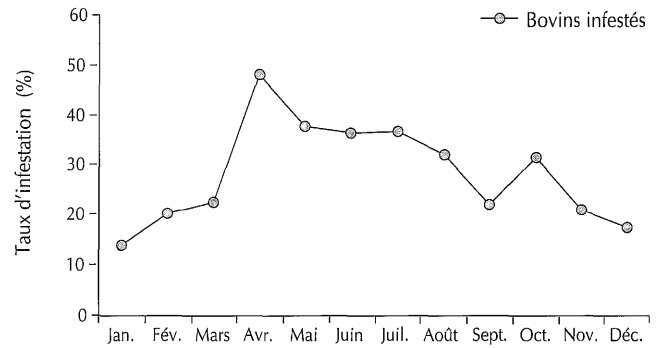


Figure 3 : évolution du taux d'infestation des bovins par les tiques au cours de l'année.

Pendant la saison chaude, c'étaient des espèces thermophiles, telles celles des genres *Hyalomma* et *Rhipicephalus*, qui ont été trouvées sur les bovins. Les autres espèces (*Haemaphysalis punctata*, *Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus*) n'ont été récoltées qu'à partir de l'automne. *B. annulatus* a été recueilli uniquement en septembre. Les préimagos des deux autres espèces monotropes l'ont été pendant l'automne (*H. detritum*) et l'hiver (*R. bursa*).

Association d'espèces

Plusieurs espèces peuvent parasiter le même animal. L'association minimale de deux espèces a été observée au mois de janvier et l'association maximale (cinq espèces) au mois de juin. Ceci conditionne bien sûr la charge parasitaire d'un animal à un moment donné.

Caractères de l'activité parasitaire des espèces

La description a été limitée aux espèces les plus dominantes, les autres espèces ayant eu un taux d'infestation inférieur à 1 p. 100.

Tableau II

Périodes d'activité parasitaire des espèces de tiques dans la région de Tiaret

Printemps	Été	Automne	Hiver
<i>Hyalomma lusitanicum</i> , <i>H. excavatum</i>			
<i>H. marginatum marginatum</i>			
<i>Rhipicephalus turanicus</i> , <i>R. sanguineus</i>			
<i>R. bursa</i> (adultes) <i>R. bursa</i> (préimagos), <i>Haemaphysalis punctata</i>			
<i>Hyalomma detritum</i> (adultes), <i>H. impeltatum</i> , <i>Boophilus annulatus</i> (adultes + préimagos)			
<i>Dermacentor marginatus</i> <i>Dermacentor marginatus</i> , <i>Ixodes ricinus</i>			

D'après la figure 4, sur la base du taux d'infestation, trois espèces ont eu une présence dominante sur les bovins : *H. excavatum*, *H. m. marginatum* (environ 13 p. 100) et *R. bursa* (11 p. 100). Les variations mensuelles du taux d'infestation des espèces ditropes et monotropes dominantes sont indiquées respectivement par les figures 5 et 6.

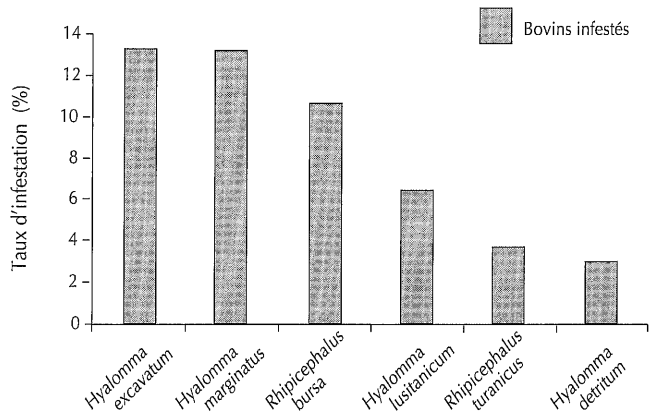


Figure 4 : taux d'infestation des bovins par les espèces dominantes.

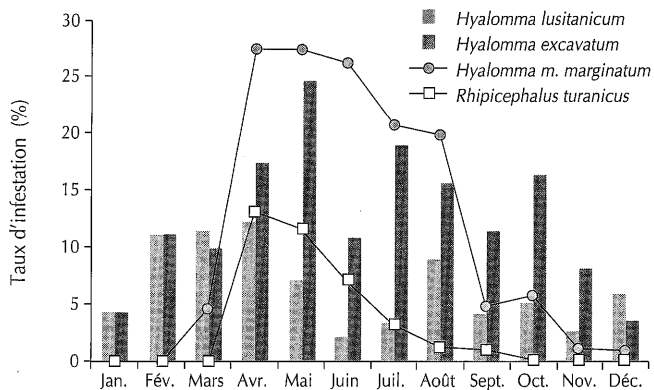


Figure 5 : évolution du taux d'infestation bovine par les espèces ditropes dominantes au cours de l'année.

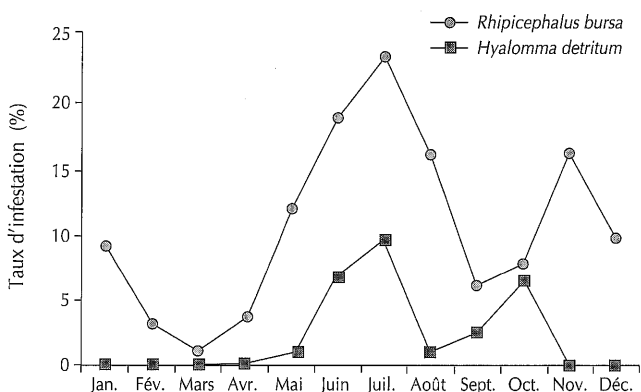


Figure 6 : évolution du taux d'infestation bovine par les espèces monotropes dominantes au cours de l'année.

La charge parasitaire globale (3 975 tiques/1 240 bovins), relative à toute la région, qui était théorique, a été d'environ trois tiques par animal. Cependant, à cause d'une variation entre les espèces, le tableau III montre les charges individuelles maximales réellement observées.

Tableau III

Charges parasitaires individuelles maximales des espèces de tiques dominantes

Espèces	Charge individuelle maximale *	Mois de l'observation
<i>Hyalomma lusitanicum</i>	65	Avril
<i>H. marginatum marginatum</i>	41	Mai
<i>Rhipicephalus turanicus</i>	22	Juin
<i>H. excavatum</i>	38	juillet
<i>R. turanicus</i>	22	Juin
<i>H. detritum</i> (adultes)	56	Juillet
<i>H. detritum</i> (préimagos)	44	Septembre
<i>R. bursa</i> (adultes)	50	Juin
<i>R. bursa</i> (préimagos)	36	Novembre

* Nombre de tiques par animal

Espèces ditropes

H. excavatum a été présente sur les bovins pendant toute l'année. Cette espèce a été de loin la plus largement distribuée dans la région. Elle a été rencontrée dans le même biotope que *H. m. marginatum*.

H. m. marginatum a été trouvée sur les bovins depuis mars jusqu'à décembre. L'espèce a été rencontrée dans les biotopes ouverts (prairies et zones de cultures domestiques).

H. lusitanicum a eu une activité annuelle. C'est l'espèce qui a réalisé la plus forte charge parasitaire sur les bovins. Elle a été surtout récoltée dans les zones boisées et buissonneuses de la région.

Rhipicephalus turanicus a eu une activité saisonnière relativement courte, s'étendant d'avril à août. La distribution de l'espèce dans la région a été moins importante que celle de *R. bursa* (figure 5).

Espèces monotropes

R. bursa a été présente toute l'année, mais avec un caractère saisonnier, partagé entre les adultes (saison chaude) et les préimagos (saison froide). Un seul animal a porté des adultes et des préimagos en même temps. L'espèce a été largement distribuée dans la région, depuis le nord jusqu'à l'extrême sud.

H. detritum a eu une activité saisonnière nette, avec deux pics, partagés entre adultes et préimagos. Contrairement aux résultats de Yousfi-Monod et Aeschlimann (8), dont l'étude a englobé toute l'Oranie, ils devaient hiberner plus tôt : ils n'ont pas été trouvés sur les animaux en novembre et décembre.

B. annulatus, l'espèce principale intervenant dans la transmission des babésioses bovines (6), a été quasiment absente de Tiaret. Sur 1 240 bovins examinés, seuls deux ont été parasités par cette espèce. Les deux bovins provenaient d'une même localité, à climat plus humide, située à la limite nord de la région (Rahouia). L'effectif de tiques récolté se composait de 39 adultes et 6 préimagos (figure 6).

■ DISCUSSION

L'étude a tenté de révéler l'importance pathologique potentielle des différentes espèces récoltées sur les bovins. Cette importance est liée à la fois à l'effectif de l'espèce de la tique, au taux d'infestation des bovins, à la durée d'activité sur l'année et à son rôle éventuel dans la transmission d'agents pathogènes aux bovins, dont les piroplasmoses. Par ailleurs, la charge parasitaire conditionne la situation immunitaire des animaux envers ces pathologies, dite « état épidémiologique » (4).

Du point de vue de l'affinité pour les bovins, ont été distinguées des tiques pratiquement ditropes (*I. ricinus* et *Hm. punctata* incluses) et des tiques monotropes. L'activité parasitaire des tiques récoltées a été saisonnière et deux groupes ont été différenciés : un groupe actif en saison chaude (espèces thermophiles) et un autre actif en saison froide (espèces mésophiles). Pour les espèces monotropes, les adultes ont prédominé au cours de la saison chaude et les préimagos, plus sensibles à la dessiccation, ont infesté les bovins au cours de l'automne et de l'hiver.

Le taux global d'infestation des bovins, de l'ordre de 30 p. 100, a semblé assez faible, mais sa signification est devenue plus importante lorsque le taux a été considéré au moment de l'activité parasitaire la plus intense. Ainsi, entre avril et juin, le taux d'infestation a atteint 40,4 p. 100 des animaux examinés au cours de ce mois, et le nombre de tiques a représenté alors 46,6 p. 100 de la population totale des tiques récoltées.

La faiblesse du taux global d'infestation devait être la conséquence de la variation saisonnière de l'activité parasitaire des tiques, ainsi que de la concentration des espèces dans des microclimats différents les un des autres (cas de *H. lusitanicum*).

La charge parasitaire a commencé à grimper au début du printemps. Son augmentation a notamment été liée à l'apparition successive des espèces, entraînant une infestation multiple des bovins, ce qui a expliqué la charge parasitaire individuelle maximale de 72 tiques/animal, observée au mois de juin (cinq espèces sur le même animal). Cependant, la charge mensuelle maximale a été basse (5 tiques/animal), si l'on considère que les bovins peuvent être infestés par des centaines de tiques. En général, dans la région étudiée, les traitements acaricides ne sont pas courants, du fait de la cherté relative de certains produits et de l'ignorance des éleveurs des effets nuisibles représentés par les tiques. Quand ils sont utilisés, les traitements sont réalisés entre juin et juillet, et surtout sur des bovins importés. Cette région appartient à la zones des hauts-plateaux, comportant essentiellement des zones dégagées, pauvres en végétation. La plupart du temps, les animaux parcourent de larges distances pour se nourrir, sans rester suffisamment longtemps au même endroit. A cela s'ajoute l'état immunitaire des animaux qui devait expliquer la faible charge parasitaire observée.

Les espèces numériquement dominantes ont été *H. lusitanicum* (20 p. 100) et *H. m. marginatum* (16,8 p. 100). Elles ne semblent pas être impliquées naturellement dans la transmission de piroplasmoses. Cependant, *H. m. marginatum* étant de taille assez grande entraîne des lésions inflammatoires notables au point de piqûre, notamment au niveau de la mamelle, et peut être à l'origine d'une anémie importante, une tique femelle pouvant prélever 10 ml de sang sur l'animal (2).

Le fait que la charge parasitaire ait été la plus élevée chez *H. lusitanicum* devait être en relation avec son biotope. Ce dernier, caractérisé par une végétation dense, doit offrir une bonne protection aux tiques et empêche, par sa structure, le déplacement rapide des bovins, facilitant ainsi leur infestation. Mais le nombre d'animaux

parasités par cette espèce n'a pas été important : 6,4 p. 100 des animaux examinés.

La rareté de *B. annulatus* (taux d'infestation des bovins inférieur à 1 p. 100), vecteur des babésioses bovines en Algérie (6), devait être principalement lié au climat très sec de la région étudiée, cette espèce de type mésophile ayant une affinité pour des zones tempérées humides. Elle doit avoir un rôle pathogène assez réduit dans la région.

H. detritum est reconnu vecteur naturel de *Theileria annulata* en Algérie (6). Cette espèce a été relativement peu présente à Tiaret, avec un taux d'infestation des bovins de 3 p. 100 seulement. La maladie peut être inoculée aux animaux par une transmission transtadiale de *Theileria* (1, 7). On peut supposer qu'elle ne peut être observée sur les bovins de la région qu'entre juin et août.

En revanche, le taux d'infestation des bovins supérieur (11 p. 100) pour *R. bursa*, reconnu vecteur de piroplasmoses bovines en Algérie (6), ainsi que sa présence quasiment annuelle partagée entre adultes et préimagos devaient en faire l'espèce la plus importante dans la région. Son activité plus durable rend ainsi l'apparition des cas de babésioses possible au cours de toute l'année, plus particulièrement entre le printemps et l'automne, sachant que les agents de ces maladies peuvent être inoculés aux bovins par la larve, la nymphe et la femelle dès les premiers jours du repas sanguin (3, 6).

Comparativement, selon l'étude de Sergent et coll. (6), les cas de piroplasmoses bovines s'observent sur toute l'année en Algérie, mais la majorité (80 p. 100) sont concentrés entre juin et septembre, avec une intervention forte de *B. annulatus*. Dans une autre étude, effectuée au nord-ouest du pays, ce sont en particulier les cas de theilériose qui prédominent, coïncidant avec une fréquence élevée de *H. detritum* (8). L'élevage n'ayant pas changé en Algérie (traditionnel, avec importations ponctuelles de races bovines européennes), on peut estimer que le facteur le plus important dans les variations du parasitisme est d'ordre géo-climatique, les régions de l'est du pays étant plus humides et plus fournies en végétation que les régions de l'ouest.

La lutte contre les tiques doit tenir compte de l'état de prémunition des animaux. Il est logiquement plus fragile pour les sujets importés que pour les sujets autochtones. Sur la base des observations de terrain de cette étude, de nombreux bovins porteurs de tiques étaient fortement amaigris et certains ont succombé à des piroplasmoses malgré les traitements. Le cheptel est-il dans une situation d'instabilité enzootique (4) ? Le nombre de tiques nécessaire au maintien de l'état de prémunition n'étant pas connu, la réponse exige des études plus approfondies à ce sujet.

Cependant l'utilisation d'acaricides semble indispensable à certaines périodes de l'année. La charge parasitaire et le taux d'infestation ont été à leur maximum en été pour les adultes et en automne pour les préimagos. Les traitements peuvent donc être utilisés chez les animaux les plus infestés, en mai et en octobre, afin de diminuer l'incidence des piroplasmoses qui sont fréquemment signalées dans la région au cours de la saison chaude.

■ CONCLUSION

Pour la région étudiée, le présent travail fait apparaître les points suivants : des taux d'infestation bovine et de charge parasitaire faibles (par rapport à des régions de l'est du pays) ; une influence des conditions géo-climatiques sur la répartition des espèces, avec une prédominance d'espèces thermophiles (*Hyalomma* spp., *Rhipicephalus* spp.), et une relative faible présence des espèces monotropes, notamment *H. detritum* et *B. annulatus* ; une dominance numérique de trois espèces (*H. lusitanicum*, *H. excavatum* et

H. m. marginatum), sur lesquelles il faudra approfondir les investigations concernant l'incidence pathologique directe et indirecte ; une dominance de *R. bursa* parmi les espèces monotropes, avec une répercussion probable sur l'apparition des cas de babésioses bovines dans la région ; et un niveau d'activité maximal des stades adultes en été et celui des stades préimaginaux en automne, conditionnant le calendrier des traitements acaricides, mais qui ne doit pas être appliqué de façon systématique. En effet, il est recommandé d'approfondir les études sur la question de l'état de prémunition des bovins, afin de pouvoir déterminer de façon précise les charges parasitaires nécessaires à son maintien. Enfin, il est nécessaire de conforter la possible prédominance des babésioses par rapport à la theilériose par des études épidémiologiques sur ces pathologies elles-mêmes.

Remerciements

Ce document est dédié à la mémoire du docteur P.C. Morel. J'adresse mes sincères remerciements, pour leur précieuse collaboration, au professeur Phan Trong Cung (université de l'agriculture, Hanoi, Vietnam), ainsi qu'au docteur K. Gadomska (W. Stefanski Institut of Parasitology of Polish Academy of Sciences, Pologne).

Summary

Boukhaboul A. Parasitism of Cattle Ticks (Ixodidae) in Tiaret, Algeria

In order to better understand the problem of damages and diseases transmitted by ticks (Ixodidae) to cattle in Algeria, the author studied the seasonal features of their parasitic activity in the region of Tiaret (Algeria). From January to December, in a sample of 1240 cattle examined, 368 were infested by ticks, with a global cattle infestation rate of about 30%. The maximum monthly parasitic burden was five ticks per animal. Among 3975 ticks collected, 13 species were identified, with six species of the genus *Hyalomma* (66%) and three of that of *Rhipicephalus* (31%). The numerically dominant species was *H. lusitanicum* (20%), whereas *H. excavatum* and *H. marginatum marginatum* had the highest cattle infestation rates (13%). The three monotropic species, recognized as vectors of bovine piroplasmosis in Algeria, represented 37.4% of the total tick population. Among these, *Rhipicephalus bursa* represented 69%, *Hyalomma detritum* 28%, and *Boophilus annulatus* 3%. The semiarid climate of the region must have been less favorable to *B. annulatus*. The presence of *R. bursa* was shown to be all year round, whereas that of *H. detritum* was limited to about four months, because of a more prolonged wintry diapause of its preimagos. *R. bursa* predominance indicated that babesioses must have occurred more frequently in the region than theileriosis (caused by *Theileria annulata*). The low tick burden observed and the numerous cases of piroplasmoses reported in cattle underlied the presence of an enzootic stability problem towards these diseases. Because of a potential infection risk during some periods of the year, notably in imported animal breeds, owing to adult tick predominance in the hot season and preimagos in the cold season, a preventive acaricide treatment can be applied in May and October.

Key words: Cattle – Ixodidae – Metastigmata – Tick – Piroplasmosis – Algeria.

BIBLIOGRAPHIE

1. BHATACHARYULLU Y., CHAUDRI R.D., GILL B.S., 1975. Transtadial transmission of *T. annulata* through common ixodid ticks infesting Indian cattle. *Parasitology*, **71**: 1-7.
2. KAUFMANN J., 1996. Parasitic infections of domestic animals: a diagnostic manual. Basel, Switzerland, Birkhäuser Verlag.
3. MEHLHORN H., SCHEIN E., 1984. The piroplasms: life-cycle and sexual stage. *Adv. Parasitol.*, **23**: 37-103.
4. MOREL P.C., 1981. In : Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Maisons-Alfort, France, Lemvt, p. 475-509, 593-623.
5. ROUINA A.D., 1981. Etude clinique de la theilériose bovine sur 237 cas en Algérie. Thèse vétérinaire, OPU, Alger, Algérie, 60 p.
6. SERGENT E., DONATIEN A.L., PARROT L.M., LESTOQUARD F., PLANTUREU E., 1945. Etude sur les piroplasmoses bovines. Alger, Algérie, Institut Pasteur, 770 p.
7. SERGENT ET COLL., 1936. Cycle évolutif de *Theileria dispar* du bœuf chez la tique *Hyalomma mauritanicum*. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, **14** : 259-294.
8. YOUSFI-MONOD R., AESCHLIMANN A., 1986. Recherches sur les tiques (Ixodidae) parasites des bovidés dans l'Ouest algérien. *Ann. Parasitol. Hum. comp.*, **61** : 341-358.

Accepté le 28.05.2004

Resumen

Boukhaboul A. Parasitismo de las garrapatas (Ixodidae) de los bovinos en Tiaret, Argelia

Con el fin de cernir mejor el problema de la nocividad y de las enfermedades transmitidas por las garrapatas (Ixodidae) en los bovinos de Argelia, el autor estudió los caracteres estacionales de la actividad parasitaria en la región de Tiaret, Argelia. Entre enero y diciembre, de una muestra de 1 240 bovinos examinados, 368 estaban infestados por garrapatas, con una tasa de infección global de alrededor de 30%. La carga parasitaria mensual máxima fue de cinco garrapatas por animal. Entre las 3975 garrapatas recolectadas, se identificaron 13 especies, de las cuáles seis del género *Hyalomma* (66%) y tres del género *Rhipicephalus* (31%). La especie dominante en cantidad fue *H. lusitanicum* (20%), mientras que *H. excavatum* y *H. marginatum marginatum* presentaron las tasas de infestación de los bovinos más elevadas (13%). Las tres especies monotrópicas, reconocidas como vectores de piroplasmosis bovinas en Argelia, representaron 37,4% de la población total de garrapatas. Entre estas, *Rhipicephalus bursa* representó 69%, *Hyalomma detritum* 28% y *Boophilus annulatus* 3%. El clima semi árido de la región debe haber sido menos favorable para *B. annulatus*. La presencia de *R. Bursa* fue anual, mientras que la de *H. detritum* se limitó a alrededor cuatro meses, debido a una pausa invernal más prolongada de los pre imagos. La predominancia de *R. bursa* permitió pensar que las babesiosis deben ser más frecuentes en la región que la theileriosis (por *Theileria annulata*). La baja carga parasitaria observada y los numerosos casos de piroplasmosis señalados en los bovinos suponen la existencia de un problema de estabilidad enzoótica de estas enfermedades. Debido al riesgo potencial de infección durante ciertos periodos del año, principalmente para los bovinos importados, provocado por la predominancia de garrapatas adultas durante la estación caliente y de los pre imagos en la estación fría, debe administrarse un tratamiento acaricida preventivo entre mayo y octubre.

Palabras clave: Ganado bovino – Ixodidae – Metastigmata – Garrapata – Piroplasmosis – Argelia.

Comparer des relevés de dates différentes au même emplacement. Exemple du Tchad

P. Daget¹ A. Gaston² G. Forgiarini³

Mots-clés

Pastoralisme – Végétation – Méthode – Tchad.

Résumé

Diverses méthodes sont exposées pour comparer la flore, la végétation et la stratification du tapis végétal d'une station particulière à deux dates successives : application à des steppes du Tchad.

INTRODUCTION

La végétation sahéenne du Tchad a été étudiée depuis les années 1960 et a fait l'objet d'un suivi plus ou moins régulier, eu égard aux événements survenus dans ce pays. Les observations ont été recueillies selon des protocoles homogènes et ont été enregistrées dans la base Flotrop (7, 13). Il nous paraît intéressant d'étudier les variations de composition floristique survenues au cours du temps afin de cerner d'éventuelles évolutions du couvert végétal. La présente note propose un groupe de méthodes simples pour caractériser les éventuelles variations et mesurer les écarts observés entre deux dates. Ces méthodes sont appliquées à la confrontation de couples de relevés extraits de la base.

METHODE D'APPROCHE

Pour illustrer les méthodes présentées, deux relevés ont été retenus ; ils proviennent des savanes au nord-est du lac Tchad à huit ans d'intervalle. Leurs compositions sont présentées au tableau I. Les listes sont différentes, tant sur les présences que sur les abondances-dominances ; le problème est d'évaluer l'importance de ces différences.

Tableau I

Deux relevés du Tchad faits au même emplacement avec dix ans d'écart

Espèces	Relevé 1	Relevé 2
<i>Abildgaardia hispidula</i>	0 *	1
<i>Acacia raddiana</i>	0	0
<i>Acacia senegal</i>	0	0
<i>Aristida mutabilis</i>	4	3
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0	0
<i>Cenchrus biflorus</i>	0	.
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	.	0
<i>Eragrostis tremula</i>	.	1
<i>Gisekia pharnacoides</i>	.	0
<i>Ipomoea coptica</i>	1	0
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	0	3

* Les coefficients d'abondance-dominance selon l'échelle classique (Boudet, 1970, Iemvt ; Braun-Blanquet, 1963, Springer) dans laquelle le symbole + est remplacé par 0

Différence entre flores

En ce qui concerne la flore, le problème est aisé, il suffit de calculer la distance de Hamming entre ces deux relevés ; on sait (4) qu'elle s'écrit :

$$H = 1 - J$$

où J est le coefficient de communauté de Jaccard égal au rapport du nombre d'espèces communes au nombre total d'espèces. Ici, sur 11 espèces, sept sont communes entre les deux relevés, donc :

$$H = 100 \left(1 - \frac{7}{11}\right) = 36$$

1. Cirad-emvt et Grefo, TA 30/E, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France
E-mail : philippe.daget@cirad.fr

2. UMR d'agronomie, Inra-Ina.PG, BP 01, 78850 Thiverval-Grignon, France
Actuellement : résidence Métropole D7-99, av. du Général Leclerc, 94700 Maisons-Alfort, France

3. Cirad-emvt, TA 30/E, 34398 Montpellier Cedex 5, France
forgiarini@cirad.fr

- On retiendra les qualifications suivantes :
- différence floristique très faible pour $H < 20$
 - faible $20 \leq H < 40$
 - moyenne $40 \leq H < 60$
 - forte $60 \leq H < 80$
 - très forte $80 \leq H$

Ici, avec $H = 36$ compris entre 20 et 40, la différence floristique est faible.

Différence entre végétations

Pour comparer la masse végétale, on utilisera la distance D donnée par le complément à 1 du coefficient de communauté de Kulczynski (1, 8) :

$$D = 1 - K$$

K s'exprimant comme la somme des contributions spécifiques (Cs) minimales des espèces communes. Dans une première étape, il faut donc convertir les coefficients d'abondance-dominance en recouvrements. Cette conversion est faite (6) par la formule :

$$R = \text{IND} \left(\frac{90}{35 - c} \right)$$

où c est le coefficient d'abondance-dominance, avec la fonction IND(x) qui extrait la partie entière de tout x ; de plus, on pose que $R = 0,1$ quand $c = 0$. Le tableau I (colonnes 2 et 3) devient tableau II avec les contributions spécifiques (8) figurant dans les colonnes 4 et 5 ; rappelons que les contributions spécifiques s'obtiennent à partir des recouvrements par :

$$Cs(i) = 100 \frac{R(i)}{\sum_{i=1}^n R(i)}$$

donc, pour *Abildgaardia hispidula* dans le relevé 2, il vient :

$$Cs(1) = 100 \frac{1}{1 + 0,1 + \dots + 10} = 4,4$$

Tableau II

Recouvrements et contributions spécifiques calculés d'après les coefficients d'abondance-dominance dans les deux relevés du Tchad

	Recouvrement		Contribution	
	1	2	1	2
<i>Abildgaardia hispidula</i>	0,1	1	0,3	4,4
<i>Acacia raddiana</i>	0,1	0,1	0,3	0,4
<i>Acacia senegal</i>	0,1	0,1	0,3	0,4
<i>Aristida mutabilis</i>	30,0	10,0	94,9	44,2
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,1	0,1	0,3	0,4
<i>Cenchrus biflorus</i>	0,1	.	0,3	0
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	.	0,1	0	0,4
<i>Eragrostis tremula</i>	.	1	0	4,4
<i>Gisekia pharnacoides</i>	.	0,1	0	0,4
<i>Ipomoea coptica</i>	1	0,1	3,2	0,4
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	0,1	10	0,3	44,2

En gras : contributions spécifiques minimales

La somme des Cs minimales, indiquées en gras dans le tableau II, est :

$$0,3 + 0,3 + 0,3 + 44,2 + 0,3 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,4 + 0,3 = 46,1$$

donc 46 p. 100 de la masse végétale est restée identique d'une observation à l'autre ; la distance D est dans ce cas : $100 - 46,1 = 53,9 \approx 54$. On utilisera les seuils précédents pour qualifier les divergences observées :

- divergence très faible pour $D < 20$
- faible $20 \leq D < 40$
- moyenne $40 \leq D < 60$
- forte $60 \leq D < 80$
- très forte $80 \leq D$

Ici, où $D = 54$, la divergence entre les végétations est moyenne.

Il faut noter que la confrontation porte sur la seule masse végétale et non sur la manière dont elle est constituée et sa disponibilité. Aussi, une troisième analyse s'impose-t-elle ; elle porte sur la stratification de la végétation.

Différence entre stratifications

Les espèces sont réparties en quatre « strates » : arbres, arbustes, herbacées pérennes et annuelles, puis les recouvrements sont cumulés dans chaque strate (tableau III).

Tableau III

Recouvrements des quatre « strates » dans les deux relevés du tableau I

Arbres	0,3	0,3
Arbustes	0,1	10
Pérennes	0	0
Annuelles	31,1	12,3

Soient les deux observations O1 et O2 d'une des strates faites à deux dates successives au même endroit : on calcule (5, 15) leur différence d et leur somme s, puis la statistique :

$$X = \frac{(O1 - s/2)^2}{s/2} + \frac{(O2 - s/2)^2}{s/2} = \frac{d^2}{s}$$

X suit une loi du χ^2 à un degré de liberté. Il y a donc un écart peu significatif (seuil 10 p. 100) entre O1 et O2 lorsque $2,71 \leq X < 3,84$, significatif (seuil 5 p. 100) lorsque $3,84 \leq X < 6,60$, et très significatif (seuil 1 p. 100) lorsque $6,60 \leq X$. Dans le cas présent les différentes valeurs sont réunies dans le tableau IV.

Tableau IV

Analyse des différences entre stratifications des relevés du tableau I

	d	s	X	Signification
Arbres	0	0,6	0	ns
Arbustes	9,9	10,1	9,7	***
Pérennes	0	0	0	ns
Annuelles	18,8	43,4	8,14	***

En huit ans il y eu un embroussaillement très significatif de la station et une diminution drastique du tapis herbacé (rien à signaler quant aux arbres).

Pour l'ensemble des quatre strates, on compare $X' = X1 + X2 + X3 + X4$ aux valeurs liminaires 6,25 - 7,81 et 11,34 du χ^2 à trois degrés de liberté pour décider du niveau de signification des différences de stratification observées (15).

$$\text{Ici } X' = 0 + 9,7 + 0 + 8,14 = 17,84$$

Comme X' est supérieur au seuil le plus élevé (11,34), la conclusion est qu'en huit ans la divergence entre les stratifications d'une observation à l'autre a été très significative.

Application

Treize stations ont été repérées dans une zone située entre 13 et 16° de latitude N et entre 14 et 18° de longitude E ; il s'agit donc d'une zone s'étendant au nord-est du lac Tchad. Ces stations ont fait l'objet de deux observations à quelques années de distance. Ces observations ont été comparées selon les méthodes précédentes.

■ Observations d'A. Gaston, respectivement en 1967 et 1975

Station 1, relevés 249 et 749

Flore : divergence faible ($H = 33$)

Végétation : divergence forte ($D = 77$)

Stratification : différence peu significative au niveau global ($X' = 7$) malgré une augmentation significative des ligneux bas ($X = 4,95$)

Station 2, relevés 269 et 753

Flore : divergence forte ($H = 70$)

Végétation : divergence moyenne ($D = 43$)

Stratification : différence significative au niveau global ($X' = 9,65$) due à un accroissement significatif des annuelles ($X = 5,7$)

Station 3, relevés 270 et 754

Flore : divergence très forte ($H = 81$)

Végétation : divergence forte ($D = 79$)

Stratification : divergence globale très significative ($X' = 12,3$), consécutive à une augmentation significative des ligneux bas ($X = 5$), concomitante avec une diminution significative des herbacées pérennes ($X = 5,05$)

Station 4, relevés 253 et 764

Flore : divergence très forte ($H = 84$)

Végétation : divergence très forte ($D = 88$)

Stratification : divergence globale significative ($X' = 8,7$), consécutive à une augmentation très significative des ligneux bas ($X = 8,1$)

Station 5, relevés 153 et 772

Flore : divergence complète ($H = 1$)

Végétation : divergence complète ($D = 100$)

Stratification : les divergences observées ne sont pas significatives ($X' = 4,1$ et $X = 2,4$)

Station 6, relevés 153 et 773

Flore : divergence forte ($H = 79$)

Végétation : divergence très forte ($D = 96$)

Stratification : les divergences observées ne sont pas significatives ($X' = 3,45$ et $X = 2,4$)

Station 7, relevés 155 et 775

Flore : divergence forte ($H = 62$)

Végétation : divergence moyenne ($D = 51$)

Stratification : divergence globale peu significative ($X' = 6,3$) liée à une divergence des annuelles elle-même peu significative ($X = 3,80$)

Station 8, relevés 309 et 758

Flore : divergence forte ($H = 62$)

Végétation : divergence moyenne ($D = 49$)

Stratification : divergence globale peu significative ($X' = 6,3$) liée à une divergence des annuelles elle-même peu significative ($X = 3,80$)

Station 9, relevés 169 et 760

Flore : divergence moyenne ($H = 55$)

Végétation : divergence moyenne ($D = 46$)

Stratification : divergence globale peu significative ($X' = 6$)

Station 10, relevés 314 et 751

Flore : divergence forte ($H = 78$)

Végétation : divergence faible ($D = 28$)

Stratification : divergence globale très significative ($X' = 15,9$) résultant d'un embroussaillage significatif ($X = 4,95$) et d'une chute des annuelles très significative ($X = 10,9$)

■ Observations respectivement dans les relevés d'A. Gaston en 1967 et d'I. Yosko en 1987

Station 11, relevés 241 et 71

Flore : divergence très forte ($H = 80$)

Végétation : divergence faible ($D = 26$)

Stratification : divergence globale significative ($X' = 9,5$) liée à une diminution significative des herbacées pérennes ($X = 6,5$)

Station 12, relevés 240 et 73

Flore : divergence totale ($H = 100$)

Végétation : divergence très faible ($D < 20$)

Stratification : divergence très significative ($X' = 56$) correspondant à un fort embroussaillage ($X = 14,9$) et une augmentation considérable des annuelles ($X = 40,7$)

Station 13, relevés 244 et 70

Flore : divergence très forte ($H = 68$)

Végétation : divergence très faible ($D < 20$)

Stratification : divergence très significative ($X' = 13,5$) correspondant à un fort embroussaillage

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau V récapitule les résultats obtenus. Il permet de caractériser l'évolution d'ensemble de la végétation, dans la mesure où les couples étudiés en sont représentatifs. Un procédé empirique (9), consistant à caractériser le potentiel évolutif des différentes strates par le nombre d'astérisques qui leur correspondent, peut être employé pour caractériser la dynamique de la végétation :

– pour les arbres, aucun astérisque, pas d'évolution perceptible au cours de la période étudiée ;

– pour les arbustes, 13 astérisques pour un maximum possible de 39 (13 x 3), soit 31 p. 100 ; cela traduit une nette tendance à l'embroussaillage des steppes régionales ;

Tableau V

Analyse de la variation de la stratification dans 13 sites du nord-est du lac Tchad

Païres	Arbres	Arbustes	Pérennes	Annuelles	Ensemble
1	ns	**	ns	ns	*
2	ns	ns	ns	**	**
3	ns	**	**	ns	***
4	ns	***	ns	ns	**
5	ns	ns	ns	ns	ns
6	ns	ns	ns	ns	ns
7	ns	ns	ns	*	*
8	ns	ns	ns	*	*
9	ns	ns	ns	ns	ns
10	ns	**	ns	*	*
11	ns	ns	**	ns	**
12	ns	***	ns	***	***
13	ns	***	ns	ns	***

– pour les herbacées pérennes, 4 astérisques, soit 11 p. 100, traduisant une faible diminution des espèces herbacées pérennes qui de toutes manières n'avaient qu'un faible recouvrement global initial ;
 – pour les annuelles, 16 astérisques, soit 33 p. 100, traduisant une importante variabilité ; le plus souvent il s'agit d'une sensible décroissance de leur recouvrement global, sauf dans un cas où on l'observe une croissance considérable (probablement lié à un aléa climatique).

En définitive, les steppes régionales montrent dans la période 1967-1975 une tendance nette à la dégradation par embroussaillage (10), essentiellement par *Leptadenia pyrotechnica* qui, à la suite de la sécheresse de 1973 (11, 12, 14), semble avoir occupé une niche écologique rendue disponible. Cet embroussaillage est encore plus net entre 1967 et 1985. Dans certains des peuplements presque purs de cette espèce, on a observé après 1980 que pratiquement tous les individus étaient morts sur pied.

On a parfois cherché à caractériser la dégradation des formations sahéliennes par la proportion de sol nu (SN), cet accroissement traduisant la désertification du Sahel consécutif à la péjoration du climat. L'importance du sol nu peut être évaluée par le complément à 100 de recouvrement global de la végétation, ce dernier étant donné comme la somme des recouvrements de toutes les espèces, ce qui dans ces végétations ouvertes conserve un sens.

$$SN = 1 - \sum R(i)$$

où R(i) est le recouvrement de l'espèce i. Cette mesure ne constitue qu'une approximation puisque les plantes herbacées peuvent végéter sous les végétaux ligneux, au moins partiellement, ce qui augmenterait d'autant la proportion de sol nu. L'accroissement réel du sol nu

BIBLIOGRAPHIE

1. BECKING R., 1957. The Zurich-Montpellier school of phytosociology. *Bot. Rev.*, **23**: 411-488.
2. BOUDET G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, France, La Documentation française, 266 p.
3. BRAUN-BLANQUET J., 1963. Pflanzensociologie. Berlin, RFA, Springer, 650 p.
4. CESAR J., DAGET P., 1997. Rechercher des limites écologiques dans une végétation. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 153-156.
5. COX D., LEWIS P., 1969. L'analyse statistique des séries d'événements. Paris, France, Dunod, 272 p.
6. DAGET P., 1998. Biodiversité. V. La végétation stationnelle. *Flotrop Info*, **24** : 1-2.
7. DAGET P., GASTON A., 1999. La mémoire des pâturages africains. *Sécheresse*, **10** : 171-182.
8. DAGET P., POISSONET J., 1969. Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques. Montpellier, France, Cnrs-CEPE, 76 p. (Doc. n° 48)
9. DAGET-BERTOLETTI L., DAGET P., 1974. Expression empirique de la sensibilité des espèces dans une prairie permanente soumise à des traitements comportant divers niveaux. *Fourrages*, **57** : 121-131.

Summary

Daget P., Gaston A., Forgiarini G. Comparing Relevés of Different Dates on the Same Site. Example from Chad

Various methods are described to compare the flora, the vegetation and the stratification of the vegetation cover of a particular station at two successive dates: application to steppes of Chad.

Key words: Pastoralism – Vegetation – Method – Chad.

est donc au moins égal à la mesure SN qui est proposée ici. Les valeurs stationnelles de SN pour les diverses stations étudiées ici avant 1970 ont été confrontées avec les mesures correspondantes après 1975 (figure 1). Il n'y a pas de liaison entre l'importance du sol nu mesurée par SN avant ou après la sécheresse de 1974.

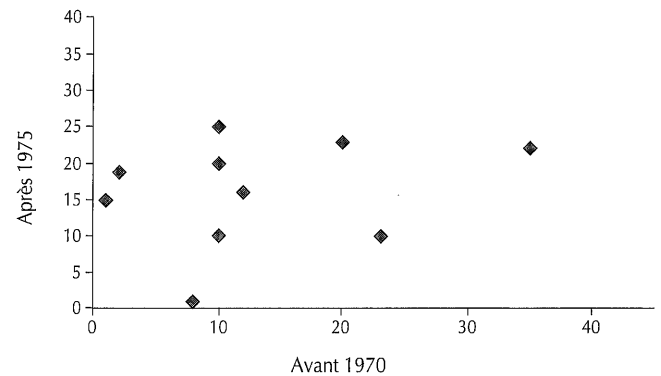


Figure 1 : comparaison des recouvrements globaux avant 1970 et après 1975 dans des steppes tchadiennes au nord-est du lac Tchad.

Il est possible de reprocher à la mesure SN d'inclure les strates ligneuses et de lui préférer une mesure qui ne prendrait en compte que les strates herbacées, les deux dernières du tableau V, parce que ce sont celles qui couvrent directement le sol et donc qui lui assurent protection contre l'érosion surtout éolienne.

10. DONANGMBAYE M., 1998. Une dégradation peu connue : l'embuisonnement des parcours pastoraux des savanes soudaniennes. *Revue sci. Tchad*.
11. GASTON A., 1981. La végétation du Tchad (nord-est et sud-est du lac Tchad. Evolution récente sous des influences climatiques et humaines. Thèse Etat, université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 333 p.
12. GASTON A., 1991. Rapport de mission auprès du réseau d'observation des pâturages naturels, Ropanat. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, 34 p.
13. GASTON A., DAGET P., 2000. La base Flotrop et l'inventaire de la flore des pâturages d'Afrique sahélienne. In XVI^e Congrès international de l'AETFAT, Meise, Belgique.
14. GASTON A., DULIEU D., 1976. Effets de la sécheresse de 1973 sur les pâturages du Kanem Lac. Comparaison avec les études de 1964-1965. Actualisation de la carte. Maisons-Alfort, France, lemvt, 173 p.
15. SNEDECOR G., COCHRAN W., 1968. Statistical methods. Ames, Iowa, IA, USA, Iowa University Press, 548 p.

Accepté le 26.02.2004

Resumen

Daget P., Gaston A., Forgiarini G. Comparar tomas de fechas diferentes en un mismo sitio. Ejemplo del Chad

Se exponen diversos métodos para comparar la flora, la vegetación y la estratificación de la cobertura vegetal de una estación en particular en dos fechas sucesivas: aplicación a estepas de Chad.

Palabras clave: Pastoralismo – Vegetación – Método – Chad.

Rechercher des limites dans une végétation

P. Daget¹ V. Stevoux² T. Le Bourgeois²

Mots-clés

Plante de couverture – Mesure –
Méthode – Végétation –
Zone tropicale – Vietnam.

Résumé

Les changements de milieu peuvent être mis en évidence par des changements dans la structure du tapis végétal. Ces derniers peuvent être détectés et leur importance mesurée par l'utilisation des modèles de Kendall ou de Kulczinski qui utilisent les recouvrements mesurés de chacune des espèces du tapis végétal : application à un essai de plante de couverture au Vietnam.

■ INTRODUCTION

Une précédente note (2) a rappelé comment reconnaître les changements de milieux par l'intermédiaire des changements de flore en utilisant ce qu'on peut appeler le modèle de Hamming, fondé sur l'examen des variations spatiales des distances de Hamming entre les flores de placeaux contigus. Mais ce modèle ne peut rendre compte que de variations notables de la flore. Or, des différences de milieux, parfois relativement importantes, ne se traduisent que par des différences de végétation, notamment dans le cas d'essais. Pour mettre en évidence ces variations, deux modèles simples peuvent être employés parce qu'ils utilisent une plus grande partie de l'information quantitative recueillie sur le terrain. Il s'agit du modèle de Kendall, fondé sur l'examen des variations des distances du même nom entre placeaux contigus, et du modèle

de Kulczinski qui utilise les coefficients de communautés quantitatifs. Ils sont présentés successivement.

■ MODELE DE KENDALL

Kendall (3, 8) a proposé une mesure de la distance entre deux items (ici entre deux relevés) qui s'appuie sur la comparaison de leurs composants (ici les espèces) rangés par ordre d'importance décroissante (donc ici de dominance décroissante). La distance $D(ij)$ entre les items i et j est :

$$D(ij) = \sum_1^n \frac{[R(i) - R(j)]^2}{V_k}$$

$$\text{avec } V_k = \frac{1}{12N} [(N^3 - N) - \sum [t(q)^3 - t(q)]]$$

expression dans laquelle $R(i)$ est le rang de la composante E dans l'item i et $R(j)$ son rang dans l'item j ; N est le nombre total de composants des items i et j . Lorsque plusieurs composants ont la même importance, ils ont le même rang, ils sont *ex aequo* : $t(q)$ en est le nombre pour le rang q .

1. Cirad-emvt et Grefo, TA 30/E, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France
E-mail : philippe.daget@cirad.fr

2. Cirad-Ca/Gec, TA74/09F, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

■ MODELE DE KULCZINSKI

Le modèle de Kendall permet la comparaison des placeaux sur la base du degré de dominance des espèces. Il va plus loin que celui de Hamming qui ne tenait compte que des présences/absences. Il est des situations où le modèle de Kendall reste inefficace. Cela arrive lorsque le degré de dominance est le même, mais avec des intensités très différentes d'un placeau à l'autre. Supposons quatre espèces dont les contributions sont respectivement 50, 25, 20 et 5 dans le premier relevé, et 30, 24, 23 et 15 dans le second ; les rangs sont dans les deux cas les mêmes deux à deux ; alors $D(ij) = 0$. Le modèle de Kulczinski, prenant en compte toute l'information récoltée, permet de résoudre ces cas litigieux. Le coefficient de communauté de Kulczinski (9) permet en effet de comparer simplement deux végétations dans lesquelles les espèces sont pondérées par leur contribution spécifique (CS) (1, 4, 5, 10). Il s'exprime par la somme des contributions spécifiques communes des espèces communes ou, en d'autres termes, par la somme des plus petites contributions des espèces communes. Donc, formellement, pour deux placeaux contigus et pour N espèces, il s'écrit :

$$K = \sum_{e=1}^N \min[CS(e)_j, CS(e)_{j+1}]$$

et il varie de 0 à 100. La distance entre deux végétations s'exprime par le complément à 100 de K, soit :

$$D_K = 100 - K$$

En reprenant les deux relevés précédents avec leurs quatre espèces, le coefficient de communauté de Kulczinski entre eux sera :

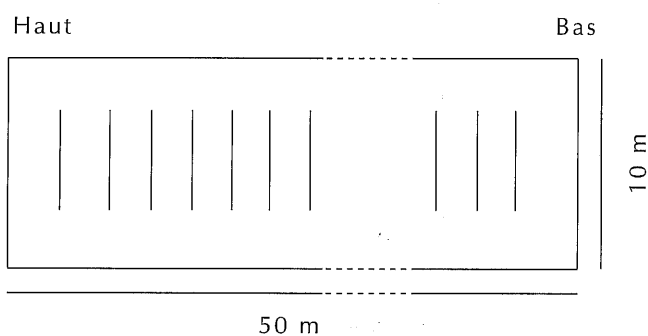
$$K = 30 + 24 + 20 + 5 = 79$$

et la distance $D_K = 100 - 79 = 21$

■ APPLICATION

Données expérimentales

Les données proviennent d'un essai visant à analyser un système de jachère améliorée par un an de plante de couverture dans un système de culture en pente de riz pluvial au Nord Vietnam. Plusieurs plantes de couverture sont testées par des semis dans des parcelles de 50 x 10 m disposées côte à côte le long d'un versant ; celle qui est retenue ici a été semée en *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Sw. Elle a été analysée par un transect comportant 20 lignes parallèles de 90 points-quadrats séparés de 10 cm ; ces lignes sont disposées parallèlement aux lignes de niveau et espacées de 4 m (figure 1). Il s'agit donc d'un échantillonnage en grappe (7). On assimilera chacune de ces lignes à un placeau.



20 lignes de 91 points espacés de 10 cm

Figure 1 : dispositif d'échantillonnage.

Mise en oeuvre du modèle de Kulczinski

Les distances de Kulczinski entre un placeau et son successeur ont été calculées et les valeurs suivantes trouvées :

20,4 - 53,2 - 55,2 - 30,6 - 19,7 - 38,7 - 24,8 - 39,2 - 40,2 - 26,7 - 24,3 - 30,6 - 33 - 43,6 - 59,8 - 62,3 - 43 - 21,4 - 26,2

avec une moyenne de 36,5 et un écart-type de 13,5. Une distance sera significativement plus grande que la moyenne si :

$$d > MOY + t_{(0,05;n)} \sqrt{\frac{VAR}{n}}$$

ce qui donne ici (6), avec n = 19, un nombre de degré de liberté de 18, donc t = 2,101 pour :

$$36,5 = 2,101 \sqrt{\frac{183}{19}} = 43$$

Sur les 19 valeurs calculées, cinq sont significativement plus grandes que la moyenne : ce sont les distances entre les placeaux 2 et 3, 3 et 4, 14 et 15, 15 et 16, et 16 et 17 qui constituent donc les emplacements d'hétérogénéité maximale où se produit un changement significatif de communauté végétale. On pourrait penser que la plante de couverture (*Stylosanthes guianensis*) a un effet uniformisateur. Pour en juger, il suffit de recommencer l'analyse en faisant abstraction de cette espèce. Les distances deviennent :

22,7 - 54,9 - 53,6 - 29,3 - 22,5 - 44,9 - 28,2 - 45,3 - 44 - 30,5 - 24,2 - 31,3 - 31,5 - 40,1 - 60,8 - 60,2 - 43,5 - 15,5 - 33

et la valeur liminaire est de 44. Dès lors deux autres distances apparaissent significatives, entre les placeaux 6 et 7, et 8 et 9. En revanche, la distance entre les placeaux 14 et 15 n'est plus significative. Donc la plante de couverture a effectivement eu un effet de masque et son couvert, presque uniforme autour de 20 p. 100 entre 1 et 12, baisse en 13 et 14 et chute à 1 p. 100 en 15 et 16, ce qui montre que l'importance de la distance entre 14 et 15 était due à la baisse du couvert de *Stylosanthes* et non à la communauté de mauvaises herbes. Les espèces postculturales se distribuent donc en cinq groupes ou, pourrait-on dire, en trois groupes et trois sous-groupes selon le schéma suivant :

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

en considérant les placeaux 3 et 16 comme des secteurs de transition. La mise en oeuvre du modèle de Kendall se ferait de la même manière.

■ CONCLUSION

Pour déceler ou localiser un changement de type de végétation ou de communauté végétale, l'observateur dispose de trois modèles simples : les modèles de Hamming, de Kendall et de Kulczinski. Ils sont susceptibles d'applications complémentaires de plus en plus fines. Le modèle de Hamming mettra en évidence les changements les plus importants se traduisant par des modifications de la flore. Celui de Kendall servira lorsqu'il s'agira de comparer des niveaux de dominance ; celui de Kulczinski, sensible aux plus faibles variations de recouvrement dans des flores identiques, traduira les nuances les plus fines de l'endohétérogénéité liée à la structure même des végétaux constituant le tapis analysé (espèces rhizomateuses ou cespitueuses, barochoriques...).

BIBLIOGRAPHIE

1. BRAY J., CURTIS J., 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, **27**: 325-349.
2. CESAR J., DAGET P., 1997. Rechercher des limites écologiques dans une végétation. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 153-156.
3. DAGET J., DURAND J., 1968. Etude du peuplement de poissons d'un milieu tropical poikilohalin : la baie de Cocody en Côte d'Ivoire. *Cah. Orstom, Hydrobiol.*, **2** : 91-111.
4. DAGET P., POISSONET J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. *Ann. agron.*, **22** : 5-41.
5. DAGET P., POISSONET J., 1991. Prairies permanentes et pâturages. Méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de botanique, 331 p.
6. FRONTIER S., 1981. Méthodes statistiques. Paris, France, Masson, 246 p.
7. GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude de la végétation. Paris, France, Masson, 314 p.
8. KENDALL M., 1955. Rank correlation methods. London, UK, Charles Griffin, 196 p.
9. KULCZINSKI, 1927. Zespoly roslin w Pieninach. [Die Pflanzenassoziationen der Pieninen]. *Bull. int. Acad. Pol. Sci. Lett.*, **199** : 57-203. (en allemand)
10. MUELLER-DOMBOIS D., ELLENBERG H., 1974. Aims, methods of vegetation ecology. New York, USA, Wiley, 548 p.

Accepté le 26.02.2004

Summary

Daget P., Stevoux V., Le Bourgeois T. Investigating Limits in a Vegetation Cover

Changes of the environment can be highlighted by changes in the structure of the vegetation cover, which can be detected and their importance measured by the use of Kendall or Kulczinski's models. They use cover measurements for each vegetation species; Application to a cover-plant trial in Vietnam.

Key words: Cover-plant – Measurement – Method – Vegetation – Tropical zone – Vietnam.

Resumen

Daget P., Stevoux V., Le Bourgeois T. Búsqueda de los límites de una vegetación

Los cambios del medio ambiente pueden evidenciarse mediante cambios en la estructura de la cobertura vegetal. Estos últimos pueden detectarse y su importancia medirse mediante la utilización de los modelos de Kendall o de Kulczinski, que utilizan la medida de la ocupación de cada una de las especies de la cobertura vegetal: aplicación a un ensayo de planta de cobertura en Vietnam.

Palabras clave: Planta de cobertura – Medicion – Método – Vegetación – Zona tropical – Vietnam.



Diagnostic et suivi de la gravidité chez le zébu par échographie

W. Pitala¹ H. Boly¹ M. Zongo¹ Y. Ba²
N.M. Sousa³ L. Sawadogo¹ P. Leroy³ J.F. Beckers^{3*}

Mots-clés

Zébu – Echographie – Diagnostic de gestation – Développement embryonnaire – Reproduction – Burkina Faso.

Résumé

Des diagnostics de gravidité ont été réalisés chez 64 femelles zébus de races Peuhl et Goudali (*Bos indicus*) aux 28^e et 40^e jours postinsémination à l'aide d'un échographe muni d'une sonde linéaire de 6 MHz. Au 28^e jour, l'exactitude globale a été de 92,2 p. 100, avec une exactitude de 92,6 p. 100 et 91,9 p. 100 respectivement pour les diagnostics positif et négatif. Au 40^e jour, l'exactitude globale a été de 98,4 p. 100, avec une exactitude de 100 p. 100 et 97,3 p. 100 respectivement pour les diagnostics positif et négatif. Les fiabilités ont varié de 89,2 p. 100 (fiabilité du diagnostic de gravidité positif au 28^e jour) à 100 p. 100 (fiabilité du diagnostic de gravidité négatif au 40^e jour). Par ailleurs, la croissance fœtale a été suivie chez 16 femelles gravides du 45^e au 120^e jour postinsémination. Les principales mensurations fœtales réalisées ont été les diamètres du crâne et du tronc. Au 45^e jour de la gravidité, les diamètres du crâne et du tronc ont été respectivement de 1,8 ± 0,1 cm et 1,4 ± 0,3 cm. Au 120^e jour, ces valeurs ont été de 6,5 ± 0,6 cm et 5,8 ± 0,5 cm. A partir du 120^e jour, l'utérus a pris une position très profonde, ne permettant plus la visualisation du fœtus en croissance.

■ INTRODUCTION

Le diagnostic précoce de gravidité revêt une grande importance économique en reproduction animale. En effet, il permet de déceler au plus tôt les inséminations artificielles (IA) ou les saillies infructueuses, de repérer les cas d'infertilité et, le cas échéant, de veiller à minimiser les pertes de l'exploitation par le biais de réformes appropriées au sein des troupeaux.

De nombreuses méthodes de diagnostic de gravidité ont été mises au point chez les bovins dont les principales sont les méthodes de laboratoire et les méthodes cliniques. Les méthodes de laboratoire

consistent dans l'utilisation des dosages radio-immunologiques (RIA) ou immuno-enzymatiques (EIA) pour la détection de différentes hormones et protéines synthétisées par le placenta et sécrétées dans la circulation sanguine maternelle et/ou dans le lait. Chez la vache, les principales molécules susceptibles de conduire à un diagnostic de gravidité sont : le sulfate d'œstrone, détectable dans le sérum, le plasma (10) ou le lait (16), la progestérone (22, 23, 32), détectable dans le plasma ou le lait, et les protéines spécifiques ou associées à la gravidité, aussi appelées PSPB (18), PSP-60 (26) ou PAG (29, 34, 40), détectables dans le sérum ou dans le plasma maternel à partir des 28^e-30^e jours de la gravidité.

En ce qui concerne les méthodes cliniques, peuvent être citées la palpation manuelle de l'utérus, réalisée entre les 5^e et 9^e semaines de la gravidité (1, 38), et l'échographie, aussi appelée ultrasonographie en mode-B (4, 7, 9). La méthode échographique fait appel à un appareil à ultrasons fonctionnant en mode-B (brillance) en temps réel. Selon le principe de cette méthode, révisé récemment par El Amiri et coll. (11), l'image échographique résulte de la juxtaposition de points lumineux, leur brillance étant proportionnelle à la variation d'impédance acoustique entre les tissus. Si l'on compare ces deux méthodes, l'échographie permet de réaliser un diagnostic de gravidité environ un cycle en avance par rapport à la palpation transrectale de l'utérus.

1. UFR/SVT, université d'Ouagadougou, 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso

2. IDR, université polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 1091, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

3. Faculté de Médecine vétérinaire, université de Liège, Bd de Colonster 20, Sart-Tilman, Liège, B-4000, Belgique

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +32 43 66 41 61 ; fax : +32 43 66 41 65
E-mail : jfbeckers@ulg.ac.be

L'application de l'échographie au diagnostic de gravidité a fait l'objet de nombreux travaux chez les bovins de types taurin (2, 3, 6, 13, 35, 37) et zébu de race Nellore (27). Parmi d'autres avantages (précocité, résultat immédiat, examen indolore du tractus génital), cette technique offre la possibilité de caractériser la morphologie de l'embryon, de contrôler la vitalité du fœtus, la normalité de son développement morphologique (20, 21, 24), d'évaluer la taille de la portée et, dans certains cas, de déterminer le sexe du fœtus (8, 26, 33). Cependant, l'application de cette méthode reste limitée à cause de son coût élevé et de la lenteur de son application en comparaison avec la technique de palpation transrectale.

L'objectif principal du présent travail a été de déterminer la fiabilité et l'exactitude de l'échographie à l'aide d'une sonde linéaire de 6 MHz pour le diagnostic de gravidité chez les femelles zébus d'Afrique subsaharienne et, par ailleurs, de caractériser la croissance fœtale durant le premier trimestre de la gravidité.

■ MATERIEL ET METHODES

Cadre expérimental

L'étude a été menée en zone périurbaine de Ouagadougou (12° 22' de latitude N et 1° 31' de longitude O). Le climat de cette zone est de type nord soudanien, caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre (600 à 800 mm/an). La température moyenne est de 33 °C, avec des températures minimales de 8 à 20 °C de décembre à janvier et maximales de 34 à 40 °C de mars à avril. La végétation de la zone est de type savane arbustive.

Animaux

Soixante-quatre femelles zébus, de races Peuhl et Goudali, âgées de 4 à 7 ans, de poids compris entre 250 et 375 kg et dont le nombre de vêlages a varié entre 0 et 6, ont été retenues pour cette étude. Les vaches étaient élevées dans un système de type semi-intensif, soit en station expérimentale, soit dans des fermes situées dans le milieu périurbain de Ouagadougou. Toutes les femelles ont été préalablement soumises à un diagnostic de non-gravidité par palpation rectale et par échographie. Les animaux ont subi les contrôles sanitaires contre les maladies réputées contagieuses au Burkina Faso, notamment la tuberculose, la brucellose et le charbon bactérien. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties (fièvre aphteuse, péripneumonie contagieuse) a été régulièrement suivi. Le déparasitage contre les helminthes (mébendazole, 10 mg/kg) a été réalisé en début et en fin de saison des pluies. La lutte contre les tiques et autres arthropodes a été réalisée en saison des pluies, soit en moyenne deux pulvérisations mensuelles de deltaméthrine à 0,05 p. 1000. Les femelles réalisaient un parcours quotidien de cinq heures sur pâturage naturel. Cette ration a été complétée de graines de coton (1,91 unité fourragère [UF] et 241,04 matières azotées digestibles [MAD]), de son de blé (1,44 UF et 212,4 MAD) ou encore de drêche de brasserie (0,32 UF et 71,6 MAD) selon la disponibilité. L'eau a été disponible à volonté.

Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle

Les soixante-quatre femelles utilisées dans la présente étude ont été soumises à un protocole d'induction d'œstrus et d'ovulation à l'aide de progestagènes associés à la prostaglandine F_{2α} (PGF_{2α}) et à la PMSG selon le protocole suivant :

– jour 0, pose de l'implant Crestar® (3 mg de Norgestomet ; Intervet, France) par voie sous-cutanée sous le pavillon de l'oreille et injection intramusculaire (IM) de 2 ml de solution huileuse de valérate d'œstradiol (3,8 mg ; Intervet) ;

– jour 8, injection IM de 2 ml d'Estrumate® (500 µg/ml de PGF_{2α} ; cloprosténol ; Intervet) ;
– jour 10, retrait de l'implant et injection IM de 400 UI de Folligon® (PMSG, Intervet).

Les femelles ont été inséminées à la 48^e et 72^e heure après la fin du traitement avec de la semence congelée de taureaux Holstein (Linalux, Ciney, Belgique) dont la fertilité a été reconnue comme bonne.

Diagnostic de gravidité et suivi fœtal

L'échographie a été réalisée à l'aide d'un échographe modèle 200 Vet (Pie Medical 6227, Philipsweg 1, Maastricht, Pays-Bas) muni d'une sonde linéaire transrectale de 6 MHz. L'appareil a été relié à un ordinateur qui permet d'enregistrer les différentes images grâce à une carte Matrox (Matrox Graphics, Québec, Canada).

Le diagnostic de gravidité par méthode transrectale avec une sonde linéaire a été effectué aux 28^e et 40^e jours après la dernière insémination. Les femelles en position debout ont été placées dans un couloir de contention pour faciliter la réalisation de l'examen échographique. Le rectum a été vidé des matières fécales. Après localisation des cornes par palpation rectale, la sonde a été introduite dans le rectum, cette dernière étant posée contre la paroi du rectum et déplacée longitudinalement suivant l'axe de l'animal pour mieux balayer les cornes utérines (6). La mise en évidence d'une ou de plusieurs zones anéchogènes correspondant aux liquides allantoïdiens et/ou amniotiques dans une corne utérine a caractérisé la présence d'un embryon (diagnostic de gravidité positif).

L'étude de la croissance fœtale durant le premier trimestre de la gravidité a été réalisée chez 16 femelles zébus confirmées gravides. Les femelles ont été examinées aux 45^e, 80^e, 100^e et 120^e jours postinsémination. Les images les plus représentatives observées sur l'écran de l'échographe ont été d'abord gelées pour réaliser les différentes mensurations du fœtus (diamètre du crâne et du tronc), puis enregistrées sur l'ordinateur pour d'éventuelles analyses au laboratoire.

Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés en moyenne plus ou moins l'écart-type et les différences considérées comme significatives au seuil de probabilité de 5 p. 100 (P < 0,05). Les résultats ont été analysés au moyen du logiciel Statistica. Les critères de qualité calculés pour la méthode échographique utilisée pour le diagnostic de gravidité chez les zébus femelles ont été l'exactitude et la fiabilité. L'exactitude a été définie comme l'aptitude à détecter les femelles gravides ou vides. La fiabilité a été définie comme la probabilité qu'une femelle déclarée gravide puisse mettre bas ou qu'une femelle déclarée non gravide soit vide. Les calculs ont pris en compte les variables suivantes :

- (a) le diagnostic de gravidité s'est révélé exact (vrai positif) ;
- (b) le diagnostic de gravidité s'est révélé inexact (faux positif) ;
- (c) le diagnostic de non-gravidité s'est révélé exact (vrai négatif) ;
- (d) le diagnostic de non-gravidité s'est révélé inexact (faux négatif).

L'exactitude des diagnostics positifs (en pourcentage) a été calculée comme le rapport du nombre de la situation (a) sur la somme des nombres de la situation (a) et de la situation (d). L'exactitude des diagnostics négatifs (en pourcentage) a été calculée comme le rapport du nombre de la situation (c) sur la somme des nombres de la situation (c) et de la situation (b). L'exactitude globale (en pourcentage) a été calculée comme le rapport de la somme des situations (a) et (c) sur le nombre total des femelles diagnostiquées.

La fiabilité des diagnostics positifs (en pourcentage) a été calculée comme le rapport du nombre de la situation (a) sur la somme des nombres de la situation (a) et de la situation (b). La fiabilité des diagnostics négatifs (en pourcentage) a été calculée comme le rapport du nombre de la situation (c) sur la somme des nombres de la situation (c) et de la situation (d).

■ RESULTATS

Parmi les 64 femelles inséminées à la 48^e et 72^e heure après le retrait de l'implant, 28 ont été gravides et ont vêlé en fin d'observation, 36 sont restées non gravides. Ces chiffres ont été utilisés pour calculer l'exactitude et la fiabilité de diagnostics de gravidité pratiqués aux 28^e et 40^e jours.

Le diagnostic de gravidité a été établi sur la base de la reconnaissance des images correspondant aux liquides contenus dans les vésicules embryonnaires et/ou embryons. L'observation d'une zone anéchogène plus ou moins circulaire dans l'utérus (vésicule embryonnaire) a été faite à partir du 28^e jour postinsémination.

L'embryon ou le fœtus, tache échogène au sein de la zone anéchogène, a été détecté à partir du 40^e jour de la gravidité (figure 1). Les résultats des diagnostics de gravidité réalisés dans les deux périodes sont consignés dans le tableau I. En général, les exactitudes du diagnostic de gravidité positif et négatif, ainsi que l'exactitude globale ont été supérieures au 40^e jour comparativement au 28^e jour. De même, la fiabilité du diagnostic de gravidité positif et négatif a augmenté respectivement de 89,3 à 96,4 p. 100 et de 94,4 à 100 p. 100. Ces résultats ont été confirmés par les vêlages entre les mois de novembre 2002 et janvier 2003.

En fonction de la rotation de la sonde et de la position de fœtus, il a été possible de visualiser certains organes (cordon ombilical) et structures osseuses fœtales (crâne), cela à partir du 45^e jour de la gravidité (figure 2). Au 80^e jour de la gravidité, la cavité oculaire a été nettement mise en évidence (figure 3) et, au 100^e jour, l'ossification des côtes a été nette.

La croissance des fœtus croisés zébu x Holstein a été appréciée par deux principales mensurations : le diamètre du crâne (figure 4) et celui du tronc (figure 5). Au 45^e jour postinsémination,

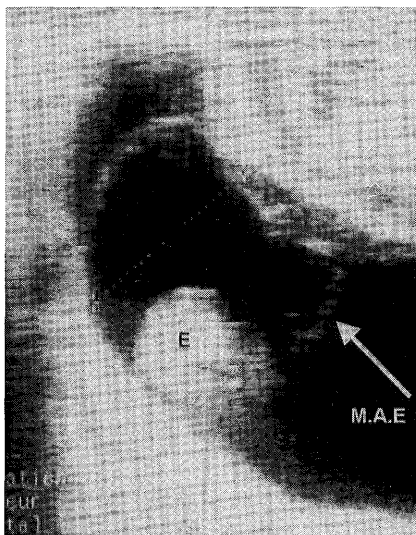


Figure 1 : image échographique d'un fœtus 40 jours postinsémination. E indique l'embryon très échogène. La flèche blanche indique la membrane amniotique qui entoure l'embryon (MAE).

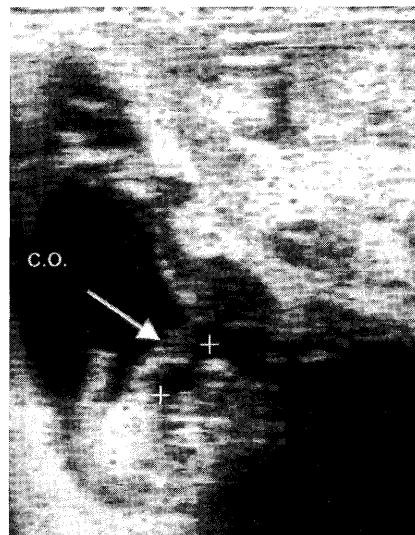


Figure 2 : image échographique d'un fœtus 45 jours postinsémination. CO indique le cordon ombilical ; + indique la délimitation du crâne.

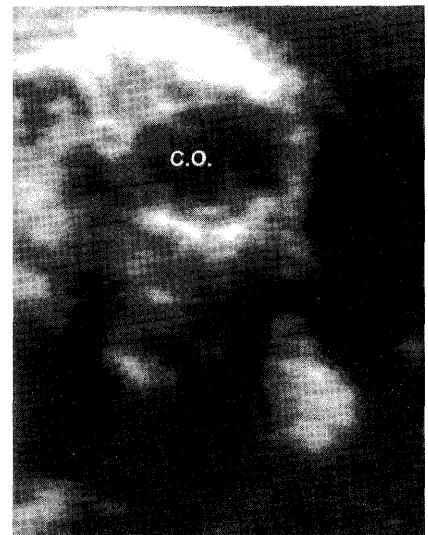


Figure 3 : image échographique du crâne d'un fœtus 80 jours postinsémination. CO indique la cavité oculaire.

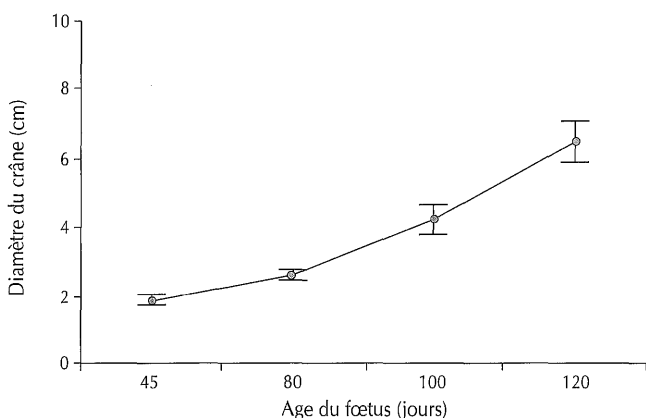


Figure 4 : courbe de croissance du diamètre externe du crâne (moyenne ± écart-type) chez le fœtus zébu x Holstein (n = 16) durant le premier trimestre de la gravidité.

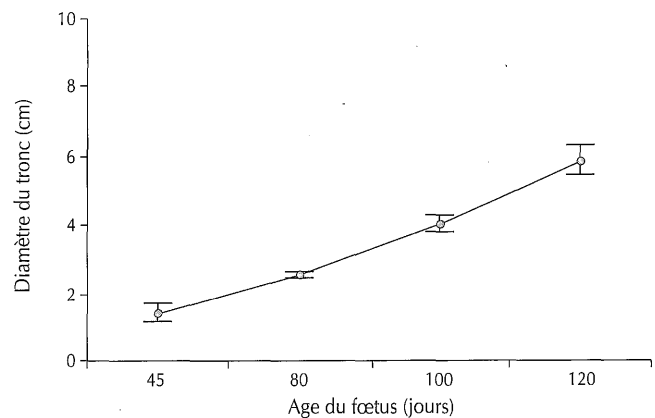


Figure 5 : courbe de croissance du diamètre du tronc (moyenne ± écart-type) chez le fœtus zébu x Holstein (n = 16) durant le premier trimestre de la gravidité.

les diamètres du crâne et du tronc ont été respectivement de $1,8 \pm 0,1$ cm et $1,4 \pm 0,3$ cm. Au 120^e jour, ces valeurs ont été de $6,5 \pm 0,6$ cm et $5,8 \pm 0,5$ cm, respectivement pour le crâne et le tronc.

La croissance du crâne et du tronc a été fortement corrélée à l'âge du fœtus. Les coefficients de corrélation du diamètre du crâne ($r = 0,97$) et du tronc ($r = 0,98$) avec l'âge du fœtus ont été significatifs ($P < 0,05$). En outre, cette étude a montré qu'entre les 45^e et 120^e jours de gravidité, le crâne croît ($0,62$ mm/jour) plus vite que le tronc fœtal ($0,59$ mm/jour) ($P < 0,05$). A partir du 120^e jour de la gravidité, la taille et la position de l'utérus ne permettaient pas le balayage systématique en entier du fœtus par la sonde, ce qui empêchait la mensuration des différents paramètres fœtaux.

Tableau I

Diagnostic de gravidité chez 64 femelles zébus de race Peuhl et Goudali par échographie transrectale (sonde linéaire de 6 MHz)

	28 ^e jour PI	40 ^e jour PI
Diagnostic de gravidité exact (a)	25	27
Diagnostic de gravidité inexact (b)	3	1
Diagnostic de non-gravidité exact (c)	34	36
Diagnostic de non-gravidité inexact (d)	2	0
Exactitude des DG positifs	92,6 %	100 %
Exactitude des DG négatifs	91,9 %	97,3 %
Exactitude globale	92,2 %	98,4 %
Fiabilité des DG positifs	89,3 %	96,4 %
Fiabilité des DG négatifs	94,4 %	100 %

PI : postinsémination

a : vrai positif ; b : faux positif ; c : vrai négatif ; d : faux négatif

DG : diagnostic de gravidité

Exactitude des DG positifs : $a/(a+d) \times 100$

Exactitude des DG négatifs : $c/(c+b) \times 100$

Exactitude globale : $(a+c)/(a+b+c+d) \times 100$

Fiabilité des DG positifs : $a/(a+b) \times 100$

Fiabilité des DG négatifs : $c/(c+d) \times 100$

DISCUSSION

Le présent travail a décrit l'utilisation de l'échographie à l'aide d'une sonde transrectale de 6 MHz pour le diagnostic de gravidité chez les femelles zébus. L'existence des zones anéchogènes noires, indicatives de la présence de liquide, telles des vésicules embryonnaires, a été perçue au niveau des zones déclives de l'utérus à partir du 28^e jour postinsémination. Ces résultats corroborent les observations rapportées par Chaffaux et coll. (5), lesquels ont détecté la présence des vésicules embryonnaires à partir du 35^e jour de la gravidité. En utilisant une sonde de 5 MHz, Curran et coll. (9) ont pu détecter la présence de la vésicule embryonnaire plus précocement, soit $12,7 \pm 0,4$ jours après insémination, avec des extrêmes allant du 11^e au 18^e jour. Cependant, selon Hanzen et coll. (15), au début de la gravidité (10^e-14^e jours), des zones circulaires anéchogènes peuvent être mises en évidence aussi bien chez les vaches gravides (moyenne = 5,1) que chez les vaches non gravides (moyenne = 3,5). En effet, l'accumulation de liquides à

l'intérieur de l'utérus peut aussi être observée en absence de gravidité, notamment pendant la période de l'œstrus et au début de la phase lutéale (28), ainsi qu'au cours de différents états pathologiques de l'appareil génital (7, 12).

En ce qui concerne l'embryon, Curran et coll. (9) ont pu détecter sa présence dans la corne ipsilatérale au corps jaune dès $21,3 \pm 0,3$ jours postinsémination, avec des extrêmes allant de 20 à 24 jours. Une observation plus tardive de l'embryon (entre 27 et 30 jours après insémination) a été décrite par Pierson et Ginther (30), et par Fissore et coll. (12). Ces résultats sont plus précoces que ceux de la présente étude, dans laquelle l'embryon n'a été visualisé qu'aux alentours du 40^e jour postinsémination.

L'exactitude globale de l'échographie transrectale utilisée au cours du présent travail a augmenté de 92,2 à 98,4 p. 100 entre les 28^e et 40^e jours postinsémination. Ceci confirme le fait que plus l'état de gravidité progresse, plus la vésicule amniotique ou l'embryon sont faciles à détecter. Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par différents auteurs (4, 12, 34) qui décrivent une exactitude de 92 à 98 p. 100 au-delà de 30 jours de la gravidité. En revanche, les présents résultats ont été légèrement inférieurs à l'exactitude globale de 100 p. 100 atteinte à partir du 35^e jour de la gravidité chez des vaches d'origine européenne âgées de moins de sept ans (14, 17) et ayant eu moins de sept vêlages (17).

Les taux de 92,6 p. 100 d'exactitude pour le diagnostic de gravidité positif et de 94,4 p. 100 pour la fiabilité du diagnostic de gravidité négatif étaient dus à deux diagnostics faux négatifs observés au 28^e jour de la gravidité. Dans une étude réalisée en 1995, Szenci et coll. (35) ont montré qu'après le 24^e jour de la gravidité, plus l'utérus est en position craniale par rapport à l'os pelvien, plus on risque de ne pas détecter l'embryon (faux négatif). Les cas douteux observés pendant le premier mois de la gravidité pourraient aussi être attribués au fait que pendant cette période l'utérus a une forme plus tortueuse, étant plus difficile à balayer systématiquement par la sonde transrectale de l'échographe (35). En outre, Pieterse (31) a montré que seulement à partir du 25^e jour les vésicules contenant des liquides embryonnaires deviennent plus facilement distinguées à l'intérieur de l'utérus bovin.

La faible exactitude du diagnostic de gravidité négatif (91,9 p. 100) ainsi que la faible fiabilité du diagnostic de gravidité positif (89,3 p. 100) observées au 28^e jour postinsémination pourraient être liées au nombre relativement élevé des résultats faux positifs (3/64). Ce nombre pourrait s'expliquer par des mortalités embryonnaires précoces ou par une qualité limitée de l'image échographique obtenue, laquelle peut résulter d'un contact médiocre entre la sonde et la muqueuse digestive (6).

La fiabilité du diagnostic de gravidité négatif obtenue au cours du présent travail a augmenté de 94,4 p. 100 au 28^e jour à 100 p. 100 au 40^e jour, ce qui indique que toutes les vaches zébus diagnostiquées vides au 40^e jour postinsémination étaient réellement non gravides. Ces résultats ont été légèrement supérieurs à ceux décrits par Szenci et coll. (34), lesquels ont obtenu une fiabilité de 95,3 p. 100 et de 98,3 p. 100, respectivement pour les 39^e-42^e et les 44^e-45^e jours de gravidité.

Plusieurs études ont été consacrées à la détermination de l'âge du fœtus bovin par la mesure de ses structures anatomiques (17, 19, 39). Dans cette étude, l'utilisation d'une échographie transrectale avec l'aide d'une sonde linéaire de 6 MHz s'est avérée une bonne méthode pour quantifier la croissance fœtale entre les 45^e et 120^e jours de gravidité. Les mensurations avant le 45^e jour ont été difficiles à réaliser, car les différentes structures du fœtus n'ont pu être différenciées qu'au delà du 45^e jour. Des résultats plus précoces ont été obtenus par Curran et coll. (9) ; ces derniers ont pu

distinguer la colonne vertébrale ainsi que les membres antérieurs et postérieurs de fœtus âgés de 29 à 31 jours.

Concernant la croissance du tronc, les résultats obtenus chez les fœtus croisés zébu × Holstein ont été inférieurs à ceux rapportés par White et coll. (39) et par Kähn (19) chez les fœtus des races taurines de grand format. En outre, les vitesses de croissance du diamètre du tronc et du crâne mesurées entre les 45^e et 120^e jours de la gravidité (respectivement 0,62 mm/jour et 0,59 mm/jour) ont été inférieures à celles trouvées par Pierson et Ginther (30) qui ont rapporté un taux de croissance global de 1 à 1,1 mm par jour. Ensemble, ces résultats semblent plaider pour une vitesse de croissance inférieure chez les fœtus originaires de croisements avec les races bovines d'origine africaine, comparativement aux fœtus originaires de races taurines d'origine européenne.

A partir du 120^e jour de la gravidité, l'utérus est devenu plus volumineux et a pris une position très profonde, ne permettant plus un balayage systématique du fœtus en entier. Cette caractéristique de la gravidité chez la vache empêche un suivi de la croissance fœtale durant la deuxième moitié de la gravidité.

■ CONCLUSION

A travers la présente étude, il a été montré que l'échographie bidimensionnelle peut être un outil très performant de diagnostic de gravidité des bovins, même chez les races de zébus (*Bos indicus*) d'Afrique subsaharienne. L'exactitude et la fiabilité de cette méthode ont été supérieures à 96 p. 100 à partir du 40^e jour de la gravidité. En outre, cette technique peut permettre le suivi de la croissance fœtale durant les quatre premiers mois de la gravidité.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien du projet CIUF et du ministère de l'Agriculture belge (convention S-6069). Les auteurs tiennent à remercier l'équipe du service de Physiologie de la reproduction animale de la faculté de Médecine vétérinaire (université de Liège, Belgique) pour son soutien logistique dans la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABBIT B., BALL L., KITTO G.P., SITZMAN C.G., WILGENBURG B., RAIM L.W., SEIDEL G.E., 1978. Effect of three methods of palpation for pregnancy diagnosis per rectum on embryonic and fetal attrition in cows. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **173**: 973-977.
2. BOYD J.S., OMRAN S.N., AYLIFFE T.R., 1990. Evaluation of real-time B-mode ultrasound scanning for detection of early pregnancy in cows. *Vet. Rec.*, **127**: 350-352.
3. CAMERON A.R., MALMO J., 1993. Evaluation of an ultrasonic Doppler probe for pregnancy diagnosis in cattle. *Aust. vet. J.*, **70**: 109-111.
4. CHAFFAUX S., BIANCI M., HEDGE G.V., REDDY G.N.J., THIBIER M., 1988. L'échographie en temps réel par voie transrectale : intérêt pour le diagnostic de gestation chez la vache. *Rec. Méd. vét.*, **164** : 101-108.
5. CHAFFAUX S., RADDY G.N.S., VALON F., THIBIER M., 1986. Transrectal real time ultrasound scanning for diagnosing pregnancy and monitoring embryonic mortality in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **10**: 193-200.
6. CHAFFAUX S., VALLON F., MARTINEZ J., 1982. Images échographiques du produit de conception chez la vache. *Bull. Acad. Sci. vét.*, **55** : 213-221.
7. CHASTANT-MAILLARD S., BOIN E., CONSTANT F., MIALOT J.P., GRIMARD B., DRUART X., 2002. Images échographiques de la gestation chez la vache. Gestation. In : Actes Journées européennes de la Société française de buiatrie, Paris, France, 29-31 octobre 2002, p. 186-195.
8. CURRAN S., KASTELIC J.P., GINTHER O.J., 1989. Determining sex of the bovine by ultrasonic assessment of the relative location of the genital tubercle. *Anim. Reprod. Sci.*, **19**: 217-227.
9. CURRAN S., PIERSON R.A., GINTHER O.J., 1986. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **189**: 1289-1294.
10. DOBSON H., ROWAN T.G., KIPPAX I.S., HUMBLLOT P., 1993. Assessment of fetal number, and fetal and placental viability throughout pregnancy in cattle. *Theriogenology*, **40**: 411-425.
11. EL AMIRI B., KAREN A., COGNIE Y., SOUSA N.M., HORNICK J.L., SZENCI O., BECKERS J.F., 2003. Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis : réalités et perspectives. *Prod. Anim.*, **16** : 79-90.
12. FISSORE R.A., EDMONDSON A.J., PASHEN R.L., BONDURANT R.H., 1988. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathology ovarian structures. *Anim. Reprod. Sci.*, **12**: 167-177.
13. HANZEN C., DELSAUX B., 1987. Use of transrectal B-Mode ultrasound imaging in bovine pregnancy diagnosis. *Vet. Rec.*, **121**: 200-202.
14. HANZEN C., LAURENT Y., 1991. Application de l'échographie bidimensionnelle au diagnostic de gestation et à l'évaluation de l'incidence de la mortalité embryonnaire dans l'espèce bovine. *Ann. Méd. vét.*, **135** : 481-487.
15. HANZEN C., LAURENT Y., JAKOVljeVIC S., 1993. Application de l'échographie en reproduction bovine. 2. L'utérus gestant et non gestant. *Ann. Méd. vét.*, **137** : 93-101.
16. HOLDSWORTH R.J., HEAP R.B., BOOTH J.M., HAMON M., 1982. A rapid direct radioimmunoassay for the measurement of oestrone sulphate in the milk of dairy cows and its use in pregnancy diagnosis. *J. Endocrinol.*, **95**: 7-12.
17. HUGUES E.A., DAVIES D.A.R., 1989. Practical uses of ultrasound in early pregnancy in cattle. *Vet. Rec.*, **124**: 456-458.
18. HUMBLLOT P., CAMOUS S., MARTAL J., CHARLEREY J., JEANGUYOT N., THIBIER M., SASSER R.G., 1988. Pregnancy specific protein B, progesterone concentrations and embryonic mortality during early pregnancy in dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, **83**: 215-223.
19. KAHN W., 1989. Sonographic fetometry in bovine. *Theriogenology*, **31**: 1105-1121.
20. KAHN W., 1990. Sonographic imaging of the bovine fetus. *Theriogenology*, **33**: 385-396.
21. KASTELIC J.P., CURRAN S., PIERSON R.A., GINTHER O.J., 1988. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*, **29**: 39-54.
22. LAING J.A., EASTMAN E.A.K., BOUTFLOWER J.C., 1979. The use of progesterone concentration in milk and plasma for pregnancy diagnosis in cattle. *Br. vet. J.*, **135**: 204-209.
23. LAITINEN J., REMES E., TENHUNEN M., HANNIEN O., ALANKA M., 1985. Milk progesterone in Finnish dairy cows, a field study on the control of artificial insemination and early pregnancy. *Br. vet. J.*, **141**: 297-307.
24. LASSER D.M., PEISNER D.B., VOLLEBERGH J., TIMOR-TRITSCH I., 1993. First-trimester biometry using transvaginal sonography. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, **3**: 104-108.
25. MIALON M.M., RENAND G., CAMOUS S., MARTAL J., MENISSIER F., 1994. Detection of pregnancy by radioimmunoassay of a pregnancy serum protein (PSP60) in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.*, **34**: 65-72.
26. MULLER E., WITKOWSKI G., 1986. Visualization of male and female characteristics of bovine fetus by real-time ultrasonics. *Theriogenology*, **25**: 571-574.
27. NOGUEIRA M.F.G., BARROS B.J., TEIXEIRA A.B., TRINCA L.A., D'OCCHIO M.J., BARROS C.M., 2002. Embryo recovery and pregnancy rates after the delay of ovulation and fixed time insemination in superstimulated beef cows. *Theriogenology*, **57**: 1625-1634.
28. PALMER E., DRIANCOURT M.A., 1980. Use of ultrasonic echography in equine gynecology. *Theriogenology*, **13**: 203-216.
29. PERENYI Z., SZENCI O., SULON J., DRION P.V., BECKERS J.F., 2002. Comparison of the ability of three radioimmunoassays to detect pregnancy-associated in bovine plasma. *Reprod. domest. Anim.*, **37**: 100-104.
30. PIERSON R.A., GINTHER O.J., 1984. Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. *Theriogenology*, **22**: 225-233.

31. PIETERSE C.M., 1998. Echographie en reproduction bovine (utérus et ovaires : diagnostic et traitement). Le nouveau peripartum. In : Actes congrès de la Société française de buiatrie, Paris, France, 25-26 novembre 1998, p. 221-228.
32. PIETERSE M.M., SZENCI O., WILLEMSE A.H., BAJCSY S.A., DIELEMAN S.J., TAVERNE M.A.M., 1990. Early pregnancy diagnosis in cattle by means of linear-array real time ultrasound scanning of the uterus and a qualitative and quantitative milk progesterone test. *Theriogenology*, **33**: 697-708.
33. QUINTON H., 2002. Le sexage du fœtus par échographie : efficacité et intérêts. Gestation. In : Actes journées européennes de la Société française de buiatrie, Paris, France, 29-31 octobre 2002, p. 153-158.
34. SZENCI O., BECKERS J.F., HUMBLLOT P., SULON J., SASSER G., TAVERNE M.A.M., VARGA J., BALTUSEN R., SCHEKK G.Y., 1998. Comparison of ultrasonography, bovine pregnancy-specific protein B, and bovine pregnancy-associated glycoprotein 1 tests for pregnancy detection in dairy cows. *Theriogenology*, **50**: 77-88.
35. SZENCI O., GYALAI G.Y., NAGY P., LOVACS L., VARGA J., TAVERNE M.A.M., 1995. Effect of uterus position to de pelvic inlet on the accuracy of early bovine pregnancy diagnosis by means of ultrasonography. *Vet. Q.*, **17**: 37-39.
36. TAINURIER D., ANDRE F., CHAARI M., SARDJANA K.W., LELET J.L., LIJOUR L., 1983. Intérêt de l'échotomographie pour le contrôle de la reproduction d'un grand troupeau de vaches laitières. *Revue Méd. vét.*, **134** : 419-424.
37. TAVERNE M.A.M., SZENCI O., SZETAG J., PIORS A., 1985. Pregnancy diagnosis in cows with linear-array real time ultrasound scanning. A preliminary note. *Vet. Q.*, **7**: 264-270.
38. VAILLANCOURT D., BIRSCHWAL C.J., OGWU D., ELMORE R.G., MARTIN C.E., SHARP A.J., YOUNGQUIST R.S., 1979. Correlation between pregnancy diagnosis by membrane slip and embryonic mortality. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **175**: 466-468.
39. WHITE I.R., RUSSEL A.J.F., WRIGHT I.A., WHYTE T.K., 1985. Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle. *Vet. Rec.*, **117**: 5-8.
40. ZOLI A.P., GUILBAULT L.A., DELAHAUT P., ORTIZ W.B., BECKERS J.F., 1992. Radioimmunoassay of a bovine pregnancy-associated glycoprotein in serum: its application for pregnancy diagnosis. *Biol. Reprod.*, **46** : 83-92.

Reçu le 26.11.2003, accepté le 27.04.2004

Summary

Pitala W., Boly H., Zongo M., Ba Y., Sousa N.M., Sawadogo L., Leroy P., Beckers J.F. Pregnancy Diagnosis and Monitoring in Zebu by Ultrasonography

Pregnancy diagnoses were carried out in 64 Peuhl and Gudali zebu (*Bos indicus*) females at 28 and 40 days postinsemination with an ultrasound scanner equipped with a 6 MHz linear transducer. At day 28, the overall accuracy for pregnancy diagnosis was 92.2%, with 92.6% and 91.9% accuracies for positive and negative diagnoses, respectively. At day 40, the overall accuracy was 98.4%, with 100% and 97.3% accuracies for positive and negative pregnancy diagnoses, respectively. The predictive values varied from 89.2% (positive predictive value at day 28) to 100% (negative predictive value at day 40). Fetal growth was monitored in 16 pregnant females at days 45 and 120 postinsemination. The main fetal measurements concerned cranial length and trunk diameter. At day 45 of gestation, cranial and trunk diameters were respectively 1.8 ± 0.1 cm and 1.4 ± 0.3 cm. At day 120, the values were 6.5 ± 0.6 cm and 5.8 ± 0.5 cm, respectively. From day 120 on, the uterus occupied a very deep position that prohibited visualizing fetus growth.

Key words: Zebu – Echography – Pregnancy diagnosis – Embryonic development – Reproduction – Burkina Faso.

Resumen

Pitala W., Boly H., Zongo M., Ba Y., Sousa N.M., Sawadogo L., Leroy P., Beckers J.F. Diagnóstico y seguimiento de la gestación en el cebú por ecografía

Se realizaron diagnósticos de gravidez en 64 hembras cebúes de las razas Peuhl y Goudali (*Bos indicus*) al día 28 y 40 post inseminación, mediante un ecógrafo equipado de una sonda lineal de 6 MHz. Al día 28, la exactitud global fue de 92,2%, con una exactitud de 92,6% y 91,9% para los diagnósticos positivos y negativos respectivamente. Al día 40, la exactitud global fue de 98,4%, con una exactitud de 100% y 97,3% para los diagnósticos positivos y negativos respectivamente. Las fiabilidades variaron entre 89,2% (fiabilidad del diagnóstico de gravidez positiva al día 28) a 100% (fiabilidad del diagnóstico de gravidez negativa al día 40). Por otro lado, el crecimiento fetal fue seguido en 16 hembras grávidas del día 45 al día 120 post inseminación. Las principales medidas fetales tomadas fueron los diámetros del cráneo y del tronco. Al día 45 de gravidez, los diámetros del cráneo y del tronco fueron respectivamente de $1,8 \pm 0,1$ cm y $1,4 \pm 0,3$ cm. Al día 120, estos valores fueron de $6,5 \pm 0,6$ cm y $5,8 \pm 0,5$ cm. A partir del día 120, el útero tomó una posición muy profunda, impidiendo la visualización del feto en crecimiento.

Palabras clave: Cebú – Ecografía – Diagnóstico de gestación – Desarrollo embrionario – Reproducción – Burkina Faso.

Production de lait et/ou de viande : diversité des stratégies des éleveurs de bovins dans le périmètre irrigué du Gharb au Maroc

M.T. Sraïri¹ J.M. Leblond² A. Bourbouze³

Mots-clés

Bovin – Vache laitière – Système d'exploitation agricole – Classification – Rentabilité – Maroc.

Résumé

Cent onze exploitations pratiquant l'élevage bovin dans l'arrondissement de Sidi Allal Tazi (périmètre irrigué du Gharb, au nord-ouest du Maroc) ont fait l'objet d'enquêtes sur les facteurs de production mobilisés, les modes de conduite du cheptel et les performances obtenues. A cet effet, une fiche d'enquête a été élaborée en vue de déterminer les variables discriminantes propres à différencier les types d'élevage entre eux, et ce, par le recours à des méthodes statistiques multidimensionnelles. A partir de ces renseignements, cinq classes d'éleveurs ont été repérées sur la base des paramètres de structure (foncier et taille du cheptel), des pratiques de production laitière (alimentation en fourrages, supplémentation...) et des facteurs concernant les autres activités agricoles et d'élevage (élevage ovin, céréaliculture et maraîchage...). Deux types d'éleveurs requièrent une attention particulière dans l'optique d'une intensification de l'élevage bovin laitier : le premier est celui des grandes exploitations laitières où l'ensemble des facteurs sont mobilisés pour accéder à une véritable intensification (fourrages verts tout le long de l'année, quantités importantes de concentrés), tandis que le deuxième représente toutes les exploitations à plus faibles moyens de production, mais dont la totalité des ressources converge comme dans le premier type vers une spécialisation en production laitière. A l'inverse, les trois autres types s'éloignent progressivement de l'intensification laitière, le troupeau bovin assurant un rôle plurifonctionnel de plus en plus marqué : fonction de diversification des revenus par une orientation délibérée vers des productions de viande de différents types, fonction de restauration de la fertilité des sols par les apports en fumier, fonction de capital pour des exploitants sans comptes bancaires. Cette diversité des stratégies des éleveurs doit impérativement être prise en compte pour toute décision de développement de la production bovine dans le Gharb.

■ INTRODUCTION

Au Maroc, l'augmentation de la production de lait de vache est d'une impérieuse nécessité pour faire face à une demande en croissance, en raison de l'explosion démographique et du changement des habitudes alimentaires. Face à cette situation, les pouvoirs publics ont adopté une série de mesures groupées dans un « Plan laitier » visant à promouvoir l'essor de la filière bovine (9). Ainsi, d'ambitieux programmes d'importation de génisses, d'extension de

1. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, département des Productions animales, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc
E-mail : msraïri@hotmail.com

2. La Motte, 18270 Saint Christophe Le Chaudry, France

3. Ciheam, BP 5056, 34000 Montpellier, France

l'aire réservée aux fourrages, notamment en zones irriguées, de diffusion de l'insémination artificielle et de l'extension de la collecte du lait ont été lancés dans les années 1970. Cependant, après plus de 25 années d'application et malgré des réalisations initiales encourageantes par rapport à d'autres pays de la région (2), un ralentissement du rythme de croissance de la production en lait est perceptible (16). En fait, à l'instar de la situation prévalant dans de nombreux autres pays en développement, il semblerait qu'au Maroc l'application de modèles de productions animales empruntés aux pays développés ne soit pas une solution à mettre en place sans précautions (5, 10, 12). On pourrait souligner pour preuve les taux de mortalité excessifs et les problèmes de reproduction chez les génisses laitières d'importation (17), les déconvenues d'ambitieux plans d'amélioration de la valeur des résidus de cultures (régression de plus de 88 p. 100 du traitement de la paille à l'urée [21]) ou des pâturages (quasi-abandon de la jachère fourragère [4]).

Des constats assez proches mettent aussi en exergue les difficultés d'application des résultats de la recherche zootechnique conventionnelle au niveau des unités de production animale des pays en développement. Ils ont focalisé l'attention des chercheurs sur la nécessité d'approcher l'analyse à un niveau plus global, celui des systèmes d'élevage, en insistant sur leur diversité au travers de typologies d'exploitations agricoles (8, 13). Ainsi, seule une approche pluridisciplinaire, intégrant aussi bien des approches techniques et sociales, et comportant une vision globale des exploitations agricoles permettrait d'appréhender la diversité des modes de gestion et les résultats obtenus (3). La hiérarchisation des élevages selon les stratégies et les pratiques adoptées par leur gestionnaire devient alors une clé d'entrée privilégiée pour identifier les actions de développement à entreprendre (14). Par ailleurs, au Maroc peu d'études ont été consacrées aux élevages de petites dimensions (moins de trois vaches et de dix hectares de surface agricole utile [SAU]) qui représentent plus de 80 p. 100 des exploitations du pays. Seules quelques références sont disponibles sur les résultats d'étables laitières à haut niveau de capitalisation, mais dont la conduite et la dynamique diffèrent radicalement de celles des petites exploitations laitières (15, 18). Aussi, les auteurs se sont-ils proposés, dans le présent travail, (i) d'approcher cette diversité en élaborant une typologie des élevages bovins dans l'arrondissement de Sidi Allal Tazi, situé dans le périmètre irrigué du Gharb (nord-ouest du Maroc), (ii) de formuler un diagnostic sur les stratégies adoptées pour chacun des types identifiés et (iii) de réfléchir aux actions à entreprendre pour une politique laitière mieux ciblée.

■ MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone de l'étude

Le périmètre du Gharb se présente sous forme d'une large cuvette très basse, bordée de hauteurs la privant de tout exutoire naturel (collines pré-rifaines, plateau de la Maâmora, dunes du Sahel). Il présente la plupart des caractéristiques classiques des régions deltaïques : reliefs très plats, sols argileux, excès d'eau en hiver et fréquentes inondations. Cette région se caractérise par un climat méditerranéen tempéré. Les précipitations annuelles moyennes sont de 600 mm dans les zones côtières et montagneuses, et diminuent à mesure que l'on se dirige vers le sud-est, où elles ne dépassent guère 450 mm. Les pluies enregistrées sont concentrées dans la période allant de la fin du mois de novembre à la fin du mois de mars. Les températures sont tempérées par le voisinage maritime et varient en moyenne de 13 °C en hiver à 26 °C en été. Durant les périodes du *chergui* (vent chaud de sud-est d'origine saharienne), des valeurs proches de 50 °C peuvent être enregistrées.

Le Gharb dispose de ressources hydriques considérables estimées à 6,75 milliards de mètres cubes, dont près de la moitié (3,5 milliards m³) est réservée à l'irrigation. Les eaux de surface sont constituées par le fleuve Sebou et ses affluents (Beht, Ouergha, Rdom, Fouarat, Oued Tiflet). Les ressources des nappes phréatiques sont évaluées à 900 millions m³ ; elles sont accessibles à des profondeurs se situant entre 5 et 30 m. Les données démographiques disponibles montrent que la population de la région est estimée à 1 744 000 habitants dont 700 000 sont urbains (40,1 p. 100) et 1 044 000 sont ruraux (59,9 p. 100).

Des terres fertiles, un climat tempéré humide, ainsi que des ressources en eaux abondantes, font de la région du Gharb une zone agricole de première importance à l'échelle du Maroc. Les terres à vocation agricole couvrent une superficie de 603 000 ha dont 130 000 sont irrigués et 145 000 ont été identifiés pour être équipés en moyens d'irrigation dans les futurs plans de mise en valeur.

L'agriculture, l'exploitation des forêts ainsi que la pêche constituent la locomotive du développement régional. Ces secteurs emploient 53,3 p. 100 de la population active régionale. Au niveau du secteur des productions animales, le périmètre du Gharb se caractérise par un cheptel bovin de 222 720 têtes. Les bovins de type amélioré (Holstein et Pie noir) ne représentent que 27 p. 100 du total en dépit des potentialités intéressantes qu'offre la zone pour l'affouragement de vaches à hautes capacités laitières (11). La production laitière annuelle dans le périmètre du Gharb est de 105 millions de litres (10,4 p. 100 de la production du Maroc). La figure 1 présente la localisation géographique de la région de l'étude dans le Royaume du Maroc.

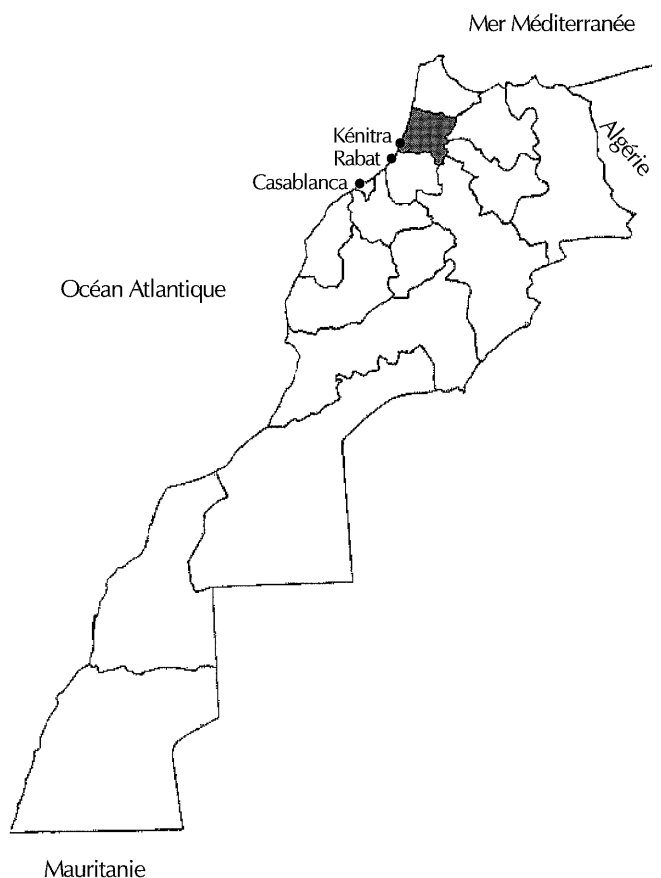


Figure 1 : en grisé, localisation géographique du périmètre irrigué du Gharb.

Méthodes adoptées et analyse des données

Dans un premier temps, confrontés à l'imprécision des statistiques disponibles auprès de l'Office régional de mise en valeur agricole du Gharb (Ormvag) qui tiennent peu compte des petits élevages et de la difficulté à prendre des rendez-vous sur le terrain, les auteurs ont mis en place une enquête auprès de 111 éleveurs de l'arrondissement de Sidi Allal Tazi, qui ont été visités de mars à juin 2001. Ils ont été choisis de manière aléatoire au hasard des pistes et des routes en veillant à couvrir les différentes zones et avec le souci d'élargir le plus possible l'échantillon sur des types variés afin de représenter, sans oubli, les différents types correspondant aux 36 439 exploitations détenant des bovins dans la région. Une seule condition a donc été portée sur le choix des éleveurs enquêtés : pratiquer la traite, sans tenir compte de la quantité de lait obtenue, ni du but (autoconsommation ou vente) et le mode de commercialisation. Le questionnaire, volontairement succinct, a comporté quatre types d'informations à collecter : (i) les structures d'élevage (SAU, effectifs bovins, matériel d'élevage), (ii) les grands traits de la conduite du troupeau (modes de reproduction, cultures fourragères, apports en compléments...), (iii) les quantités et le devenir des produits animaux, lait et viande, (iv) la composition de la famille et la main d'œuvre. Un guide d'entretien complémentaire a permis par des questions ouvertes d'analyser les problèmes plus généraux tels que les contraintes, les projets et les fonctions du cheptel.

Pour élaborer une typologie et mettre en relation les différentes variables décrivant chacune des 111 exploitations agricoles, les données collectées ont fait l'objet d'un traitement par analyses en composantes principales (ACP) sur des variables par conséquent quantitatives selon la méthode des données centrées réduites (20). Dix variables ont été sélectionnées : les éléments structurels de base (SAU, nombre de vaches laitières, nombre d'unités de travail humain [UTH] d'origine familiale et nombre d'UTH d'origine salariée), les éléments de diversification des activités agricoles (pourcentage des surfaces allouées aux fourrages par rapport aux autres cultures, ratio des unités gros bétail (UGB) de bovins par rapport aux autres espèces), les critères techniques permettant de juger les stratégies alimentaires en lien direct avec la production laitière (nombre de mois de distribution de fourrages en vert et nombre de mois de distribution de concentrés aux vaches), et la régularité et les revenus issus de la vente du lait (quantités de lait commercialisé, nombre de mois de livraison au cours d'une année). La constitution des groupes d'étables a été effectuée grâce à une classification ascendante utilisant le critère de Ward pour l'analyse hiérarchique.

Dans un second temps, afin de restituer l'ensemble des itinéraires techniques en vigueur sur les exploitations, d'évaluer les contraintes techniques, économiques et sociales, et de comprendre les stratégies des éleveurs, les auteurs sont revenus enquêter auprès de deux à trois éleveurs pour chacun des sept types identifiés, en sélectionnant les individus qui ont paru les plus représentatifs et les plus coopératifs de leur classe. L'objectif de cette enquête approfondie a été de cerner tous les aspects liés à l'élevage (conduite des cultures fourragères, conduite des troupeaux, analyse économique succincte par le calcul de la marge brute générée par le troupeau bovin) et aux stratégies familiales. Type par type, les auteurs ont alors tracé un profil d'atelier bovin (appelé « cas type ») sur des critères aussi bien sociaux qu'économiques ou techniques. Le cas type n'est pas le résultat d'une analyse statistique fondée sur des calculs de moyenne, mais la recherche d'une explication cohérente d'un système complexe – le système d'élevage – autour d'une représentation fabriquée à partir de deux ou trois exemples concrets.

■ RESULTATS

Caractéristiques générales des exploitations de l'échantillon

La SAU des exploitations a été comprise entre 0 et 275 ha avec une moyenne de 17,5 ha. Ce résultat, nettement supérieur aux données de toute la plaine du Gharb, s'explique par la décision des auteurs de « sur-représenter » dans l'échantillon les grosses étables (privées ou étatiques), ce qui tire les résultats vers des moyennes plus élevées. Un total de 63 et 43 p. 100 des éleveurs ont eu une SAU inférieure respectivement à 10 et 5 ha. Le mode d'appropriation privée, *melk*, et le collectif ont été les statuts fonciers les plus représentés, mais ont été rencontrés également des agriculteurs établis sur des lots de la réforme agraire. Dans 56 p. 100 des cas, la main d'œuvre était essentiellement familiale, sans embauche de salariés permanents, 30 p. 100 des exploitations avaient une main d'œuvre mixte (familiale et salariée) et 14 p. 100 des exploitations avaient une main d'œuvre d'origine exclusivement salariée. L'agriculture familiale (2,6 UTH par exploitation) était largement représentée dans cet échantillon. Les exploitations étant faiblement mécanisées, les travaux d'entretien étaient réalisés manuellement ; les gros travaux de mise en cultures étaient effectués soit par traction animale ou de façon mécanique (location de matériel).

La part des cultures fourragères au sein de l'assolement a varié de 0 à 100 p. 100 et trois grandes tendances ont été relevées pour caractériser cette variation : (i) une spécialisation en élevage, avec 26 éleveurs ayant 100 p. 100 de leur SAU réservée aux cultures fourragères, (ii) une diversification de type polyculture-élevage pour 41 exploitations très diversifiées avec moins de 20 p. 100 de surface fourragère principale (SFP) au sein d'un assolement en général très complexe, car les potentiels (irrigation, climat, sols) de la zone ont favorisé l'émergence d'une multitude de systèmes de cultures de type industriel (cane à sucre, betterave, riz...), maraîchères ou plus extensives (céréales ou oléagineuses), et (iii) un système extensif pour huit exploitations qui ne disposaient d'aucune culture fourragère, les aliments grossiers provenant de la vaine pâture ou étant totalement achetés.

Les origines des troupeaux étaient très diverses. On trouvait des troupeaux de races pures importées (principalement Holstein et Frisonne Pie noir), des vaches de type croisé issues des innombrables croisements et mélanges entre des bovins des populations locales et des bovins de race Pie noir, et enfin des vaches locales. La présence de grands troupeaux de race locale a été relevée dans les zones plus reculées, moins mises en valeur dans l'arrondissement. La taille des troupeaux a varié entre 1 et 81 vaches laitières, 58 éleveurs (52 p. 100) possédaient des troupeaux de moins de six vaches. Face à l'hétérogénéité des exploitations agricoles, un traitement statistique multivarié s'est imposé pour clarifier et ordonner cette diversité.

Analyse de la diversité des exploitations d'élevage bovin : typologie

Après un premier traitement ACP, quatre individus qui représentaient de très gros élevages laitiers sont apparus comme très fortement excentrés sur le plan des axes 1 et 2, et déviaient la signification de l'ACP vers des axes de taille (corrélé uniquement aux variables de structure, telles que « vaches présentes » et « superficie agricole utile ». Un deuxième traitement, portant sur 107 individus, s'est donc révélé nécessaire en excluant ces quatre premiers pour affiner l'analyse. Quatre autres types ont alors été identifiés à partir de l'analyse des trois premiers axes qui expliquaient 73 p. 100 de la variance. Le plan principal (défini par les axes 1 et 2) a permis notamment une bonne discrimination graphique (figure 2) : en abscisse le degré

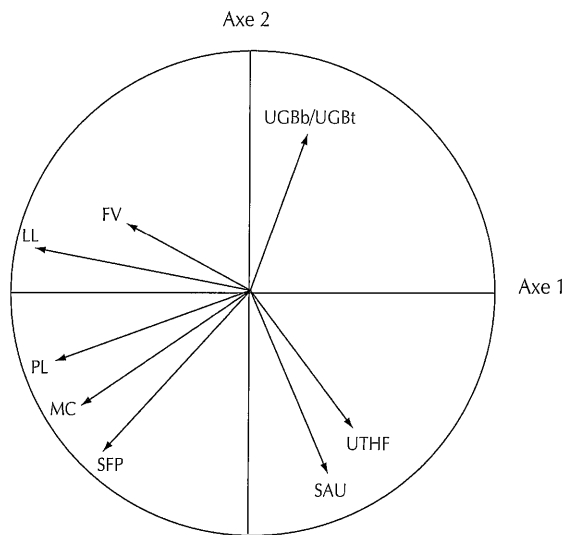


Figure 2 : cercle des corrélations des variables de l'analyse en composantes principales. FV : mois avec distribution de fourrages verts aux vaches ; LL : mois avec livraison de lait ; MC : mois avec distribution de concentrés aux vaches ; PL : production laitière de l'étable ; SAU : superficie agricole utile ; SFP : surface fourragère principale ; UGBb/UGBt : nombre d'UGB bovines totales ; UTH F : unités de travail humain familiales.

d'intensification (variables explicatives : l'importance du fourrage, de la complémentation en concentrés, de la production livrée), en ordonnée la diversification/spécialisation (variables explicatives : SAU, rapport UGB bovin/UGB totale qui évoque la présence d'un troupeau ovin en général). Finalement, cinq types ont été identifiés : (i) les grands élevages spécialisés en lait ou (ii) les petits troupeaux avec intensification laitière, (iii) les systèmes polyculture-élevage livrant le lait toute l'année ou (iv) le livrant saisonnièrement, et (v) les élevages extensifs viande ne livrant du lait que pendant quelques semaines. La figure 3 résume les grands traits distinctifs des cinq types d'élevage bovin identifiés.

Cette typologie, pour être validée, a ensuite été soumise à un groupe de neuf experts (le chef d'arrondissement, le chef de l'appui technique, deux vétérinaires, trois inséminateurs, un technicien et un contrôleur laitier) qui ont suggéré après discussion de distinguer des sous-types importants qui n'avaient pas été perçus dans l'analyse. Ainsi, est apparue la nécessité de différencier dans le type (iv) le système riz/bersim, où le fourrage était produit en dérobé, et dans le type (v) le cas des élevages extensifs de petite

taille propres aux éleveurs sans terre ayant des revenus non agricoles. Sept types distincts ont ainsi été retenus, correspondant à des éleveurs dont le profil sociologique était assez facile à caractériser (tableau I).

Le type GL correspondait aux gros élevages laitiers de la zone côtière dont les paramètres de structure (SAU, effectifs en vaches laitières) étaient largement supérieurs à la moyenne. Tous leurs bovins étaient d'origine importée de race Holstein. La SFP occupait une place prédominante sur ces exploitations (82 p. 100 de la SAU). Les fourrages étaient distribués toute l'année, soit en vert soit sous forme d'ensilage, et les vaches étaient supplémentées en concentrés durant toute la lactation. Le zéro-pâturage était de rigueur dans ces exploitations, à l'instar de la majorité des systèmes intensifiés d'élevage bovin au Maroc (19). La productivité moyenne a été de 4 300 kg de lait par vache en lactation (VL) présente par an. Enfin, la main d'œuvre était exclusivement d'origine salariée. Trois de ces exploitations appartenaient à des industriels détenteurs de capitaux qui avaient fait le choix d'investir dans l'agriculture, bénéficiant ainsi de l'exonération d'impôts. Mais leur souci majeur était la rentabilité économique qu'ils tentaient d'atteindre en visant l'intensification maximale du rendement laitier par vache. La quatrième exploitation était une ferme expérimentale étatique, d'où la présence importante de main d'œuvre (38 salariés).

Le type PL, petit laitier spécialisé, comprenait 31 individus et était caractérisé par une SAU moyenne de 6 ha par exploitation dont plus de 80 p. 100 étaient réservés aux cultures fourragères, un troupeau de 9 VL en moyenne, une distribution tout le long de l'année de fourrages verts aux vaches et la mise à disposition des vaches de concentrés durant toute leur lactation. Le rendement laitier moyen a été de 2 900 kg/VL présente/an. La livraison de lait n'était pas saisonnière mais étalée sur toute l'année. La main d'œuvre était d'origine familiale et/ou salariale. Plus des deux tiers de ces éleveurs, dont certains étaient des bénéficiaires de l'opération « jeunes promoteurs », embauchaient des salariés

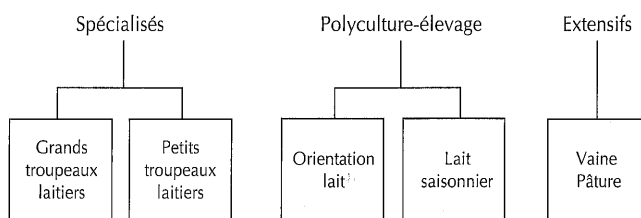


Figure 3 : représentation schématique de la typologie des exploitations d'élevages bovins au Gharb.

Tableau I

Les différents types d'éleveurs de bovins dans l'arrondissement de Sidi Allal Tazi

Identifiant	Elevages laitiers spécialisés		Elevages en systèmes polyculture-élevage			Elevages à troupeaux extensifs sur parcours	
	Grands troupeaux	Petits troupeaux	Laitiers à production permanente	Laitier à production saisonnière	Système riz/bersim à lait saisonnier	Elevages allaitants de race locale	Micro-exploitation et sans terre
Identifiant	GL	PL	PLP	PLS	RBLS	GA	ST
Individus enquêtés	4	31	22	43		11	

GL : grand laitier ; PL : petit laitier ; PLP : polyculture et lait permanent ; PLS : polyculture et lait saisonnier ; RBLS : riz/bersim et lait saisonnier ; GA : grands allaitants ; ST : sans terre

permanents. Ce type pouvait ainsi être considéré comme celui des éleveurs aux moyens de production plus modérés mais qui accordaient à l'élevage laitier une place privilégiée dans leur système de production.

Le type PLP, polyculture-élevage et production laitière permanente, était composé de 22 individus qui se caractérisaient par une SAU moyenne de 39 ha, nettement supérieure à la moyenne générale, et par un troupeau moyen de 8,5 VL. Cette classe présentait tous les aspects de la diversification des activités aussi bien au niveau de l'élevage que des cultures. Ainsi, un troupeau ovin était présent chez tous les éleveurs et il pouvait parfois être plus important que le troupeau bovin (en termes d'UGB). Au niveau des productions végétales, moins de 30 p. 100 de l'assolement étaient réservés aux cultures fourragères, le reste étant occupé par des productions telles que le maraîchage de plein champ, les céréales, les oléagineux et la betterave sucrière. Au niveau de la conduite alimentaire des vaches, les fourrages étaient distribués en vert de décembre à juillet, déterminant de ce fait une période difficile dite de « soudure » d'août à novembre, où seules de la paille et les chaumes de céréales étaient disponibles pour le cheptel bovin. Néanmoins, les concentrés étaient distribués toute l'année chez la majorité des éleveurs. Les niveaux de production de lait étaient de 1 800 kg/VL présente/an.

Le type PLS, polyculture-élevage et production laitière saisonnière, était le type le plus important et il était composé de 43 éleveurs. Ces exploitations se distinguaient par l'exiguïté des superficies (4,6 ha en moyenne) et par des troupeaux bovins de 4,5 VL en moyenne. Les productions agricoles étaient plus ou moins diversifiées et la part réservée aux cultures fourragères était inférieure à 40 p. 100 de l'assolement. Les autres productions végétales étaient le blé et le maraîchage. L'alimentation du troupeau était déficiente pendant près de la moitié de l'année. Il en résultait une livraison de lait très saisonnière qui s'arrêtait de juin à novembre. Cette classe était donc typiquement celle des éleveurs de bovins pour lesquels la production laitière était reléguée au second plan, les vaches étant d'abord destinées à la production de veaux.

Le type RBLS, très proche du précédent et que les auteurs n'avaient pas identifié dans un premier temps, correspondait aux exploitations des coopératives de la réforme agraire dont l'assolement était fondé sur la succession riz/bersim. Le bersim (trèfle d'Alexandrie), difficile à conserver du fait de sa haute teneur en eau, assure un affouragement en vert de novembre à mai. Les vaches étaient nourries le reste de l'année d'un peu de mauvais foin de bersim, de paille et de concentrés achetés. La production laitière était de ce fait très saisonnée.

Les types GA, grands troupeaux à tendance allaitante, et ST, éleveurs sans terre et petits troupeaux, exploitaient des animaux de race locale (Brune de l'Atlas et Blonde d'Oulmès-Zaër) menés sur parcours et étaient représentés dans la présente enquête par 11 individus qui se caractérisaient par une SAU inférieure à 1 ha. Mais les effectifs en vaches étaient très variables, allant de 3 à 50. Aucune culture fourragère n'était pratiquée et les éleveurs menaient leur troupeau sur des pâturages tantôt à proximité de leurs lieux de résidence, tantôt sur les pâturages collectifs de la forêt domaniale. La distribution de concentrés se faisait de manière très sporadique, à l'occasion de l'engraissement d'un bovin destiné à la commercialisation ou pour une utilisation marginale du lait produit dans les semaines qui suivaient un vêlage. Ce, lait réservé à l'autoconsommation familiale, était destiné exceptionnellement à la vente, mais certains éleveurs, se référant à la coutume, refusaient de le vendre.

En conclusion provisoire, ces différents types d'éleveurs n'étaient pas répartis au hasard dans l'espace : les grands laitiers étaient

installés dans la bande côtière, les jeunes promoteurs de type PL, plus exigeants sur les conditions de vie, étaient proches de la ville de Kénitra, les systèmes riz/bersim étaient dans les périmètres proches de Sidi Allal Tazi, les systèmes allaitants étaient plutôt à la périphérie et proches de la forêt.

Stratégies des éleveurs : analyse des cas types

Les enquêtes approfondies menées auprès de quelques éleveurs représentatifs de chaque type ont donc permis d'obtenir sept profils qualifiés de « cas types ». Pour chacun d'eux ont été développés les enjeux et les objectifs au travers de quelques indicateurs, notamment économiques (tableau II). Les marges brutes ont été calculées par différence entre les produits bruts et la somme des charges opérationnelles, frais d'irrigation et salaires compris¹. Le tableau III résume, pour chaque type identifié, le détail du calcul de la marge brute.

Le cas type GL (grand troupeau laitier) était une exploitation privée de 20 ha, avec un élevage de 74 vaches laitières de type Holstein (le propriétaire engageait par ailleurs des investissements dans d'autres unités agricoles spéculatives telles que les bananes, les fraises, les avocats...). La main-d'œuvre était exclusivement salariée (neuf travailleurs permanents). L'exploitation disposait d'importants équipements en bâtiments et en ateliers adaptés à une conduite intensive du cheptel (salles de traite, annexes de stockage...). L'exploitant recherchait une forte productivité. Il pratiquait l'insémination artificielle dans la mesure du possible mais, par sécurité, s'assurait le concours d'un bon taureau. Toute la SAU était réservée aux cultures fourragères. L'assolement comprenait une culture associée de lupin et de triticale, suivie d'un maïs d'été. Ces fourrages se conservaient facilement en ensilage, assurant une couverture en fourrages pour le cheptel toute l'année. Le rationnement des vaches laitières était calculé en fonction de leur niveau de lactation, ce qui n'était pas fréquent. Les vaches étaient conduites en trois lots : les hautes, les moyennes et les faibles productrices. Les concentrés étaient tous achetés à l'extérieur. Leur part dans la ration était élevée (64 p. 100 de la matière sèche ingérée), soit 14 kg/jour pour une VL correspondant à une production de plus de 20 kg de lait par jour. Il est vrai que le chargement animal, près de 4 VL par hectare SFP, imposait cette pratique. Le rendement laitier moyen par vache présente a été de 5 263 kg/an. La marge brute par vache a été de 4 228 dirhams (Dh), soit 377,5 euros². Le lait a représenté 75 p. 100 des recettes totales de l'élevage. Le propriétaire étant par nécessité un absentéiste, le problème essentiel a été lié à la technicité des ouvriers et du gérant.

L'avenir de ces unités étant très lié à leur rentabilité, elles sont menacées de disparaître car la conjoncture ne leur est pas favorable : stagnation du prix du lait, intrants coûteux, blocage des importations de génisses.

Le cas type PL, petit troupeau laitier spécialisé, était constitué d'une exploitation de 10 VL reposant sur trois hectares loués au domaine de l'Etat. La production a été de 5 220 kg de lait par lactation. L'exploitation était entre les mains d'un jeune promoteur qui, faute de trouver du travail diplômé dans d'autres secteurs d'activités, s'est lancé dans l'élevage laitier. La présence de salariés permanents était systématique, le promoteur s'occupant beaucoup plus des aspects d'approvisionnement et de gestion technique

¹ Le coût des fourrages a été basé sur les prix de revient de production, la paille et les concentrés ont été comptés au prix d'achat, la main d'œuvre familiale a été gratuite. Le lait trait autoconsommé par la famille a été comptabilisé dans les produits. Le prix du lait payé aux éleveurs a été de 2,60 et 3,00 dirhams par litre respectivement en haute et basse saison.

² Un euro était égal à 11,2 dirhams (cours du 10 février 2004).

Tableau II

Caractéristiques des cas types des élevages bovins dans le périmètre irrigué Gharb au Maroc

	Elevageurs laitiers spécialisés		Elevageurs en systèmes polyculture-élevage			Elevageurs à troupeaux extensifs sur parcours	
	Grands troupeaux	Petits troupeaux	Laitiers à production permanente	Laitier à production saisonnière	Système riz/bersim à lait saisonnier	Elevages allaitants de race locale	Micro-exploitation et sans terre
	(GL)	(PL)	(PLP)	(PLS)	(RBLs)	(GA)	(ST)
SAU (ha)	20	3	45	3,5	5	10	0,5
Nb. vaches	74	10	20	3	4	50	4
Races des vaches	Pie noir importée	Pie noir importée	Pie noir marocaine	Croisée	Croisée	Brune de l'Atlas	Brune de l'Atlas
SFP/SAU (%)	100	100	22	14	25	100	0
Apports concentrés	Continus	Continus	Continus	5 mois	6 mois	Occasionnel	Occasionnel
Part des aliments dans les charges (%)	75	72	62	73	39	22	13
Lait dans les produits animaux (%)	75	72	54	37	34	7	3
Rendement en lait/vache (kg)	5 228	5 220	2 800	500	650	450	150
Marge brute/vache (Dh)	4 228	3 630	3 844	2 075	2 055	896	1 644
Investissements	Bâtiments, équipement, matériels	Petit équipement	Locaux anciens traditionnels	Très faibles	Très faibles	Très faibles	Très faibles
Facteurs limitants	Main d'œuvre (ouvrier et maîtrise), fourrages	Main d'œuvre, fourrages, dettes	Technicité, fourrages et concurrence avec cultures irriguées	Technicité, trésorerie, fourrages et concurrence des cultures irriguées	Système rigide, dépendance de stocks (paille...), trésorerie	Aléas climatiques, fluctuations des cours de la viande	Aléas climatiques, rareté des capitaux

GL : grand laitier ; PL : petit laitier ; PLP : polyculture et lait permanent ; PLS : polyculture et lait saisonnier ; RBLs : riz/bersim et lait saisonnier ; GA : grands allaitants ; ST : sans terre ; SAU : surface agricole utile ; SFP : surface fourragère principale

Tableau III

Détail du calcul de la marge brute par vache (en dirhams) pour chacun des cas types illustrant les systèmes d'élevage identifiés dans le périmètre irrigué du Gharb au Maroc

Types	Elevageurs laitiers spécialisés		Elevageurs en systèmes polyculture-élevage			Elevageurs à troupeaux extensifs sur parcours	
	GL	PL	PLP	PLS	RBLs	GA	ST
Charges/VL							
Aliments	12 618	13 568	7 261	1 460	1 435	1 374	870
Main-d'œuvre	3 566	4 036	2 856	426	1 238	3 251	2 046
Divers	640	1 221	1 595	114	1 007	1 621	3 773
Total des charges/VL	16 824	18 845	11 712	2 000	3 680	6 246	6 689
Produits/VL							
Lait	15 789	16 182	8 400	1 500	1 950	500	250
Viande	5 263	6 293	7 156	2 575	3 785	6 642	8 083
Total des produits/VL	21 052	22 475	15 556	4 075	5 735	7 142	8 333
Marge brute (Dh/vache)	4 228	3 630	3 844	2 075	2 055	896	1 644

GL : grand laitier ; PL : petit laitier ; PLP : polyculture et lait permanent ; PLS : polyculture et lait saisonnier ; RBLs : riz/bersim et lait saisonnier ; GA : grands allaitants ; ST : sans terre ; VL : vache en lactation

de l'étable. Toute la SAU était réservée aux cultures fourragères. Leur conduite était intensive afin de combiner un maximum de rendement pour l'affouragement en vert (bersim) et le stockage sous forme d'ensilage (maïs). Les vaches étaient toutes d'origine Prim' Holstein, importées par l'intermédiaire d'une usine laitière. Ce choix représentait un gros investissement pour l'éleveur (170 000 Dh à rembourser), assuré à la fois par un prêt à court terme consenti par l'usine (remboursement par déduction sur le paiement du lait) et par endettement personnel (prêts familiaux). L'éleveur mesurait la production régulièrement afin d'ajuster les rations. Celles-ci étaient calculées par ses soins après information et même formation auprès de voisins (type GL). C'était le seul groupe où de réelles demandes techniques étaient formulées. Le lait a constitué près de 72 p. 100 des recettes d'élevage. La marge brute par vache présente a été de 3 630 Dh par an, soit 324,1 euros. Cependant, l'exploitation continuait d'être sévèrement endettée, ce qui empêchait tout investissement complémentaire (élevage de taurillons). De plus, elle reposait sur des facteurs de production aléatoires (notamment foncier avec la location du terrain).

Le cas type PLP était illustré par une exploitation de 45 ha de SAU, avec 20 vaches laitières, produisant 2 800 kg de lait par an chacune. Sur les cinq hectares de SFP irrigables, était mise en place une rotation bersim/maïs grain, menée sans grande technicité, en raison de l'absence de toute fertilisation ou de traitement phytosanitaire. L'objectif de l'éleveur était de privilégier les cultures de rente irriguées, ce qui faisait que la SFP n'occupait que 11 p. 100 de la SAU. Le cheptel bovin laitier était issu à l'origine de génisses d'importation, remplacées progressivement par les produits nés sur place en utilisant l'insémination artificielle, avant l'arrêt récent de ce service. L'alimentation était basée sur une succession de fourrages en vert ou ensilé, mais aussi sur tous les résidus de cultures (collets de betteraves), les adventices de toutes les cultures de rente et le pâturage des chaumes de céréales. Les aliments concentrés étaient distribués durant toute la lactation des vaches. La quantité de concentrés et les proportions du mélange restaient identiques quels que fussent les fourrages distribués. La culture de betteraves permettait d'avoir accès à de la pulpe à prix réduits (0,90 Dh/kg). La paille était un produit spéculatif sur ces exploitations et était utilisée au minimum afin d'en vendre le plus possible. Sur place, elle était donnée broyée avec les concentrés et très peu utilisée en litière. La marge brute a été de 3 844 Dh par vache, soit 343,2 euros. Le lait n'assurait plus que 54 p. 100 des recettes d'élevage car ces éleveurs accordaient une certaine importance à l'engraissement des mâles sans en faire une priorité. La complémentarité entre élevage et culture, par les flux qu'elle permet, avait ici atteint son optimum.

Le cas type PLS, très largement représenté dans la zone, correspondait au profil d'une exploitation traditionnelle à faible technicité de 4,0 ha, de type familial (famille nombreuse, plus de dix personnes), disposant d'une moto pompe et pratiquant un système de polyculture-élevage sur des collectifs partagés (2,5 ha de blé, 0,5 ha de maraîchage et 1 ha de cultures fourragères). L'élevage bovin était représenté par trois vaches laitières croisées. La saillie était assurée par un taureau croisé choisi pour sa bonne conformation et non pour ses antécédents laitiers supposés. L'alimentation s'appuyait sur les cultures fourragères, mais les résidus des cultures maraîchères et du désherbage étaient distribués au fur et à mesure de leur récolte. Deux phases de transition étaient critiques pour l'alimentation du cheptel : (i) entre la culture du bersim et la culture du maïs (de fin mai à juillet) où l'apport en aliments grossiers se faisait par la pâture des chaumes de blé, de résidus maraîchers et par la vaine pâture sur les bas côtés des routes, (ii) entre le maïs et le bersim (de fin septembre à début décembre) où l'alimentation était assurée essentiellement par la paille et par des résidus

divers. Les concentrés étaient distribués seulement pendant ces deux phases de transition afin de freiner l'amaigrissement des vaches. La quantité était estimée à 200 kg/VL, consistant en un mélange de pulpe déshydratée de betterave et de son de blé. Ce type d'alimentation n'était pas adapté aux exigences quantitatives et qualitatives liées à la production laitière qui chute fortement lors des phases de transition. La production laitière par vache a été de 750 kg par lactation, soit à peu près 500 kg par an, avec un intervalle entre vêlages estimé à 18 mois. La marge brute dégagée par ce type d'élevage a été de 2 075 Dh par vache (185,3 euros). Le lait, vendu à des colporteurs, ne représentait plus que 37 p. 100 des recettes d'élevage, la préférence allant au veau (sevrage tardif, deux quartiers étant réservés à l'allaitement), puis à l'engraissement des génisses et des taurillons. La contrainte en trésorerie imposait souvent des ventes hâtives décidées à contrecœur.

Le cas type RBL ou riz/bersim était un système de polyculture-élevage, décrit par une exploitation reposant sur un lot de cinq hectares appartenant à une coopérative de la réforme agraire. Ces exploitations étaient tenues de cultiver du riz, étant donné la nature hydromorphe des sols, la sole fourragère s'insérait idéalement en dérobé par rapport au cycle du riz (de mai à octobre). À partir du mois de novembre, les terres étaient semées en blé pour la moitié de la surface et en bersim pour l'autre. L'origine du troupeau était composite avec des vaches croisées et des vaches Pie noir importées par l'intermédiaire des centres de collecte du lait. La conduite des deux types génétiques étant la même, le potentiel bovin Pie noir était sous-exploité. L'alimentation était typique de ce système : du bersim à volonté pendant six mois, de la paille et des concentrés les six autres mois. La flambée des prix de la paille après une année de sécheresse a obligé l'éleveur à acheter une coupe de bersim dans l'attente de sa propre récolte. Le foin, malgré sa faible qualité, s'est développé aussi, alors que les essais de vulgarisation de l'ensilage n'ont pas porté leurs fruits (coût trop important, conservation difficile en raison d'une teneur en eau supérieure à 87 p. 100). La marge brute annuelle par vache a été de 2 055 Dh (183,5 euros). À peine 34 p. 100 des recettes provenaient du lait. Le rendement en lait annuel par vache présente a été de 650 kg ; la production a été calée sur la période de disponibilité du bersim (de novembre à mai).

Le cas type GA correspondait aux élevages de type presque exclusivement allaitant. Le cheptel bovin était constitué de 50 vaches de race locale (250 kg de poids vif, 450 kg de lait dont 200 à 250 étaient traits). L'exploitation était de type familial et reposait sur une SAU de 10 ha. Aucune culture fourragère n'était pratiquée et le troupeau était essentiellement nourri sur des parcours forestier, de la vaine pâture et sur des chaumes et jachères. Les vaches prêtes à vêler ou remises en état pâturaient les parcelles privées de proximité, mais, en général, les zones de pâturage étaient éloignées des lieux d'habitation (de 10 jusqu'à 50 km) et un des membres de la famille était mobilisé pour assurer le gardiennage du troupeau. Les vaches qui mettaient bas n'étaient traitées sur place que durant les deux premières semaines et elles rejoignaient ensuite le troupeau principal. Le lait qui n'était pas autoconsommé par la famille était livré aux centres de collecte et non aux colporteurs peu intéressés par ces producteurs occasionnels. L'orientation de ce système était ainsi tournée vers la viande (93 p. 100 des recettes). Les charges étaient réduites au minimum pour les animaux, la marge brute annuelle moyenne par vache était faible, de l'ordre de 890 Dh (79,5 euros), mais la forte taille du troupeau permettait de dégager un revenu correct pour la famille.

Le dernier cas type, ST, était celui des paysans sans terre. L'exploitation agricole, issue de morcellements successifs suite aux héritages, était fortement exportatrice de main-d'œuvre mais élevait quelques vaches sur des terrains de proximité. Le troupeau

était constitué de quatre vaches dont l'alimentation était totalement basée sur des ressources gratuites. Un enfant non scolarisé se consacrait totalement à la tâche de leur trouver un lieu de pacage entre pâturage en forêt et chaumes accordés par d'autres agriculteurs. Si le pâturage ne suffisait pas, les femmes allaient ramasser des herbes en forêt ou sur le bas côté des routes qui étaient distribuées le soir au troupeau. Aucune dépense n'était effectuée pour le troupeau (pas de fourrages ni de concentrés) sauf pour les cas exceptionnels (traitements vétérinaires, transport des bovins vers le marché). Les années de très fortes sécheresses, quand les parcours étaient improductifs, le troupeau était vendu. Bien que les vaches fussent traitées pendant les deux à trois premiers mois de lactation, le lait était en totalité utilisé pour les besoins familiaux. La marge brute annuelle a été de 1 684 Dh/vache présente (150,4 euros). La part du lait dans les produits animaux était insignifiante (3 p. 100).

A partir de cette étude des cas types, se dégage un gradient de la part du lait dans les recettes totales d'élevage, illustré dans la figure 4.

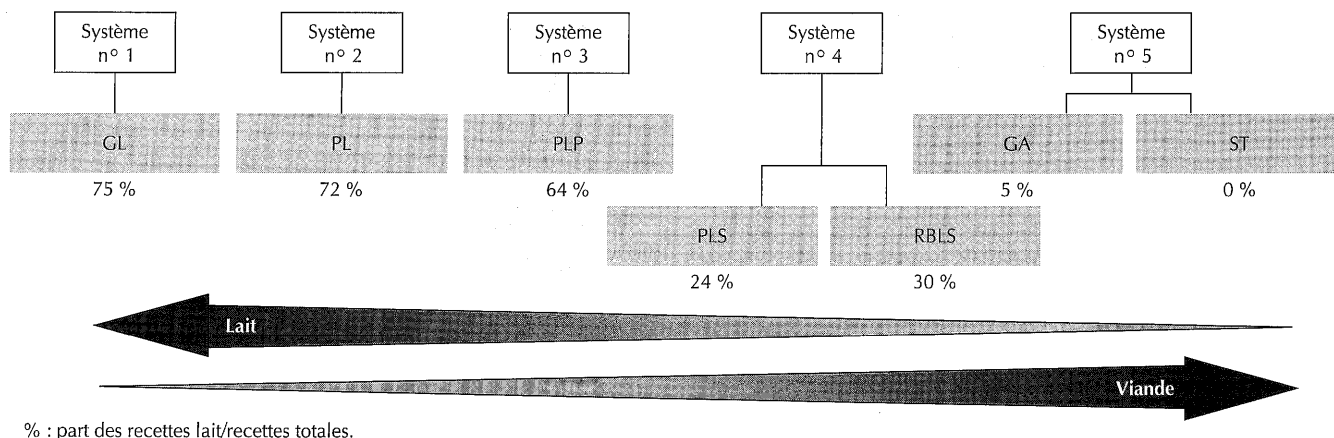
■ DISCUSSION : LAIT ET/OU VIANDE ?
PERSPECTIVES D'AVENIR

Cette analyse de la diversité des élevages bovins confirme l'extrême hétérogénéité des choix et des pratiques des éleveurs et devrait inciter les pouvoirs publics, les organisations professionnelles d'élevage et les transformateurs de produits animaux à la prise en compte de cette variabilité pour l'instauration de programmes d'encadrement des éleveurs adaptés à leurs multiples attentes.

La typologie établie confirme la multiplicité des rôles du cheptel bovin et la diversité des systèmes d'élevage en vigueur dans le périmètre du Gharb. Il se dégage aussi que l'élevage bovin est avant tout pratiqué dans de petites exploitations tant par la taille que par le degré de capitalisation (1). Par ailleurs, la spécialisation en élevage laitier, tant prônée par les concepteurs du Plan laitier, est loin de s'être imposée. Seuls les deux premiers types répondent aux attentes des planificateurs du secteur laitier. Les performances du cheptel bovin en termes de rendement laitier et de rentabilité par vache sont d'ailleurs assez proches de ce qui a été relevé dans d'autres régions du pays (7, 15, 18). En revanche, pour les autres types, la production de viande s'impose comme une activité concomitante, parfois même dominante, le lait devant même parfois être considéré comme un sous-produit. Les responsables des usines laitières sont donc en droit de se poser la question de la durabilité et des perspectives de la production laitière.

Le premier phénomène à considérer avec attention est lié au fait que, en dehors des élevages laitiers spécialisés (GL et PL), le troupeau bovin des autres systèmes est typiquement polyfonctionnel, c'est-à-dire (i) très complémentaire des activités proprement agricoles (utilisation des fourrages et sous-produits, producteur de fumier, notamment pour les parcelles en maraîchage intensif), (ii) assurant les besoins laitiers familiaux (lait, l'*ben* ou petit lait caillé, beurre), (iii) valorisant la main d'œuvre familiale sous-employée, (iv) assurant les à-coups de la trésorerie (vente de lait, des veaux) et (v) appuyant les investissements lourds par la vente des vaches, taurillons ou génisses au moment opportun.

L'autre problème d'importance concerne la mise en marché du lait et le recul général de la collecte industrielle de lait dans le périmètre du Gharb, exacerbé par l'amplification du phénomène de colportage. Les centres de collecte coopératifs, qui ont joué un rôle clef dans l'émergence de la filière lait, marquent en effet le pas. N'étant que peu éligibles aux crédits bancaires, ces coopératives ne disposent que de capitaux limités pour développer d'autres activités au profit de leurs adhérents et peu réussissent à s'affranchir de l'administration. Un autre dysfonctionnement concerne la régularité des apports et le degré de fidélité des éleveurs vis-à-vis de ces coopératives, à l'image de ce qui a été relevé dans la région limitrophe de Tiflet (19). Les usines laitières insuffisamment équipées en matériel de stockage et de transformation (poudre de lait notamment) gèrent difficilement les excédents laitiers du printemps et ont pour habitude de refouler sans préavis les apports en provenance des centres de collecte qui bloquent à leur tour les livraisons des producteurs contraints de passer par les colporteurs. De nombreux éleveurs, face à ces incertitudes, manifestent leurs réticences à produire davantage de lait s'ils sont si mal récompensés de leurs efforts : pas de prime à la qualité, pénalités d'origine douteuse et prix n'ayant pas évolué depuis plus de 10 ans (16). Certains en viennent à créer leur propre minilaiterie pour garantir un débouché fiable et rémunérateur. Depuis une dizaine d'années, on voit ainsi monter en puissance des circuits parallèles dits « informels » dans certaines régions, mais en vérité fort bien équipés (camionnettes, bacs réfrigérateurs, boutiques pour la vente en direct de produits transformés...) et organisés pour la collecte directement auprès des producteurs. Incapables de faire face à cette concurrence, certains centres de collecte ont fermé et la principale usine laitière du Gharb (coopérative Colait-Extralait) s'en est trouvée fortement fragilisée, outre ses problèmes de gestion interne. La ville de Kénitra est à présent approvisionnée à hauteur de 25 p. 100 par des colporteurs organisés, efficaces et, pour une partie d'entre eux, respectueux de l'hygiène.



% : part des recettes lait/recettes totales.

Figure 4 : gradients de production de lait et de viande dans les différents systèmes d'élevages bovins. GL : grand laitier ; PL : petit laitier ; PLP : polyculture et lait permanent ; PLS : polyculture et lait saisonnier ; RBLS : riz/bersim et lait saisonnier ; GA : grands allaitants ; ST : sans terre.

Lait et viande peuvent donc être en situation de concurrence vis-à-vis de la valorisation des ressources fourragères et ce n'est pas le moindre paradoxe de voir des éleveurs, dotés en troupeaux de races laitières spécialisées (Holstein et Pie noir), accorder de plus en plus d'intérêt à la production de viande. On a vu que dans la plupart des troupeaux (hors GL), les veaux sont tous conservés. Toutefois, seuls les mâles sont engraisés, selon un même modèle (cinq mois en stabulation, à partir du dixième mois d'âge, avec un régime alimentaire basé sur de la paille et des concentrés) pour dégager une marge brute d'environ 500 Dh/taurillon. D'un type à l'autre on note des stratégies un peu différentes : les jeunes producteurs (PL) n'engraissent au mieux qu'un à deux mâles par an, les systèmes agriculture-élevage (PLP) gardent tous leurs génisses et vendent quelques mâles maigres âgés de 12 à 15 mois, pour assurer l'engraissement des autres sans trop prélever dans le disponible fourrager, tout en veillant à préserver le potentiel laitier de leur unité. Pour les étables des types PLS et RBS, la production laitière n'a plus la priorité et la viande est privilégiée, dans un système naisseur/engraisseur où les jeunes sont vendus à un âge de 12 à 18 mois, selon les cours du marché et les facilités de financer les achats de concentrés. Dans les systèmes allaitants, le choix se porte évidemment sans concurrence possible vers la production de viande.

La mise sur pied d'un programme d'appui technique aux éleveurs doit donc nécessairement tenir compte de ces différences entre types. Compte tenu de la priorité affichée par les services techniques pour une production laitière usinable, il est clair que les types GL et PL sont les plus susceptibles de s'accaparer l'aide technique. Celle-ci devrait se concrétiser par l'affectation d'agents sur le terrain en phase avec les éleveurs, car pour l'heure ces derniers sont rares à signaler des visites de techniciens du développement. Cet encadrement rapproché doit s'intéresser en premier lieu à la conduite alimentaire des vaches laitières, puisqu'à l'instar de ce qui est rapporté dans d'autres régions du pays, les périodes de soudure et la méconnaissance des méthodes du rationnement et de conservation des fourrages continuent de générer des manques à gagner importants (6). A cet égard, le Gharb étant un important pôle de production agroalimentaire (sucreries, conserveries...), une valorisation plus importante des sous-produits industriels devrait être favorisée.

En revanche, il faut que ces mêmes services techniques chargés de la vulgarisation agricole reconnaissent à la production de viande une totale légitimité. Les périmètres irrigués de cette zone ont permis l'émergence d'un système d'élevage bovin de type mixte et non pas « laitier intensif » qui, dans un certain nombre de systèmes, joue de la complémentarité entre l'agriculture et l'élevage. Les élevages concernés, les plus nombreux comme on l'a vu, réclament donc une aide et des conseils spécifiques pour gérer au mieux cet équilibre lait/viande qui est véritablement la marque de ces systèmes qui pour survivre doivent être d'une grande adaptabilité. Rien ne s'oppose à ce que les élevages laitiers intensifs spécialisés et les élevages mixtes associés à l'agriculture se partagent harmonieusement l'espace agraire... et les aides.

■ CONCLUSION

La politique poursuivie par les pouvoirs publics en matière d'élevage bovin au Maroc a toujours considéré les périmètres irrigués comme le fer de lance de toute amélioration de la production bovine laitière, tant il est vrai que l'irrigation devrait permettre d'amenuiser les effets des épisodes de sécheresse que connaît fréquemment le pays et de favoriser la constitution de stocks de fourrages. Toutefois, depuis le lancement du Plan laitier en 1975 et plus récemment, aucune étude sérieuse n'a mis l'accent sur les performances des troupeaux bovins et sur la diversité des stratégies poursuivies par les éleveurs en milieu paysan dans les périmètres irrigués. A cet égard, le présent travail

montre que la spécialisation laitière prônée par les pouvoirs publics est loin de s'être généralisée. Au contraire, des systèmes d'élevage mixtes (coexistence du lait et de la viande), voire même bien plus allaitants que laitiers, se développent et arguent de la stagnation du prix du lait et des difficultés techniques pour en produire tout le long de l'année pour justifier de choix de production bovine extensive. Toutefois, la pénibilité du travail engendré par les systèmes totalement allaitants (pacage éloigné des centres urbains, en pleine forêt, problèmes de sécurité...) et les limitations liées aux droits d'accès au pâturage (affiliation obligatoire aux ayant-droits des parcours collectifs) expliquent que ces modes de production, en dépit de leurs résultats économiques intéressants, ne soient pas adoptés par plus d'éleveurs. Cette diversité des systèmes de production et la variabilité des stratégies poursuivies par les différentes classes d'éleveurs méritent d'être considérées à leur juste valeur par les organismes de développement agricole en charge du secteur bovin. Pour cela, et afin de contribuer à la durabilité économique des différents types de fermes d'élevage, des paquets technologiques adaptés devraient être envisagés. Ceux-ci pourraient intégrer aussi bien le choix de races adaptées pour les éleveurs plus portés sur la viande que sur le lait, ou encore la vulgarisation de rations adaptées aux différentes saisons de l'année en fonction de la disponibilité des fourrages. En clair, cela voudrait dire des essais de production avec des races ayant de meilleures potentialités d'engraissement que les vaches Holstein et Pie noir, et surtout des démonstrations de production laitière intensive avec des rations équilibrées comportant des sous-produits agro-industriels du Gharb (pulpes d'agrumes, mélasse de betterave, son de blé, tourteau de tournesol...) et les aliments grossiers conventionnels de la région : le bersim (base de l'alimentation de novembre à mai) et les pailles de céréales (de juin à octobre). Ceci permettrait de montrer la possibilité de récupérer, en milieu paysan, les manques à gagner et améliorerait par conséquent les performances économiques des élevages.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme de recherche PAR sur l'approvisionnement en produits frais des grands centres urbains méditerranéens. Nous tenons à remercier les nombreux éleveurs du Gharb qui ont accepté de se soumettre à nos questions. Nous voudrions aussi remercier M. L. Baamal du département de Statistiques et d'informatique de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, pour son aide lors du dépouillement et de l'analyse statistique des données, et Mme J. Chiche pour son soutien et ses conseils sur la méthodologie d'enquête.

BIBLIOGRAPHIE

- AURIOL P., 1989. Situation laitière dans les pays du Maghreb et du sud-est de la Méditerranée. *Options méditerranéennes, Sér. Sémin.*, 6 : 51-72.
- BOURBOUZE A., CHOUCHE A., EDDEBBARH A., PLUVINAGE J., YAKHLEF H., 1989. Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. *Options méditerranéennes, Sér. Sémin.*, 6 : 274-258.
- BROSSIER J., HUBERT B., 2001. Intégrer les sciences biotechniques, économiques et sociales. *Cah. Agric.*, 10 : 25-39.
- CHRISTIANSEN S., BOUNEJMATE M., SAWMY-EDO H., MAWLAWI B., SHOMO F., COCKS P.S., NORDBLOM T.L., 2000. Tah village project in Syria: another unsuccessful attempt to introduce ley-farming in the Mediterranean basin. *Exp. Agric.*, 36 : 181-193.
- FAYE B., ALARY V., 2001. Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. *Inra Prod. Anim.*, 14 : 3-13.
- GUESSOUS F., 1991. Production fourragère et systèmes animaux. Rabat, Maroc, IAV Hassan II, 118 p. (Actes)
- LAKHDISSI H., LAHLOU-KASSI A., THIBIER M., 1988. Conduite de la reproduction en grands troupeaux laitiers dans les conditions marocaines. 1. Influence du programme d'action vétérinaire intégré de reproduction sur les bilans de fertilité. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 41 : 293-299.

8. LANDAIS E., 1996. Typologie d'exploitations agricoles. Nouvelles pratiques, nouvelles méthodes. *Econom. rurale*, **236** : 3-15.
9. MARA, 1975. Le plan laitier. Rabat, Maroc, ministère de l'Agriculture et de la réforme agraire, 83 p.
10. MEYER C., DENIS J.P., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Montpellier, France, Cirad, 314 p. (Techniques)
11. ORMVAG, 2000. L'élevage en chiffres. Kénitra. Maroc, Office régional de mise en valeur agricole du Gharb, service d'Elevage, 34 p.
12. ORSKOV E.R., 1993. Reality in rural development with emphasis on livestock. Aberdeen, UK, Rowett Research Institute, 88 p.
13. ROELEVELD A.C.W., VAN DEN BROEK A., 1999. Les systèmes d'élevage : orienter la recherche. Amsterdam, Pays-Bas, Institut royal des tropiques, 165 p.
14. SCHIERE J.B., DE WIT C.T., 1993. Feeding standards and feeding systems. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **43**: 121-134.
15. SRAIRI M.T., EL KHATTABI M., 2001. Evaluation économique et technique de la production laitière intensive en zone semi-aride au Maroc. *Cah. Agric.*, **10** : 51-56.

16. SRAIRI M.T., ILHAM A., 2000. L'élevage laitier en zone irriguée et sa sensibilité à l'aléa climatique : cas du Maroc. In: Guessous F., Rihani N., Ilham A., Eds, Livestock production and climatic uncertainty in the Mediterranean. *EAAP*, **94**: 321-327.
17. SRAIRI M.T., BAQASSE M., 2000. Evaluation du devenir et des performances de génisses laitières Frisonnes importées au Maroc. *Livest. Res. Rural Dev.*, **12** : 3.
18. SRAIRI M.T., KESSAB B., 1998. Performances et modalités de production dans six étables laitières intensives au Maroc. *Inra Prod. Anim.*, **11** : 299-304.
19. SRAIRI M.T., MEDKOURI H. 1999. Production et écoulement du lait en région d'agriculture pluviale au Maroc. *Tropicultura*, **16-17** : 321-326.
20. STATITCF, 1991. StatitCF. Paris, France, Institut technique des céréales et des fourrages.
21. WANAPAT M., CHENOST M., MUNOZ F., KAYOULI C., 1996. Methods for improving the nutritive value of fibrous feed: treatment and supplementation. *Ann. zootech.*, **45**: 89-103.

Accepté le 29.03.2004

Summary

Sraïri M.T., Leblond J.M., Bourbouze A. Dairy and/or Beef Production: Diversity of Cattle Farmers' Strategies in Gharb Irrigated Area, Northern Morocco

One hundred and eleven cattle farmers were investigated in the Sidi Allal Tazi region (Gharb irrigated area, Northwestern Morocco). Data forms were filled out by the farmers to specify cows' performances and management, and factors associated with cattle production. Multidimensional statistical methods helped identify the variables that contributed to differentiate the animal husbandry types. Five groups of farmers were thus identified using parameters related to farms' structure (land tenure and number of animals), dairy cattle practices (fodder feed, supplementation) and other types of agricultural activities (sheep breeding, food grain crops, vegetable crops). Two types of farming systems stood out with regard to the intensification of dairy cattle production: the first type consisted of large farms where all production means were mobilized to reach maximum intensification (green forage all year round, high quantities of concentrates). The second type consisted of farms with lower means of production, but when their resources were added to each other, their specialization pointed to dairy production as in the first type. At the opposite, the remaining three types progressively appeared with less intensive dairy strategies, cattle herds assuming in a more and more pronounced way multifunctions: they helped diversify income sources by the use of other types of meat production, produce manure for soil fertility preservation, and provide assets for farmers without bank accounts. This diversity in farmers' strategies must be taken into account by decision-makers of dairy and even beef production development in Gharb region.

Key words: Cattle – Dairy cow – Farming system – Classification – Profitability – Morocco.

Resumen

Sraïri M.T., Leblond J.M., Bourbouze A. Producción de leche y/o de carne: diversidad de las estrategias de los criadores de bovinos en el perímetro irrigado del Gharb, en Marruecos

Ciento once explotaciones de cría bovina en el distrito de Sidi Allal Tazi (perímetro irrigado del Gharb, al noroeste de Marruecos) fueron sujeto de encuestas sobre los factores de producción movilizados, los tipos de conducta del hato y los rendimientos obtenidos. Para este efecto, se elaboró una ficha de encuesta, con el fin de determinar las variables discriminantes propias para diferenciar los tipos de cría entre ellos, y esto gracias a métodos estadísticos multidimensionales. A partir de estos datos, se detectaron cinco clases de criadores, sobre la base de parámetros de estructura (de renta y tamaño del hato), de las prácticas de producción de leche (alimentación en forrajes, suplementos...) y de parámetros concernientes a las otras actividades agrícolas y de cría (cría de ovinos, cultivo de cereales y legumbres...). En la óptica de una intensificación de la cría de leche, dos de los tipos de criadores requieren una atención particular: el primero es el de las grandes explotaciones de leche, en donde el conjunto de los factores es movilizado para acceder a una verdadera intensificación (forrajes verdes todo el año, cantidades importantes de concentrado), mientras que el segundo representa todas las explotaciones con bajos medios de producción, pero en las cuales la totalidad de los recursos converge, como en el primer tipo, hacia una especialización en la producción de leche. Por otro lado, los tres otros tipos se alejan progresivamente de una intensificación lechera, el hato bovino representa aquí un papel pluri funcional cada vez mas marcado: función de diversificación de los ingresos mediante una orientación deliberada hacia la producción de carne de diferentes tipos, función de restauración de la fertilidad de los suelos mediante el aporte de abono estiércol, función de capital para los productores sin cuentas bancarias. Esta diversidad de estrategias de los criadores debe ser imperativamente tomada en cuenta para cualquier decisión sobre el desarrollo de la producción bovina en el Gharb.

Palabras clave: Ganado bovino – Vaca lechera – Sistema de explotación – Clasificación – Rentabilidad – Marruecos.

Caractérisation zootechnique des ovins de race Sardi au Maroc

A. Chikhi¹ I. Boujenane^{2*}

Mots-clés

Ovin Sardi – Performance animale – Performance de reproduction – Poids corporel – Laine – Carcasse – Maroc.

Résumé

Un total de 811 performances de reproduction, 1 430 poids de toison, 1 024 performances de croissance et de viabilité, et 154 performances d'engraissement et d'abattage des ovins de race Sardi ont été analysées. Ces performances ont été collectées durant sept campagnes allant de 1993-1994 à 1999-2000 au domaine expérimental de Déroura à l'Institut national de la recherche agronomique. L'analyse des données a montré que les brebis avaient une durée de la gravidité de 151 jours, un taux de fertilité de 98 p. 100, des tailles de portée à la naissance et au sevrage (90 jours) respectivement de 1,29 et 1,25, et des poids de portée à la naissance et au sevrage respectivement de 5,30 et 27,9 kg. Les agneaux ont pesé 4,10 kg à la naissance, 10,9 kg à 30 jours et 22,5 kg à 90 jours. La vitesse de croissance moyenne a été de 224 g/j de la naissance à 30 jours et de 194 g/j entre 30 et 90 jours. Le taux de mortalité entre la naissance et 90 jours des agneaux a été de 7 p. 100. Après un engraissement postsevrage d'une durée moyenne de 66,4 jours, les agneaux nés simples ont réalisé un gain de poids moyen quotidien de 283 g/j et un indice de consommation de 4,87 kg d'aliment/kg de gain de poids. Abattus à l'âge moyen de 168 jours, ils ont réalisé un poids vif à l'abattage de 45,5 kg, un poids de carcasse chaude de 23,2 kg, un rendement économique de 50,9 p. 100 et un poids du gras de rognon de 295 g. Il a été conclu que la race Sardi a de très bonnes potentialités qu'il est possible d'exploiter pour l'augmentation de la production de viande au Maroc.

■ INTRODUCTION

La caractérisation des ressources génétiques locales est une étape nécessaire pour déterminer la méthode génétique appropriée pour leur amélioration. La race Sardi est parmi les principales races ovines locales marocaines (1). Cependant, les travaux entrepris sur cette race ont été souvent réalisés dans des conditions qui ne lui permettent pas d'extérioriser ses potentialités réelles (3, 8, 11). Par conséquent, de grands efforts doivent être déployés pour faire une mise au point sur les vraies potentialités de cette race et évaluer les marges et les voies de l'amélioration de sa productivité. Le but de cette étude a été d'évaluer les performances de reproduction des brebis et de production des agneaux dans des conditions intensives pour avoir une bonne appréciation du niveau de performances des ovins de race Sardi.

1. Centre régional de la recherche agronomique de Tadla, Institut national de la recherche agronomique, BP 567, Béni Mellal 23000, Maroc
Tél./fax: 212 23 440006 ; e-mail: chikhi@awamia.inra.org.ma

2. Département des productions animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc
Tél./fax: 212 37 776420 ; e-mail: i.boujenane@iav.ac.ma

* Auteur pour la correspondance

■ MATERIEL ET METHODES

Origine des données

L'étude a eu lieu dans le domaine expérimental de Déroura (DED) à l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) de Béni Mellal, localisé à 300 km au sud-est de Rabat. La pluviométrie annuelle moyenne est de 386 mm, la température oscille entre -4 °C au mois de janvier et 45 °C au mois de juillet, avec une moyenne de 18 °C.

Distribution géographique et description phénotypique

La race Sardi appartient à la population ovine des plateaux de l'ouest du Maroc. Elle peuple les régions situées dans le triangle formé par Béni Mellal, Settat et Khouribga. Son effectif s'élève à presque 2,1 millions de têtes en 1996, soit 12,9 p. 100 de l'effectif national ovine (1).

Elle est caractérisée par une tête blanche avec un museau noir, des tâches noires autour des yeux, ce qui lui vaut l'appellation de « race à lunettes ». Chez le mâle, le profil est busqué, le crâne est large et porte des cornes blanches et puissantes. Chez la femelle, le chanfrein est presque droit et la tête est dépourvue de cornes. Les pattes sont blanches et sans laine, avec des points noirs aux extrémités et à la pointe des jarrets. Les ovins de race Sardi ont une grande taille,

variant de 0,80 à 0,90 m chez le mâle et de 0,55 à 0,65 m chez la femelle. Le poids à l'âge adulte varie de 70 à 90 kg chez le mâle et de 45 à 55 kg chez la femelle. La toison est blanche et pèse en moyenne 1,5 kg chez la femelle et 2,5 kg chez le mâle (1).

Conduite des animaux

Les brebis ont été soumises à une lutte contrôlée nocturne d'une durée de 60 jours pendant les mois de juin et juillet. Les lots de lutte ont été constitués d'un bélier et de 20 à 24 brebis. Les béliers, préalablement peints sur leur partie abdominale afin d'identifier les brebis saillies, ont été introduits à 17 h et retirés à 8 h du lendemain. A la fin de la période de la lutte, toutes les brebis ont été regroupées en un seul troupeau.

Les animaux ont été conduits en stabulation permanente. L'alimentation a été à base du foin de luzerne, de paille, d'orge grain, de maïs grain, de pulpe sèche de betterave (PSB), de tourteau de tournesol (TT) et d'un complément minéral vitaminé (CMV). Les quantités distribuées ont varié en fonction des besoins physiologiques des animaux. Pendant la période de lutte, les brebis ont reçu une complémentation de 250 à 300 g d'orge, 80 à 100 g de TT et 10 g de CMV. En fin de gravidité, les aliments complémentaires ont été 400 g d'orge, 100 à 120 g de TT et 10 à 20 g de CMV. Durant la période de lactation, la ration alimentaire a été identique à celle de fin de gravidité augmentée de 300 g de PSB.

L'alimentation des agneaux a été exclusivement à base du lait maternel au cours du premier mois de leur vie. A partir du deuxième mois, les agneaux ont reçu un concentré spécifique composé de 58 p. 100 d'orge, 40 p. 100 de TT et 2 p. 100 de CMV.

Au sevrage vers l'âge de 90 jours, les agneaux et les agnelles de renouvellement ont été sélectionnés et conduits selon un rythme normal pour être aptes à la reproduction à l'âge de 18 mois. Une trentaine de mâles nés simples, parmi les non retenus pour le renouvellement, ont été engraisés chaque année pendant une durée de 60 à 70 jours, puis abattus. Les agneaux mis à l'engraissement ont été répartis en lots de six à sept agneaux. L'engraissement proprement dit a commencé après une dizaine de jours d'adaptation. L'âge moyen des agneaux au début de l'engraissement a été de 104,3 jours et le poids moyen initial a été de 27,3 kg. La ration distribuée a été composée de 30 p. 100 de foin de luzerne broyé, 52 p. 100 du maïs grain, 16 p. 100 du TT et 2 p. 100 du CMV. L'abattage a eu lieu lorsque l'âge des agneaux était en moyenne de 168 jours. Les animaux ont fait l'objet de traitements sanitaires et prophylactiques pour prévenir contre l'entérotaxémie, la clavelée, la myopathie et les parasites internes et externes.

Contrôles effectués

A la naissance, les agneaux ont été identifiés par une boucle d'oreille et leur date de naissance, sexe et type de naissance enregistrés. Ils ont également été pesés à la naissance, puis tous les 15 jours jusqu'au sevrage qui a lieu vers l'âge de 90 jours. Par la suite, ils ont été pesés une fois par mois. Les agneaux mâles sont restés entiers et n'ont pas subi la caudectomie.

Les ovins âgés de plus d'une année ont été tondus manuellement une fois par an vers avril-mai. Le poids de la toison a été enregistré le jour de la tonte.

Durant la période d'engraissement, les contrôles effectués sur les agneaux ont été les suivants :

- triple pesée des agneaux au début et à la fin de la période de l'engraissement ;
- pesées simples tous les 15 jours durant la période d'engraissement ;

- contrôle quotidien de l'alimentation distribuée par lot (pesée des quantités distribuées et refusées) et son ajustement de telle sorte que le refus constituait 10 p. 100 du distribué.

A l'abattage, ont été déterminés le poids vif à l'abattage (après 18 h de jeûne), le poids de la carcasse chaude (15 min après son obtention), le poids du gras de rognon et la note de l'état d'engraissement à l'aide des modèles photographiques de Colomer-Rocher (13). La note 1 correspond aux carcasses très maigres et la note 5 correspond aux carcasses excessivement grasses.

Variables étudiées

Les caractères de reproduction étudiés ont été la durée de la gravidité, la fertilité (valeur 1 affectée aux brebis gravides et 0 aux brebis non gravides), la taille et le poids de portée à la naissance (respectivement nombre et poids des agneaux nés), et la taille et le poids de portée au sevrage (respectivement nombre et poids des agneaux présents à 90 jours) des brebis ayant agnelé.

Les caractères de croissance ont été le poids à la naissance, à 30 jours, à 90 jours, à 180 jours, à 360 jours, le gain moyen quotidien (GMQ) entre la naissance et 30 jours, et entre 30 et 90 jours. Les différents poids aux âges types ont été obtenus par interpolation linéaire entre les différentes pesées effectuées.

Les caractères étudiés au cours de la période d'engraissement ont été le niveau d'ingestion, l'indice de consommation, le GMQ à l'engraissement et le coût alimentaire par kilogramme de croît. Les caractéristiques d'abattage et de carcasses étudiées ont été le poids vif à l'abattage, le poids de la carcasse chaude, le rendement économique, le gras de rognon et l'état d'engraissement.

Analyses statistiques

Les données analysées ont été issues d'un troupeau de race Sardi constitué par l'achat des brebis auprès des éleveurs sélectionneurs du berceau de la race. La base de données a été constituée de 811 performances de reproduction, 1 430 poids de toison, 1 024 performances de croissance et de viabilité et 154 performances d'engraissement et d'abattage. Toutes les données ont été collectées au DED à l'Inra durant sept campagnes allant de 1993-1994 à 1999-2000. Les moyennes et les écarts-types ont été calculés à l'aide du logiciel SAS (18).

RESULTATS ET DISCUSSION

Performances de reproduction

Les brebis du troupeau ont eu un rang d'agnelage qui a varié de 1 à 5 avec une moyenne de 2,7, un âge moyen de 47 mois, un poids moyen à la lutte de 53,4 kg et un poids moyen à l'agnelage de 59,8 kg. Les moyennes arithmétiques, les écarts-types et les coefficients de variation des caractères de reproduction des brebis de race Sardi sont rapportés dans le tableau I.

La durée de la gravidité des brebis de race Sardi a été en moyenne de 151,4 jours. Cette durée de la gravidité, considérée comme longue, est similaire à celle des brebis de races Boujaâd, Timahdite, Béni Guil et D'man (1, 9, 12).

Les brebis de race Sardi ont eu un taux de fertilité moyen de 98 p. 100. Cette valeur élevée était identique à celle obtenue chez les brebis de race Boujaâd à la même station (12), mais supérieure à celles rapportées chez les brebis de races Timahdite, Béni Guil, D'man et Sardi qui varient de 74 à 95 p. 100 (1, 7, 10).

La taille de portée à la naissance des brebis de race Sardi a varié de 1 à 3 agneaux, avec une moyenne de 1,29 agneau. Les portées simples ont représenté 72 p. 100, les doubles 27,1 p. 100 et

Tableau I

Moyennes arithmétiques, coefficients de variation, minimums et maximums des performances de reproduction des brebis de race Sardi

Caractère	Nb.	Moy. arithm.	Coeff. var. (%)	Min.	Max.
Durée de la gravidité (j)	793	151,4	1,2	145	155
Fertilité (%)	811	98	14,3	0	100
Taille de la portée à la naissance	793	1,29	31,8	1,00	3,00
Taille de la portée au sevrage	793	1,25	32,8	1,00	3,00
Poids de la portée à la naissance (kg)	793	5,30	28,1	3,00	11,3
Poids de la portée au sevrage (kg)	793	27,9	26,5	14,3	64,5

les triples 0,9 p. 100. La taille de portée des brebis de race Sardi a été similaire à celle réalisée par les brebis de race Boujaâd à la même station (12). Cependant, elle a été supérieure aux tailles de portée à la naissance comprises entre 1,05 et 1,21 obtenues chez les brebis de races Timahdite et Béni Guil, ainsi que chez les brebis de race Sardi élevées dans des conditions différentes. Par ailleurs, les brebis de race Sardi ont sevré 1,24 agneau. Ce résultat a été supérieur à ceux enregistrés chez les brebis des races Timahdite et Béni Guil qui varient en moyenne de 0,99 à 1,19 agneau (4, 7, 9, 10), identique à celui des brebis de race Boujaâd élevées dans des conditions similaires (12), mais inférieur à celui des brebis de races prolifiques D'man et DS (2, 9).

Le poids de portée à la naissance des brebis de race Sardi a été en moyenne de 5,30 kg. Il a été plus élevé que celui des brebis de race Timahdite et Béni Guil qui varient de 3,60 à 4,18 kg, mais identique à celui des brebis Boujaâd (12). A 90 jours, les brebis ont sevré des portées dont le poids a été en moyenne de 27,9 kg. Ce poids a été identique à celui des brebis de race Boujaâd, mais de loin supérieur à tous les poids de portée au sevrage obtenus sur les races Timahdite, Béni Guil et Sardi qui oscillent entre 15,1 et 23,5 kg (1, 4, 7, 10).

Les performances de reproduction réalisées par les brebis de race Sardi en station ont montré que les résultats obtenus dans le passé étaient sous-estimés et que la race avait un bon potentiel génétique qui lui permettait de réaliser des productivités élevées. La différence entre les résultats de la présente étude et ceux des études précédentes peut être attribuée au mode de conduite surtout alimentaire des brebis durant les phases physiologiques critiques. Dans la présente étude, les animaux ont été conduits de façon intensive avec une alimentation à l'auge qui a couvert leurs besoins d'entretien et de production. Dans les autres études, l'alimentation des animaux était souvent insuffisante et déséquilibrée car essentiellement basée sur les parcours.

Production de laine

Le poids de la toison des ovins de race Sardi tondus une fois par an a été en moyenne de 2,03 kg. Il a été de 1,92 kg chez les brebis et de 2,89 kg chez les béliers (tableau II). La valeur moyenne a été comparable aux poids obtenus chez les ovins de races locales Béni Guil, Timahdite et Béni Ahsen qui sont en moyenne de 2 kg (1), mais inférieure à la moyenne de 3,47 kg enregistrée chez les ovins de race Boujaâd (12).

Tableau II

Moyennes arithmétiques, coefficients de variation, minimums et maximums des poids de la toison des ovins de race Sardi

Catégorie	Nb.	Moy. arithm. (kg)	Coeff. var. (%)	Min. (kg)	Max. (kg)
Béliers	158	2,89	30,3	0,80	5,90
Brebis	1 272	1,92	26,9	0,70	5,40
Ensemble	1 430	2,03	23,0	0,70	5,90

Performances de croissance et de viabilité des agneaux

Les performances de croissance et de viabilité des agneaux sont rapportées dans le tableau III. Les poids à la naissance, à 30 jours, à 90 jours, à 6 mois et à 1 an des agneaux de race Sardi ont été respectivement de 4,10 kg, 10,9 kg, 22,5 kg, 35,7 kg et 58,6 kg. Leurs vitesses de croissance entre la naissance et 30 jours et entre 30 et 90 jours ont été respectivement de 224 g/j et 194 g/j. Les performances de croissance ont différé selon le sexe de l'agneau. Les mâles ont pesé 4,22 kg à la naissance, 11,3 kg à 30 jours, 23,6 kg à 90 jours, 38,5 kg à 6 mois et 64,1 kg à 1 an, alors que les femelles ont pesé respectivement 4 kg, 10,5 kg, 21,0 kg, 33,3 kg et 53,0 kg (figure 1). La vitesse de croissance entre la naissance et 30 jours a été de 234 g/j chez les agneaux et de 215 g/j chez les agnelles, celle entre 30 et 90 jours a été de 205 g/j chez les agneaux et de 184 g/j chez les agnelles. Les poids vifs et les vitesses de croissance obtenus dans la présente étude ont été plus élevés à tous les âges que toutes les valeurs obtenues jusqu'à présent sur la race Sardi et les autres races locales Timahdite, Béni Guil et Boujaâd, témoignant du potentiel génétique élevé pour la croissance des agneaux de race Sardi. En effet, les poids rapportés chez les races Sardi, Timahdite, Béni Guil, DS et Boujaâd oscillent entre 3 et 3,89 kg à la naissance, entre 6,9 et 9,8 kg à 30 jours, entre 15 et 21,2 kg à 90 jours. Les vitesses de croissance varient en moyenne de 116 à 215 g/j entre la naissance et 30 jours et de 127 à 190 g/j entre 30 et 90 jours (2, 3, 5, 8, 11, 12).

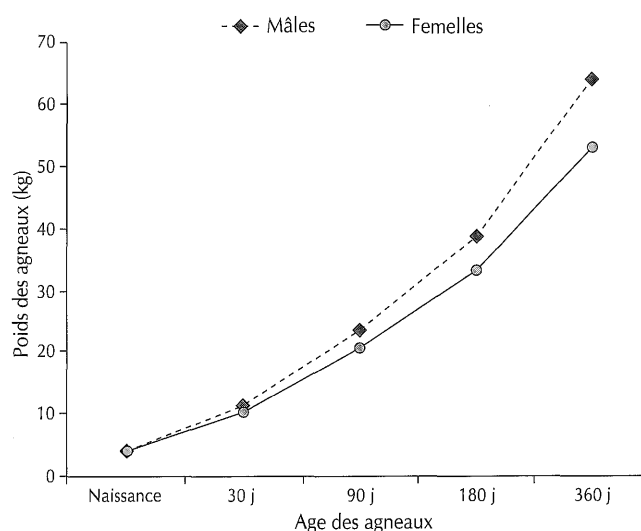


Figure 1 : évolution des poids des agneaux de race Sardi selon l'âge.

Tableau III

Moyennes arithmétiques, coefficients de variation, minimums et maximums des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Sardi

Sexe	Caractère	Nb.	Moy. arithm.	Coeff. var. (%)	Min.	Max.
Mâle	Poids à la naissance (kg)	477	4,22	14,9	2,00	6,00
	Poids à 30 j (kg)	443	11,3	15,9	7,20	15,7
	Poids à 90 j (kg)	438	23,6	16,1	12,3	33,7
	Poids à 180 j (kg)	44	38,5	14,8	27,3	48,3
	Poids à 360 j (kg)	44	64,1	11,7	46,8	80,3
	GMQ 0-30 j (g)	443	234	20,9	124	370
	GMQ 30-90 j (g)	438	205	19,5	75	332
	Viabilité 0-90 j (%)	477	93	26,9	0	100
Femelle	Poids à la naissance (kg)	547	4,00	14,7	2,00	5,70
	Poids à 30 j (kg)	513	10,5	14,3	5,8	14,5
	Poids à 90 j (kg)	509	21,0	12,4	11,3	29,2
	Poids à 180 j (kg)	51	33,3	11,7	24,1	42,9
	Poids à 360 j (kg)	44	53,0	9,8	45,2	66,5
	GMQ 0-30 j (g)	513	215	17,7	70	325
	GMQ 30-90 j (g)	509	184	13,6	92	273
	Viabilité 0-90 j (%)	547	93	26,9	0	100
Ensemble	Poids à la naissance (kg)	1 024	4,10	12,2	2,00	6,00
	Poids à 30 j (kg)	956	10,9	11,0	5,8	15,7
	Poids à 90 j (kg)	947	22,5	10,7	11,3	33,7
	Poids à 180 j (kg)	95	35,7	12,0	24,1	48,3
	Poids à 360 j (kg)	88	58,6	10,4	45,2	80,3
	GMQ 0-30 j (g)	956	224	15,2	70	370
	GMQ 30-90 j (g)	947	194	13,9	75	332
	Viabilité 0-90 j (%)	1 024	93	26,9	0	100

Le taux de viabilité entre la naissance et 90 jours des agneaux de race Sardi a été de 93 p. 100 (tableau III). Il a été identique à celui enregistré chez les agneaux de race Boujaâd (12), mais supérieur aux taux de viabilité obtenus chez les agneaux des races Timahdite, Béni Guil, DS et D'man qui varient de 75 à 93 p. 100 (1, 2, 3, 5, 9, 15). Il est à noter que 76,7 p. 100 des mortalités entre la naissance et le sevrage ont eu lieu entre la naissance et 10 jours, 10 p. 100 entre 10 et 30 jours et 13,3 p. 100 entre 30 et 90 jours. Cette distribution des mortalités selon l'âge est conforme à celles rapportées par Prud'hon et coll. (16) et Ricordeau et coll. (17) qui montrent que 50 à 80 p. 100 de l'ensemble des mortalités pré-sevrage se produisent durant la première semaine de vie des agneaux.

Les différences entre les performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Sardi dans la présente étude et celles obtenues aussi bien chez la race Sardi que chez les autres races locales dans les études antérieures peuvent être attribuées en grande partie à l'alimentation des brebis et des agneaux à travers son effet favorable sur la production laitière des mères et sur la vigueur des produits.

Performances d'engraissement et caractéristiques de carcasses

Les performances d'engraissement et des caractéristiques de carcasses des agneaux mâles de race Sardi sont présentées dans le tableau IV. Les agneaux de race Sardi ont réalisé un GMQ à l'engraissement de 283 g/j. Ce gain a été similaire à celui obtenu chez les agneaux de race Boujaâd (12), mais plus élevé que les GMQ variant entre 142 et 215 g/j réalisés par les agneaux des races Timahdite, Béni Guil, Sardi et D'man (7, 9, 11).

Durant la période d'engraissement, le niveau d'ingestion a été en moyenne de 1,36 kg de matière sèche (MS)/animal/j et de 78 g de

MS/kg $P^{0,75/j}$. Cette performance, comparable à celle des agneaux de race Boujaâd, a été plus faible que les niveaux de 1,38 à 1,51 kg de MS/animal/j et de 104 à 108 g de MS/kg $P^{0,75/j}$ enregistrés chez les agneaux issus du croisement entre les béliers de race Ile de France et les brebis de races Sardi, Béni Guil et Timahdite (6).

L'indice de consommation a été en moyenne de 4,87 kg de MS d'aliments/kg de gain de poids et de 4,32 unités fourragères viande (UFV)/kg de gain de poids. Il a été plus faible que les valeurs de 4,70 kg de MS d'aliments/kg de gain de poids et de 4,17 UFV/kg de gain de poids obtenues chez les agneaux de race Boujaâd (12), et que les valeurs de 5,7 à 8,4 kg de MS d'aliments/kg de gain de poids enregistrées chez les agneaux de races Sardi, Béni Guil et Timahdite (6, 9).

A l'abattage, le poids vif des agneaux de race Sardi a été de 45,5 kg et leur poids de carcasse chaude de 23,2 kg. Ces poids ont été plus élevés que ceux rapportés par Boujenane et coll. (6) chez les agneaux des races Sardi, Béni Guil et Timahdite, conduites en races pures ou en croisement avec les béliers des races à viande étrangères, qui sont en moyenne de 32,2 et 15,6 kg.

Le rendement en carcasse des agneaux de race Sardi a été en moyenne de 50,9 p. 100. Il a été plus élevé que le rendement moyen trouvé chez les agneaux de races D'man, Sardi, Béni Guil et Timahdite qui est en moyenne de 48 p. 100 (6, 9), et chez les agneaux issus du croisement entre les races locales et les races à viande qui est de 48,7 p. 100 (6).

La note d'état d'engraissement des carcasses des agneaux de race Sardi a été en moyenne de 3,91. Ce score correspondait à la catégorie grasse et était analogue à ceux observés chez les races Sardi, Béni Guil, Timahdite et Boujaâd qui varient de 3,6 à 4,4 (6, 12).

Tableau IV

Moyennes arithmétiques, coefficients de variation, minimums et maximums des performances d'engraissement et caractéristiques de carcasse des agneaux mâles de race Sardi

Caractère	Nb.	Moy. arithm.	Coeff. var.(%)	Min.	Max.
GMQ à l'engraissement (g)	154	283	12,7	203	396
Niveau d'ingestion (kg MS/animal/j)	154	1,36	11,8	1,24	1,60
Niveau d'ingestion (g MS/kg P ^{0,75} /j)	154	77,8	11,0	68,1	97,9
Indice de consommation (kg MS/kg de gain de poids)	154	4,87	13,1	3,80	6,88
Poids vif à l'abattage (kg)	154	45,5	8,3	36,5	57,1
Poids de carcasse chaude (kg)	154	23,2	9,9	17,8	30,8
Rendement économique (%)	154	50,9	4,9	45,2	55,1
Note de l'état d'engraissement	154	3,91	38,4	2	5
Poids du gras rognon (g)	154	295	29,5	120	640
Coût alimentaire (DH*/kg du gain du poids)	154	10,1	15,0	8,44	14,5

* Dirhams

Le poids du gras de rognon des agneaux de race Sardi a été de 295 g. Il a été identique à celui des agneaux de race Boujaâd, mais plus élevé que ceux des agneaux de races D'man, Sardi, Béni Guil et Timahdite ou des agneaux issus du croisement entre les races locales et les races à viande qui varient en moyenne de 99 à 260 g (6, 9).

Le coût alimentaire de l'engraissement des agneaux Sardi a été de 10,1 dirhams (DH) par kilogramme du gain de poids vif et de 20,2 DH par kilogramme du gain de poids de carcasse (1 € ≈ 10,9 DH). Ces coûts ont été inférieurs à ceux trouvés chez les races Sardi et D'man par El Aouni (14) qui sont respectivement de 21,2 DH et 23,2 DH par kilogramme du gain du poids de carcasse. Cependant, ils ont été supérieurs aux coûts obtenus chez la race Boujaâd de 9,6 DH par kilogramme du gain du poids vif et de 19,2 DH par kilogramme du gain du poids de carcasse (12).

CONCLUSION

Les performances des ovins de race Sardi ont été élevées et les résultats rapportés dans les travaux réalisés dans le passé ne reflètent pas le vrai potentiel de la race, car ils ont été obtenus dans des conditions de conduite en mode extensif. Par conséquent, des plans d'alimentation adéquats sont recommandés afin d'atteindre des performances meilleures et d'aboutir à des productivités plus importantes et donc à une production de viande élevée.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs vifs remerciements à M. L. Haounou, technicien au domaine expérimental Dérroua, pour sa collaboration technique.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUJENANE I., 1999. Les ressources génétiques ovines au Maroc. Rabat, Maroc, Actes Editions, 136 p.
- BOUJENANE I., 2002. Development of the DS synthetic breed of sheep in Morocco: ewe reproduction and lamb preweaning growth and survival. *Small Ruminant Res.*, **45**: 61-66.
- BOUJENANE I., BRADFORD G.E., BERGER Y.M., CHIKHI A., 1991. Genetic and environmental effects on growth to 1 year and viability of lambs from crossbreeding study of D'man and Sardi breeds. *J. Anim. Sci.*, **69**: 3989-3998.
- BOUJENANE I., MHARCHI A., 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de reproduction des brebis de race Beni Guil. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **12** : 5-13.
- BOUJENANE I., MHARCHI A., 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Beni Guil. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **12** : 15-22.
- BOUJENANE I., BERRADA D., MIHI S., JAMAI M., 1996. Performances d'engraissement et caractéristiques des carcasses des agneaux issus du croisement des brebis de races Timahdite, Sardi et Beni Guil avec des béliers de races à viande. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **16** : 29-38.
- BOUJENANE I., BERRADA D., MIHI S., JAMAI M., 1998. Reproductive performances of ewes and preweaning growth of lambs from three native Moroccan breeds mated to rams from Moroccan and improved breeds. *Small Ruminant Res.*, **27**: 203-208.
- BOUJENANE I., M'ZIAN S., SADIK M., 2001. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques de la croissance des ovins de race Sardi. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **21** : 177-183.
- BOUJENANE I., ROUDIES N., BENMIRA A., EL IDRISSE Z., EL AOUNI M., 2003. On-station assessment of performance of the DS synthetic and parental sheep breeds, D'man and Sardi. *Small Ruminant Res.*, **49**: 125-133.
- BOURFIA M., TOUCHBERRY R.W., 1993. Diallel cross of three Moroccan breeds of sheep. II. Reproductive performance and productivity of pure breeds ewes. *J. Anim. Sci.*, **71**: 882-887.
- BOURFIA M., TOUCHBERRY R.W., 1993. Diallel cross of three Moroccan breeds of sheep. I. Lamb growth and carcass traits. *J. Anim. Sci.*, **71**: 870-881.
- CHIKHI A., BOUJENANE I., 2003. Performances de reproduction et de production des ovins de race Boujaâd au Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **56** : 83-88.
- COLOMER-ROCHER F., 1986. Méthode normalisée pour l'étude des caractères quantitatifs et qualitatifs des carcasses ovines, produites dans le bassin méditerranéen, en fonction des systèmes de production. Les carcasses d'agneaux et de chevreux méditerranéens. Saragosse, Espagne, Ciheam, 22 p. (Rapport eur. 11479 Fr.)
- EL AOUNI M., 1990. Comparaison des performances laitières des brebis et performances d'engraissement et de carcasses des agneaux des races DS, D'man et Sardi. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
- EL FADILI M., MICHAUX C., BOULANOUAR B., LEROY P.L., 2000. Environmental and genetic effects on growth in Timahdite and crossbred lambs in Morocco. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **53**: 75-83.
- PRUD'HON M., DENOY I., DESVIGNES A., 1968. Etude des résultats de six années d'élevage des brebis Mérinos d'Arles du domaine de Merle. III. La mortalité des agneaux. *Ann. Zootech.*, **17** : 159-168.
- RICORDEAU G., TCHAMITCHIAN L., LEFEBVRE C., BRUNEL J.C., 1977. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher (BC) par croisement. IV. Durée de la gravidité et viabilité des agneaux Berrichon, Romanov et croisés F1, F2, et F3. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **9** : 219-239.
- SAS/STAT, 1996. User's guide, vers. 6.12. Cary, NC, USA, SAS Institute.

Reçu le 09.02.2004, accepté le 28.05.2004

Summary

Chikhi A., Boujenane I. Characterization of the Sardi Sheep Breed in Morocco

A total of 811 reproduction records, 1430 fleece weights, 1024 growth and viability records, and 154 fattening and carcass quality records of Sardi sheep were analyzed. Data were collected over seven periods from 1993-1994 to 1999-2000 at Deroua Experimental Station of INRA. Average gestation length of Sardi ewes was 151 days, fertility rate was 98%, litter sizes at birth and at weaning (90 days) were 1.29 and 1.25 lambs, respectively, and litter weights at birth and at weaning were 5.30 and 27.9 kg, respectively. Lamb weight was 4.10 kg at birth, 10.9 kg at 30 days and 22.5 kg at 90 days. Average daily gain was 224 g from birth to 30 days and 194 g from 30 to 90 days. The mortality rate of lambs from birth to 90 days was 7%. After an average fattening period of 66.4 days, the average daily gain of Sardi lambs born single was 283 g and feed efficiency averaged 4.87 kg of feed per kilogram of weight gained. Slaughtered at 168 days of age on average, slaughter weight of lambs averaged 45.5 kg, hot carcass weight 23.2 kg, dressing percentage 50.9%, and weight of kidney fat 295 g. It was concluded that the Sardi breed had high potential that could be developed to increase meat production in Morocco.

Key words: Sardi sheep – Animal performance – Reproductive performance – Body weight – Wool – Carcass – Morocco.

Resumen

Chikhi A., Boujenane I. Caracterización zootécnica de los ovinos de raza Sardi en Marruecos

Se analizaron un total de 811 rendimientos de reproducción, 1430 pesos de vellón, 1024 rendimientos de crecimiento y viabilidad y 154 rendimientos de engorde y de sacrificio de los ovinos de raza Sardi. Estos rendimientos se recolectaron durante siete campañas entre 1993-1994 y 1999-2000 en el dominio experimental de Deroua en el Instituto nacional de investigación agronómica. El análisis de los datos demostró que las ovejas tuvieron una duración de gravidez de 151 días, una tasa de fertilidad de 98%, tamaños respectivos de camadas al nacimiento y al destete (90 días) de 1,29 y 1,25 y pesos respectivos de la camada al nacimiento y al destete 5,30 y 27,9 kg. Los corderos pesaron 4,10 kg al nacimiento, 10,9 kg a los 30 días y 22,5 kg a los 90 días. La velocidad de crecimiento promedio fue de 224g/d del nacimiento a los 30 días y de 194 g/d entre el día 30 y el 90. La tasa de mortalidad de los corderos entre el nacimiento y el día 90 fue de 7%. Después de un engorde post destete de una duración promedio de 66,4 días, los corderos de partos simples tuvieron un GMQ de 283g/d y un índice de consumo de 4,87 kg de alimento/kg de ganancia de peso. Sacrificados a una edad promedio de 168 días, presentaron un peso vivo al sacrificio de 45,5 kg, un peso de carcasa caliente de 23,2 kg, un rendimiento económico de 50,9% y un peso de grasa de riñón de 295 g. Se concluye que la raza Sardi tiene un buen potencial, cuya explotación es posible con el fin de aumentar la producción de carne en Marruecos.

Palabras clave: Ovino Sardi – Desempeño animal – Reproductividad – Peso corporal – Lana – Canal animal – Marruecos.

Comparaison de croisements incluant une race locale ou une lignée expérimentale à un témoin commercial pour la production d'œufs au Maroc

K. Benabdeljelil¹ S. Lahbabi¹ A. Bordas^{2*}

Mots-clés

Poule pondeuse – Produit de croisement – Performance de ponte – Œuf – Maroc.

Résumé

Deux croisements incluant chacun une lignée d'origine égyptienne (Fayoumi x Leghorn et ISA x Mandarah) et un troisième faisant appel à une lignée expérimentale sélectionnée pour une faible consommation alimentaire en période de ponte (ISA x R⁻) ont été comparés à un croisement terminal commercial de type « œuf brun » (ISA-Brown). La comparaison en période de ponte a été faite en batteries (cages de trois poules), dans des bâtiments avec fenêtres et sans isolation particulière. Durant deux périodes (20 à 35 semaines et 45 à 50 semaines d'âge) un aliment commercial unique a été distribué. Dans la période allant de 36 à 44 semaines, seulement la moitié de chaque croisement a reçu cet aliment. Dans tous les cas et à toutes les périodes, les deux croisements avec une lignée locale (Fayoumi x Leghorn et ISA x Mandarah) ont été inférieurs aux deux autres pour le taux de ponte, le poids moyen des œufs et l'efficacité alimentaire. Entre le croisement ISA x R⁻ et le croisement commercial ISA-Brown, les différences pour les mêmes variables ont été limitées, certaines à l'avantage du croisement commercial ISA-Brown (précocité d'entrée en ponte, poids moyen des œufs, taux de ponte pour les premières semaines), les autres à l'avantage du croisement expérimental (taux de ponte après 35 semaines, efficacité alimentaire dans l'ensemble malgré un poids corporel plus élevé). En ce qui concerne la mortalité, tant au stade juvénile que durant toute la période de contrôle de ponte, son pourcentage a toujours été le plus bas pour le croisement ISA x R⁻, le plus élevé pour le type ISA-Brown et intermédiaire pour les deux autres croisements. En définitive, le croisement ISA x R⁻ s'est avéré être le meilleur dans les conditions de cet essai.

■ INTRODUCTION

L'élevage avicole pour la production d'œufs, y compris celui du type intensif, peut présenter des particularités locales liées à l'environnement (aliment, température ambiante...) et à des préférences locales (couleur du plumage, des produits, taille des volailles à la réforme). Aussi peut-on rechercher des génotypes répondant à des conditions particulières tout en ayant une bonne production. Cette recherche fera appel à des génotypes de type commercial, *a priori* les plus productifs, mais peu adaptés aux conditions difficiles, et aussi à des croisements avec des souches locales dont la production est faible, ou expérimentales. Il s'agit alors de tester de telles combinaisons génétiques en comparaison avec les croisements commerciaux classiques pris comme témoins (1, 5, 11).

L'objet de la présente étude a été de tester les performances de production, d'efficacité alimentaire, les paramètres de qualité des

1. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, 10101 Rabat Institut, Maroc
E-mail : K.Jelil@iav.ac.ma

2. Inra, UMR-génétique et diversité animale, Centre de recherche de Jouy en Josas, 78352 Jouy en Josas Cedex, France

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +33 (0)1 34 65 21 73 ; fax : +33 (0)1 34 65 22 10
E-mail : ugenabo@dga2.jouy.inra.fr

œufs, le taux de survie, pour deux croisements faisant appel à des races locales (Fayoumi, Mandarah) et un troisième incluant une lignée expérimentale (R) à faible ingestion alimentaire en comparaison avec le croisement commercial ISA-Brown de type œuf brun. Cette comparaison a été réalisée dans les conditions d'élevage de type intensif considérées comme courantes au Maroc.

■ MATERIEL ET METHODES

Génotypes

Les poussins du groupe témoin commercial, représentés par le croisement terminal ISA-Brown, provenaient d'un couvoir local. Les lignées Fayoumi et Mandarah étaient d'origine égyptienne ; un échantillon de ces lignées a été conservé respectivement depuis 1978 et 1986 au laboratoire de génétique factorielle, Inra, Jouy en Josas (France). L'origine de la lignée Fayoumi à partir d'une lignée sélectionnée à l'université du Caire a été décrite antérieurement (12). La lignée synthétique Mandarah, créée à la station de Montazah à Alexandrie, a été brièvement décrite également (6). Des reproducteurs de la lignée Fayoumi, issus du troupeau de Jouy en Josas, ont été croisés à des poules d'une lignée expérimentale Leghorn gardée à Jouy en Josas et provenant à l'origine d'une lignée Leghorn fournie par l'Institut für Klientierzucht (République fédérale allemande), croisée à des coqs Babcock. D'autre part, des poules Mandarah ont été accouplées à des mâles de la souche ponte fournie par l'Institut de sélection animale (ISA). Enfin, la lignée R était issue d'une lignée de race Rhode-Island Red, précédemment sélectionnée pour la production d'œufs à la station Inra-Magneraud. Depuis 1976, un échantillon de cette lignée est sélectionné au laboratoire de génétique factorielle pour une faible valeur de la composante « résiduelle » de la consommation alimentaire en période de ponte (7, 8). Des femelles de cette lignée à faible consommation alimentaire ont été croisées à des coqs de la lignée ISA Brown fournie par l'ISA.

Elevage des jeunes

Les poussins ISA-Brown et les autres poussins envoyés de Jouy en Josas ont été installés en même temps le 15 mai 1996 à la station de Skikima près de Rabat (Institut agronomique et vétérinaire Hassan II) dans deux poulinières en dur avec fenêtres (neuf parquets au sol de 5 m² chacun). Un aliment commercial de démarrage à 18 p. 100 de protéines brutes et 2 700 kcal/kg d'énergie métabolisable a été distribué à volonté jusqu'à l'âge de 12 semaines, suivi d'un aliment commercial « croissance » à 16,5 p. 100 de protéines brutes et 2 700 kcal/kg d'énergie métabolisable. Un programme de prophylaxie avec vaccinations a été suivi. Un débécage a été réalisé une seule fois, à l'âge de quatre semaines.

Les températures et les humidités relatives ont été relevées quotidiennement. Pendant cette période, les températures maximales journalières après quatre semaines ont varié entre 25 et 33 °C, les minimales entre 19 et 26 °C. Pour les humidités relatives, les maximales ont varié de 60 à plus de 97 p. 100 et les minimales de 46 à 80 p. 100.

Conditions expérimentales en période de ponte

Les poulettes ont été transférées dans leur 19^e semaine dans deux poulaillers en dur, sans isolation thermique, avec fenêtres, équipés de cages sur deux étages. Chaque cage contenait trois poules ; il y avait une mangeoire commune pour cinq cages. Les croisements testés ont été répartis aléatoirement dans les cages et les locaux. Cependant, pour chaque croisement, les poules issues d'un même père ont été regroupées dans des cages voisines disposant d'une même mangeoire. Au total, 90 poulettes par croisement ont été

installées au départ. La durée de l'éclairage naturel de 12 h 15 à la 19^e semaine a été augmentée par un apport de lumière artificielle d'une demi-heure par semaine pour atteindre 16 h 15 à la 26^e semaine.

De la 19^e à la 35^e et de la 45^e à la 50^e semaine d'âge, un aliment commercial en farine a été distribué. De la 36^e à la 44^e semaine, la moitié des poudeuses de chaque croisement ont reçu un aliment expérimental de niveau énergétique réduit (- 8 p. 100), l'autre moitié continuant à recevoir l'aliment commercial. Ces aliments ont été répartis de façon aléatoire par groupes de cinq cages. La composition de l'aliment commercial est consignée au tableau I. Seuls les résultats obtenus avec cet aliment ont été étudiés dans le présent article, les résultats avec l'aliment expérimental étant étudiés dans une note séparée.

Les températures ambiantes ont été relevées pendant toute la période de contrôle de ponte. Les maximales journalières se sont situées entre 11 et 28 °C, les minimales entre 7 et 14 °C. L'humidité relative a varié de 78 à 98 p. 100 pour la maximale journalière et de 52 à 85 p. 100 pour la minimale.

Contrôles et mesures

Performances de ponte et consommation alimentaire

La ponte a été enregistrée quotidiennement pour chaque cage, le taux de ponte cumulé pour les périodes 20 à 35 semaines (sem.) et 45 à 50 sem. d'âge, et relevé séparément pour chaque aliment pour

Tableau I

Composition de l'aliment commercial *

Matières premières	%
Maïs	46,3
Orge	6,0
Triticale	14,8
Tourteau de soja	19,7
Farine de poisson 65 %	3,0
Carbonate de calcium	7,7
Premix (1,2 % méthionine) ¹	2,5
Caractéristiques calculées ²	
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 720
Protéines brutes	16,50
Matières grasses	1,33
Lysine	0,88
Méthionine	0,31
Calcium	3,76
Phosphore	0,50
Composition analytique	
	%
Matière sèche	86,49
Protéines	15,08
Matières minérales	11,24

* Communiquée par Sopromal, Temara, Maroc

¹ Le Premix apporte par kilogramme d'aliment : vitamine A, 10 000 UI ; vitamine D3, 3 000 UI ; vitamine E, 10 mg ; vitamine K, 1,8 mg ; thiamine, 1,2 mg ; riboflavine, 4 mg ; pyridoxine, 1,6 mg ; cyanocobalamine, 0,008 mg ; panthoténate de calcium, 10 mg ; niacine, 24 mg ; acide folique, 0,6 mg ; chlorure de choline, 0,35 g ; Co, 0,42 mg ; Cu, 8 mg ; Fe, 25 mg ; I₂, 1,1 mg ; Mn, 80 mg ; Se, 0,2 mg ; Zn, 50 mg ; antioxydant : Endox 0,10 g

² Sur la matière brute

la période 36 à 44 sem. Ce taux représentait le nombre d'œufs divisé par le nombre total de jours de la période, y compris dans la 1^{ère} période.

Le poids corporel a été mesuré individuellement toutes les huit semaines depuis l'âge de 16 sem. La consommation alimentaire a été contrôlée toutes les deux semaines pour chaque groupe de 15 poules ayant une mangeoire commune (cinq cages juxtaposées). Le poids de l'œuf a été obtenu à partir de la moyenne des œufs prélevés dans une même cage tous les 28 jours durant toute l'expérimentation.

Qualité de l'œuf

La qualité « externe » et « interne » des œufs a été contrôlée toutes les huit semaines. Après la casse des œufs au niveau de l'équateur, la hauteur de l'albumen a été mesurée à l'aide d'un micromètre tripode placé à mi-distance entre le bord de l'extérieur de l'albumen épais et la limite du jaune. Les unités Haugh ont été calculées par la formule de Haugh (9). La couleur du jaune a été déterminée à l'aide de l'échelle des couleurs de Roche numérotée de 1 à 15. L'épaisseur de la coquille a été mesurée à l'aide d'un micromètre sur un fragment pris au niveau de l'équateur, lavé afin d'éliminer les restes d'albumen et séché pendant 24 h à l'air libre. Les poids du jaune et de la coquille ont également été mesurés, ce qui a permis de déterminer le pourcentage de jaune et de coquille ainsi que le poids de coquille par unité de surface.

Autres mesures ou observations

L'âge d'entrée en ponte a été déterminé pour chaque croisement. Pour chaque période, c'est-à-dire 20-35 sem., 36-44 sem. et 45-50 sem., la masse d'œufs (produit du pourcentage de ponte par le poids moyen des œufs) et l'efficacité alimentaire ou rapport de la consommation d'aliment à la masse d'œufs ont été calculées à partir des mesures précédemment définies.

La mortalité a été relevée quotidiennement de la 1^{ère} à la 50^e semaine d'âge. En fin de contrôle, l'état du plumage a été évalué selon un barème variant de 1 à 4, similaire à celui utilisé par Ambrosen et Petersen (2).

Analyses statistiques

Les variables ont été individuelles (poids corporels, mortalité) ou ont concerné le groupe de trois poules d'une même cage (ponte, poids et qualité des œufs) ou le groupe de 15 poules ayant une mangeoire commune (consommation, efficacité alimentaire). La mortalité a été prise en compte pour déterminer le taux de ponte. Les données ont été traitées par l'estimation d'un Chi-2 d'hétérogénéité entre croisements en ce qui concernait la mortalité et par analyse de variance pour les autres variables, à un seul facteur de variation (type génétique) pour chaque période. Le test de Newman et Keuls (10, 13) a été utilisé pour la comparaison multiple des moyennes.

RESULTATS

Les mortalités durant l'élevage des jeunes puis par périodes successives de contrôle de ponte sont indiquées au tableau II. Les tableaux III, IV et V présentent, respectivement pour les périodes de contrôle de 20 à 35 sem., de 36 à 44 sem. (sur la moitié de l'effectif de chaque croisement) et de 45 à 50 sem., les valeurs moyennes pour les diverses variables de production, qualité des œufs, consommation et efficacité alimentaire, par type génétique, avec les significations de la source de variation « génotype ». Enfin, le tableau VI donne les moyennes pondérées des variables de ponte et d'efficacité alimentaire pour la durée totale du contrôle (20 à 50 sem.).

Tableau II

Mortalité en phase d'élevage et de ponte selon le type génétique

	Fayoumi x Leghorn	ISA x Mandarah	ISA x R ⁻	ISA- Brown
Effectif à 1 jour	182	93	185	100
Nb. de morts (0-20 semaines)	5	5	1	21
% mortalité (0-20 semaines)	2,75	5,38	0,54	21,00
Effectif mis en cages (20 semaines)	90	88	90	90
Nb. de morts (20-36 semaines)	14	5	3	10
Nb. de morts (36-44 semaines)	9	7	1	11
Nb. de morts (45-50 semaines)	1	5	1	1
Nb. total de morts (20-50 semaines)	24	17	5	22
% mortalité (20-50 semaines)	26,7	19,3	5,6	24,4

DISCUSSION

Mortalité

La mortalité globale a été de 5,7 p. 100 jusqu'à 20 sem. et de 19,0 p. 100 de 20 à 50 semaines. Le tableau II montre à toutes les périodes, jeunes puis adultes, une mortalité plus faible dans le croisement ISA x R⁻ que dans les autres et, à l'inverse, une mortalité plus élevée dans le croisement ISA-Brown. Au total, tant dans la période d'élevage (0 à 20 sem.) que pour l'ensemble de la période de contrôle de ponte (20 à 50 semaines), l'hétérogénéité entre types génétiques a été très significative (P < 0,001 dans les deux cas). Toutefois, le croisement ISA-Brown s'est différencié des croisements Fayoumi x Leghorn et ISA x Mandarah essentiellement dans la phase jeune (de 0 à 20 sem.), la mortalité en phase adulte ayant été assez voisine avec ces croisements. Aucun passage de maladie n'a pu expliquer cette mortalité. En revanche, comme l'ont déjà rapporté Benabdeljelil et Merat (4), l'inadaptation aux cages et un cannibalisme plus fréquent ont en partie été responsables de la mortalité dans le croisement Fayoumi x Leghorn.

Performances de ponte, efficacité alimentaire et qualité des œufs en présence de l'aliment commercial

L'examen des tableaux III, IV et V fait apparaître plusieurs constatations.

Ponte et efficacité alimentaire

L'âge au premier œuf a présenté des différences très significatives entre types génétiques, le croisement ISA x R⁻ ayant été le moins précoce et le type commercial ISA-Brown le plus précoce. La différence entre ces extrêmes a atteint une semaine.

Comme l'indique le tableau VI sur l'ensemble des périodes, les deux croisements avec des souches locales (Fayoumi x Leghorn et ISA x Mandarah) ont eu des performances inférieures aux deux autres croisements, tant pour le taux de ponte que pour le poids

Tableau III

Performances moyennes jusqu'à 35 semaines incluses selon le type génétique

Variables	Fayoumi x Leghorn	ISA x Mandarah	ISA x R ⁻	ISA-Brown	P ⁽¹⁾
Poids à 16 semaines (g)	1 227 ^c	1 360 ^a	1 367 ^a	1 298 ^b	***
Poids moyen des poules (g)	1 476 ^c	1 684 ^a	1 750 ^a	1 577 ^b	***
Ponte et efficacité alimentaire					
Age au 1 ^{er} œuf (j)	159 ^{ab}	157 ^b	161 ^a	154 ^c	***
Taux de ponte (%)	58,2 ^b	58,0 ^b	61,1 ^{a,b}	65,6 ^a	*
Poids moyen de l'œuf (g)	49,5 ^c	52,0 ^b	56,5 ^a	56,8 ^a	***
Masse d'œufs (g/j)	28,5 ^b	30,1 ^b	34,5 ^a	37,3 ^a	***
Consommation alimentaire (g/j)	93,0	90,2	89,8	91,1	NS
Efficacité alimentaire (g d'aliment consommé/g d'œuf)	3,29 ^a	2,94 ^{ab}	2,62 ^b	2,62 ^b	**
Qualité des œufs					
Coquille (%)	11,1 ^a	11,0 ^a	10,1 ^b	10,8 ^b	< 0,10
Poids de coquille/unité de surface	84,9 ^a	86,1 ^a	82,4 ^b	87,2 ^a	***
Épaisseur coquille (0,01 mm)	40,5 ^a	40,7 ^a	38,9 ^b	42,0 ^a	***
Unités Haugh	86,8	91,1	88,8	92,1	NS
Jaune (%)	31,4 ^a	28,4 ^{ab}	25,1 ^b	25,2 ^b	< 0,10
Couleur du jaune	8,7 ^a	8,2 ^{ab}	7,7 ^c	7,9 ^c	**

(1) Signification des différences entre types génétiques : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; NS : non significatif

a, b, c Les valeurs suivies de lettres distinctes diffèrent significativement (P < 0,05) au sein d'une même ligne

Tableau IV

Performances de 36 à 44 semaines sur la moitié des poules de chaque croisement recevant l'aliment commercial

Variables	Fayoumi x Leghorn	ISA x Mandarah	ISA x R ⁻	ISA-Brown	Signification des effets génotype
Ponte et efficacité alimentaire					
Taux de ponte (%)	70,1	67,4	72,1	68,8	***
Poids moyen de l'œuf (g)	50,4	55,4	58,5	59,5	***
Masse d'œufs (g/j)	35,5	37,4	42,4	41,4	***
Consommation alimentaire (g/j)	100,7	94,9	96,1	101,4	NS
Efficacité alimentaire	2,75	2,40	2,23	2,33	***
Qualité des œufs					
Coquille (%)	10,4	10,4	10,2	10,8	*
Épaisseur coquille (0,01 mm)	40,2	41,7	39,4	42,1	***
Unités Haugh	81,6	85,4	81,7	86,3	**
Jaune (%)	32,9	29,4	26,7	27,3	***
Couleur jaune	7,4	6,9	6,7	6,8	**
Poids à 44 semaines des poules (g)	1 658	1 770	1 817	1 667	***

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

moyen des œufs, la masse d'œufs et l'efficacité alimentaire, avec toutefois un plumage de meilleure qualité en fin de contrôle.

La comparaison entre les deux autres croisements (ISA x R⁻ et ISA-Brown) a montré d'abord que le poids moyen de l'œuf a toujours été légèrement supérieur, de l'ordre de 1,0 p. 100 dans l'ensemble, pour le croisement ISA-Brown. Pour le taux de ponte et la masse d'œufs, un léger avantage a été observé pour le croisement commercial en début de ponte, reflétant l'entrée en ponte plus précoce de ce dernier (tableau III) tandis que l'efficacité alimentaire a été la même. Pour les deux périodes suivantes, en revanche, un léger avantage a été observé dans le croisement expérimental ISA x R⁻ pour les mêmes paramètres. Au total, le tableau

VI montre, pour l'ensemble de la durée du contrôle, une supériorité de l'ordre de 1,1 p. 100 du croisement commercial pour le taux de ponte, de 2,2 p. 100 pour la masse d'œufs, mais aussi un avantage de 3,3 p. 100 du croisement expérimental pour l'efficacité alimentaire des poudeuses.

Le croisement commercial a donc eu l'avantage le plus marqué pour la précocité de la ponte et le poids des œufs. Pour le taux de ponte, sa supériorité n'est apparue que pour les premières semaines de production. Ces avantages traduisaient, bien entendu, la sélection réalisée sur les lignées ISA pour ces caractères. L'avantage néanmoins limité du croisement commercial pour le taux de ponte tenait au fait que le croisement expérimental a fait

Tableau V

Performances de 45 à 50 semaines selon le type génétique

Variables	Fayoumi x Leghorn	ISA x Mandarah	ISA x R ⁻	ISA-Brown	P (1)
Ponte et efficacité alimentaire					
Taux de ponte (%)	70,1 ^b	66,3 ^c	72,7 ^a	71,0 ^{ab}	***
Poids moyen de l'œuf (g)	54,5 ^c	57,7 ^b	59,9 ^a	60,8 ^a	**
Masse d'œufs (g/j)	38,7 ^b	38,6 ^b	44,3 ^a	43,3 ^a	**
Consommation alimentaire (g/j)	105,7 ^a	101,1 ^{bc}	99,4 ^c	105,2 ^{ab}	*
Efficacité alimentaire	2,78 ^a	2,75 ^a	2,25 ^b	2,47 ^{ab}	*
Qualité des œufs					
Coquille (%)	10,4 ^a	10,1 ^a	9,9 ^b	10,3 ^a	< 0,10
Épaisseur coquille (0,01 mm)	38,8 ^b	39,4 ^b	38,9 ^b	41,3 ^a	***
Unités Haugh	81,3 ^b	82,5 ^b	80,1 ^b	87,5 ^a	***
Jaune (%)	33,1 ^a	29,0 ^b	26,9 ^c	25,3 ^d	***
Couleur du jaune	7,0 ^a	6,6 ^b	6,5 ^b	6,5 ^b	*
Poids corporel moyen (g)	1 676 ^b	1 723 ^b	1 806 ^a	1 661 ^b	***

(1) Signification des différences entre types génétiques : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001

a, b, c Les valeurs suivies de lettres distinctes diffèrent significativement (P < 0,05) au sein d'une même ligne

Tableau VI

Performances moyennes de ponte et d'efficacité alimentaire par croisement avec l'aliment commercial sur l'ensemble de la période de contrôle (20-50 semaines)

	Fayoumi x Leghorn	ISA x Mandarah	ISA x R ⁻	ISA-Brown
Taux de ponte (%)	63,9	62,3	66,5	67,6
Poids moyen de l'œuf (g)	50,7	54,1	57,7	58,3
Masse d'œufs (g/j)	32,5	33,9	38,7	39,6
Efficacité alimentaire (g aliment/g œuf)	3,03	2,75	2,43	2,51
Score de plumage à 50 semaines *	3,23	3,44	3,26	2,69

* 1 : plumage défectueux (poules entièrement nues) ; 2 : plumage faible (faible emplumement) ; 3 : plumage faible par endroits ; 4 : plumage intact

appel pour moitié à une lignée ISA et au fait que la lignée M99, dont la lignée R⁻ est issue, avait été l'objet d'une sélection pour la ponte à la station Inra-Magneraud. Par ailleurs, le croisement a pu bénéficier d'une hétérosis intéressante. D'autre part, le fait que le croisement ISA x R⁻ ait eu la meilleure efficacité alimentaire malgré un poids corporel plus élevé s'accorde avec la sélection réalisée sur la lignée R⁻ en ce sens.

Critères de qualité des œufs

Pour l'épaisseur et la proportion de coquille, le croisement ISA x R⁻ a montré des valeurs un peu moindres que les autres. Les unités Haugh ont été les plus élevées pour les croisements ISA x Mandarah et ISA-Brown. Quant au pourcentage de jaune dans l'œuf, il a été le plus élevé dans les deux croisements faisant appel aux deux lignées égyptiennes, en accord avec le fait connu que la race Fayoumi (qui est aussi l'une des composantes initiales de la race Mandarah) présente une proportion élevée de jaune (12). Une couleur du jaune plus marquée a aussi été notée dans ces deux croisements.

■ CONCLUSION

Les conditions de l'expérience ont été celles d'un élevage de type intensif, néanmoins soumis aux fluctuations climatiques locales. Cependant, dans les périodes considérées, les fluctuations de température n'ont pas été extrêmes. Les contrôles sanitaires ont été ceux couramment réalisés et il n'est pas apparu de problème sanitaire aigu. Dans ces conditions, pour toutes les performances de production d'œufs et d'efficacité alimentaire, les croisements faisant appel à une lignée locale ont été désavantagés par rapport à la lignée commerciale. En ce qui concerne le taux de mortalité, ces mêmes croisements ont été intermédiaires entre les valeurs des deux autres et n'ont donc pas montré d'avantage caractérisé.

D'autre part, pour la durée du contrôle réalisé, le croisement entre une lignée expérimentale et une lignée commerciale (ISA x R⁻) comparé au témoin commercial ISA-Brown a présenté avec ce dernier des différences relativement limitées, les unes à son désavantage (précocité de la ponte, poids moyen de l'œuf), les autres à son avantage (efficacité alimentaire sur l'ensemble du contrôle, taux de ponte après les premières semaines de production). Comme avantage accessoire pour le croisement expérimental, pouvait être ajouté le poids des poules en fin de ponte plus élevé (+ 150 g environ à 50 sem.). Cet avantage n'était pas localement négligeable, les poules de réforme ont souvent une valeur significative. De plus, tous les croisements ont eu un avantage certain sur le croisement commercial pour leur état de plumage (P < 0,001), ce qui a également représenté un atout pour la vente des animaux. Mais l'avantage de loin le plus marqué pour le croisement ISA x R⁻ pendant cette étude a été son taux de survie nettement plus élevé. Ce résultat n'était pas prévu *a priori* et ne peut pour l'instant être rapporté à une cause spécifique. La lignée M99, puis R⁻ ont pu peut-être bénéficier d'une sélection pour une résistance générale. On peut peut-être surtout suggérer l'existence d'une hétérosis particulière pour ce croisement.

Bien entendu, on ne peut encore affirmer quel degré de généralité ces résultats peuvent avoir, mais ils suggèrent que, pour des conditions comparables à celles du présent essai, la recherche de combinaisons favorables entre des génotypes commerciaux, dont la valeur est connue, et certaines lignées expérimentales sélectionnées pour des caractères d'un intérêt économique essentiel, comme l'efficacité alimentaire, mérite d'être poursuivie. Cela n'enlève pas nécessairement

l'intérêt possible, par ailleurs, de croisements faisant appel à des lignées locales, seulement sans doute pour des conditions plus extrêmes.

Remerciements

Ce travail a été réalisé avec la collaboration technique de M. A. Barkok, directeur de la station de Skikima, et son équipe auxquels nous adressons tous nos remerciements. Nous remercions également Pr P. Mérat pour son étroite collaboration dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABD-EL-GAWAD E.M., KHALIFAH M., MERAT P., 1992. Egg production of a dwarf (dw) F1 cross between an experimental line and local lines in Egypt, especially in small scale production. In: Proc. 19th World's Poultry Congress, Amsterdam, Netherlands, vol. 2, p. 48-52.
2. AMBROSEN T., PETERSEN V.E., 1997. The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poult. Sci.*, **76**: 559-563.
3. BENABDELJELIL K., MERAT P., 1992. Test de type génétique pour une production avicole locale au Maroc. *Prod. Anim.*, **5**: 173-178.
4. BENABDELJELIL K., MERAT P., 1995. Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale : F1 (Fayoumi x Leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Ann. Zootech.*, **44**: 105-114.
5. BENABDELJELIL K., MERAT P., 1996. Performance of dwarf naked and commercial cross laying hens kept under local conditions. *Bull. Health Prod. Afr.*, **44**: 237-241.

Summary

Benabdeljelil K., Lahbabi S., Bordas A. Comparison of Crosses Including a Local Breed or an Experimental Line to a Commercial Control for Egg Production in Morocco

The performance of two crosses each including a line of Egyptian origin (Fayoumi x Leghorn and ISA x Mandarah) and a third utilizing an experimental line selected for low feed consumption during the laying phase (ISA x R⁻) were compared to those of a brown-egg-type commercial cross (ISA brown). The hens were kept in cages (three per cage) in a laying house equipped with windows and no specific isolation. During two periods, 20 to 35 and 45 to 50 weeks of age, the hens were fed a commercial diet. Only half of each cross were fed that diet from 36 to 44 weeks of age. In all cases, the performance of the two crosses with a local line (Fayoumi x Leghorn and ISA x Mandarah) was lower at all times compared to the other two crosses for egg laying rate, average egg weight and feed efficiency. Differences between the ISA x R⁻ cross and the commercial Isabrown cross for the same variables were rather small, some in favor of the Isabrown (earlier age at point of lay, average egg weight, laying rate during the first weeks), others in favor of the experimental cross (laying rate after 35 weeks, and overall feed efficiency in spite of a higher body weight). The mortality rate measured at early stages or cumulated over time was always lowest for the ISA x R⁻ cross, highest for the Isabrown cross, and intermediate for the other two crosses. In conclusion, the ISA x R⁻ cross was overall the best in the conditions of this trial.

Key words: Layer chicken – Crossbred – Laying performance – Egg – Morocco.

6. BORDAS A., ABD-EL-GAWAD E.M., MERAT P., 1994. Performances de production d'œufs et efficacité alimentaire de poules de race égyptienne Mandarah à deux températures. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47**: 411-413.

7. BORDAS A., MERAT P., 1984. Correlated responses in a selection experiment on individual feed intake of adult Rhode Island Red cocks and hens. *Ann. Agric. Fenniae*, **23**: 233-237.

8. BORDAS A., TIXIER-BOICHARD M., MERAT P., 1992. Direct and correlated responses to divergent selection for residual food intake in Rhode Island Red laying hens. *Br. Poult. Sci.*, **33**: 741-754.

9. HAUGH R.R., 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult. Mag.*, **43**: 522-555, 572-573.

10. KEULS M., 1952. The use of studentized range in connection with an analysis of variance. *Euphytica*, **1**: 112-122.

11. MERAT P., 1990. Utilisation des gènes majeurs et de races locales : suggestions pour l'aviticulture des pays de la Méditerranée. *Options Méditerran.*, Ser. A, n° 7 : 15-27.

12. MERAT P., BORDAS A., L'HOSPITALIER R., PROTAIS J., BOUGON M., 1983. Etude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des œufs, efficacité alimentaire et paramètres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode-Island et F1 en batteries. *Génét. Sév. Evol.*, **15**: 147-166.

13. NEWMAN D., 1939. The distribution of the range in samples from normal population expression in terms of an independent estimate of standard deviation. *Biometrics*, **31**: 20-30.

Reçu le 17.10.2002, accepté le 05.05.2004

Resumen

Benabdeljelil K., Lahbabi S., Bordas A. Comparación de cruces que incluyen una raza local o un linaje experimental con un testigo comercial para la producción de huevos en Marruecos

Dos cruces, incluyendo cada uno un linaje de origen egipcio (Fayoumi x Leghorn y ISA x Mandarah) y un tercero con un linaje experimental seleccionado por su bajo consumo alimenticio en periodo de postura (ISA x R⁻), se compararon con un cruce terminal comercial de tipo "huevo marrón" (ISA-Brown). La comparación durante el periodo de puesta se realizó bajo condiciones de batería (jaulas de tres gallinas), en edificios con ventanas y sin aislamiento particular. Durante dos periodos (20 a 35 semanas y 45 a 50 semanas de edad) se distribuyó únicamente un alimento comercial. Durante el periodo de 36 a 44 semanas, solamente la mitad de cada uno de los cruces recibió este alimento. En todos los casos y durante todos los periodos, los dos cruces con linajes locales (Fayoumi x Leghorn y ISA x Mandarah) fueron inferiores a los dos otros en cuanto a la tasa de postura, peso medio de los huevos y eficiencia alimenticia. Entre los cruces ISA x R⁻ y el cruce comercial ISA-Brown, las diferencias para las mismas variables fueron limitadas, algunas aventajando el cruce comercial ISA-Brown (precocidad del inicio de postura, peso medio de los huevos, tasa de postura durante las primeras semanas), las otras en beneficio del cruce experimental (tasa de postura después de 35 semanas, eficiencia alimenticia en general a pesar de un peso corporal más elevado). En cuanto a la mortalidad, tanto en el estadio juvenil como durante todo el periodo de control de postura, su porcentaje fue siempre más bajo para el cruce ISA x R⁻; más elevado para el tipo ISA x Brown e intermedio para los otros dos cruces. En resumen, el cruce ISA x R⁻ resultó ser el mejor en las condiciones del presente estudio, sugiriendo que un cruce experimental puede representar una alternativa interesante cuando se buscan ciertas ventajas locales.

Palabras clave: Gallina ponedora – Producto de cruzamiento – Desempeño en la postura – Huevo – Marruecos.

Effects of Local Feedstuff Supplementation on Zootechnic Performances and Nutritional Status of Village Chickens during the End of the Rainy Season in Burkina Faso

S.R. Kondombo^{1*} R.P. Kwakkel²
A.J. Nianogo³ M. Slingerland²

Key words

Chicken – Cockerel – Supplementary feeding – Poultry farming – Burkina Faso.

Summary

The effect of local feedstuff supplementation during the end of the rainy season, from September to October, on performances of village chicken cockerels was investigated using four treatments (T1 to T4) and four blocks. In T1, birds were allowed to find their daily ration by scavenging only. In T2, T3 and T4, birds received after scavenging supplementation with red sorghum seeds, artisanal sorghum beer by-products or the combination of both, respectively. Four household compounds, in a village in the central region of Burkina Faso, were assigned as blocks. The results suggested that during the end of the rainy season, scavenging enabled an average weight gain of 5.9 g/d in the cockerels. No clear effect of supplementation on performances was observed. When scavenging feedstuffs were available, the local beer by-product or the association red sorghum/artisanal beer by-product gave higher body weight gains. At the end of the experiment, three to four birds per treatment and per block were slaughtered after scavenging, and crop contents were sun-dried and examined physically. The major components of scavenging feedstuffs during the period of the study were cereals (55%), and worms or insects (22%). This study provides some indications for strategic feeding of village chickens during the end of the rainy season.

■ INTRODUCTION

A number of authors (2, 4, 12) stated that indigenous poultry in tropical rural areas mainly find their daily diet by scavenging around households. However, the scavenging feed resource base is limited and varies with seasonal circumstances such as rainfall, cultivation, harvest and crop processing (6). In general, farmers supplement birds by giving them household wastes, or cereal by-products, generally in the morning or late in the afternoon (1). In

the rainy season, many feedstuffs for scavenging are available, such as insects, worms, cereal seeds, vegetables (14). However, according to some other authors (12), the most available feeds for scavenging have a relatively low energy concentration since they contain high levels of crude fiber. Then, the hypothesis that can be stated is that even in the rainy season, particularly at the end of the rainy season when more available feedstuffs are present, supplementation with some local feedstuffs may improve village chicken growth.

In the case of the central region of Burkina Faso, farmers use in general red sorghum seeds as supplement. Then, it was investigated in this study whether supplementation with red sorghum and/or artisanal beer by-product could be helpful in improving performances during the end of the rainy season (September to October). The current study aimed at identifying the effect of supplementation during the end of the rainy season on village chicken growth and slaughter performances by evaluating four types of supplementations.

1. Institut de l'environnement et de recherches agricoles, 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso

2. Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University, PO Box 338/6700 AH, Wageningen, The Netherlands

3. Union mondiale pour la nature, 01 BP 3133, Ouagadougou 01, Burkina Faso

* Corresponding author

Station de recherche de Saria, BP 10, Koudougou, Burkina Faso
Tel.: +226 44 65 10; fax: +226 44 18 32
E-mail: salam_kondombo@hotmail.com

■ MATERIALS AND METHODS

Birds, housing and management

A total of 160 cockerels of village chickens with a mean body weight of 756.3 ± 12.6 g were purchased at the local markets for the trial. Housing consisted of pens with a surface area of 1 m^2 per group of 10 birds.

The birds were vaccinated with ITA New as prophylaxis against newcastle disease and received the *vermifuge polyvalent volailles* (VPV) 100 against internal parasites at the beginning of the trial; they were left to adapt to their pens and treatments for a week.

Scavenging birds were free ranged early in the morning (around 6 a.m.) and enclosed in their pens late in the evening (around 6 p.m.). Birds which received supplements were captured in the afternoon after scavenging and received supplementation in their respective pens. Supplementation was given ad libitum. Two types of local feedstuffs were used as supplements: (1) red sorghum seeds, and (2) the artisanal sorghum beer by-product. Household compounds were the source for scavenging feedstuffs. Birds had free access to water throughout the day.

The study was carried out under village conditions during the end of the rainy season in the village of Yambassé, located in the central region of Burkina Faso. This period covers two months, September and October, when crop products are ready for harvesting. Daily capture of the birds and distribution of the different treatments in each household compound were performed with the help of the household chief and some members of his family.

Design of the experiment

Four types of feeding were assigned to treatments T1 to T4:

- T1, scavenging only. Cockerels found their feed around the household compounds;
- T2, scavenging + ad libitum supplementation with red sorghum seeds;
- T3, scavenging + ad libitum supplementation with artisanal sorghum beer by-product;
- T4, scavenging + ad libitum supplementation with both feedstuffs given separately in two troughs.

Four household compounds were used as blocks. A set of five to eight birds were used to receive each treatment at each household. At the end of the trial, three to four birds per treatment and block were slaughtered in the morning at around 9 a.m. This time was chosen based on the observations by Faltwell and Fox in 1978 (14). They indicated that birds fill their crop in a four-hour cycle of eating.

Data collection

Collection of data started after one week of adaptation to the diet and to the pens in each block. The parameters measured were body weight gain, supplement consumption, dressing, carcass weight and crop contents. For that, live body weights of individual chickens and feed refusals for each experimental unit were weighed weekly. At slaughter, the gut was removed and the carcass, head and legs of each cockerel were weighed.

Crop contents were sun-dried and dry crop contents were visually examined and weighed in order to assess feedstuffs and their different proportions in the crop. With regard to the statement that, for empirical experiments (3), responses in growth should be measured over a short time period, the present experiment was carried out in four weeks.

Cost benefit of the supplementation was assessed on the basis of feed cost, purchased price and prophylaxis cost. In the market during the period of the study, the red sorghum price was 100 FCFA/kg and the local beer by-product was 10 FCFA/kg. The village chicken sale price was calculated on the basis of the regression equation previously published (8) between the village chicken body weight and the price (sale price = $175.4 + 0.7$ body weight [g], $r = 0.6$).

Statistical analyses

SPSS was used for data analysis considering individual bird data. The differences between treatments, blocks or interactions were studied by ANOVA by the general linear model. The model equation (13) used to analyze the parameters (body weight gain, dressing, carcass weight...) was:

$y_{ijk} = u + a_i + b_j + aibj + e_{ijk}$, with a_i the effect of the treatment (type of feeding), b_j the effect of the block (household), $aibj$ the effect of the interaction, e_{ijk} the error term, $E(e_{ijk}) = 0$. The significance level was 0.05. Separation of means was done by the pair-wise multiple comparison tests, the least significant difference (LSD).

■ RESULTS

Effect of type of feeding (treatment) and availability of scavenging feedstuffs (block or household) on village chicken cockerels' weight gain

Results on cockerel weight gains per type of feeding (treatments) and scavenging conditions (household compound or block) during 28 days are presented in Table I. Appreciation of the main effects indicated that there were no significant differences ($P < 0.05$) between treatments for four weeks in cockerel body weight gains, whereas between blocks significant differences were observed. Blocks 1 and 4 had higher ($P < 0.05$) weight gains (202.9 ± 19.2 g and 222.5 ± 27.3 g, respectively) than blocks 2 and 3. Nevertheless, a tendency of higher weight gain was observed with the supplementation by the artisanal beer by-product T3 (184.8 ± 27.9 g and daily weight gain [ADG] of 6.6 g/d). The slowest growers were the birds that could choose between red sorghum and local beer by-product (T4) with a weight gain of 155.2 ± 42.9 g and an ADG of 5.5 g/d.

The effect of treatments (Table I) within the block (effect of the interaction of scavenging conditions [block] and the type of feeding [treatment]) showed different tendencies. Hence, when the availability of the scavenging feedstuffs was large (B1), supplementation with red sorghum, artisanal beer by-product or both these feedstuffs did not allow cockerels to gain more ($P < 0.05$) weight than scavenging alone. The combination (T4) even reduced significantly the body weight. When there was scarcity of scavenging feedstuffs (B2 evidenced by the lower weight gain of T1), supplementation with red sorghum (T2) resulted in the highest weight gains ($P < 0.05$), but the combination (T4) did not promote the same result. When scavenging feedstuffs were relatively sufficient but in such a way that supplementation could have some effects (B4), the use of both feedstuffs (T4; red sorghum and artisanal beer by-product) gave better ($P < 0.05$) results, followed by the use of the local beer by-product only (T3).

Intake of feedstuff supplements by village chicken cockerels

Supplemental intakes of red sorghum and artisanal beer by-product, according to the treatments and the blocks, are presented in Table II. Significant differences ($p < 0.05$) of supplement

intakes were observed between treatments with 43.5 g/day/bird for the red sorghum, 31.0 g/d/bird for the association red sorghum/artisanal beer by-product and 5.9 g/d/bird for the local beer by product. When analyzed by block, only intake in block 2 appeared to be higher than intakes in the other blocks with 30.8 g/d vs 24 to 27 g/d of supplement intakes. Within the block, higher intakes were in B2 for the red sorghum (T2), B4 for the local beer by-product (T3), and B1 for the association red sorghum and local beer by-product (T4).

Effect of type of feeding on slaughter data of village chicken cockerels

Dressing of cockerels were 61.0, 64.3, 65.5 and 61.5% for T1, T2, T3 and T4, respectively. Carcass weights varied from 370 to 690 g. No significant differences ($P > 0.05$) were observed between treatments or blocks for carcass weight and dressing percentage. Within the block, some tendencies could be distinguished. Hence, in B1, T1 gave the highest carcass weight (640 g), whereas in B2, B3 and B4, T2 (634 g), T3 (690 g) and T3 (613 g) gave the best performances, respectively. In terms of dressing percentage, the effect of the treatment within the block did not follow the tendency of the carcass weight. Hence, in B1, B2, B3, and B4, the highest dressings were observed with T3, T2, T4 and T3, respectively.

Crop contents of village chicken cockerels

The diversity of scavenging feedstuffs was observed by examination of crop contents. Crops contained sun-dried matter whose weight varied from 8.9 to 12.7 g with a mean of 9.9 g. Five types of feedstuffs could be distinguished: insects/worms; cereals; stones, egg shells and bones; grass; and legume seeds. Cereals (55%) and worm/insects (22%) represented the most available scavenging feedstuffs for village chickens during the period of the study (Table III). In absolute numbers, cereals, insects/worms, stones, egg shells and bones, grass, legume seeds and unspecified feedstuffs, which were probably household waste, represented 5.5 g, 2.2 g, 0.44 g, 0.1 g, 0.32 g and 1.5 g in the crop of village chicken cockerel, respectively.

According to the household, no significant differences were observed for sun-dried matter of crop content weights between blocks. However, the nature and percentage of the feedstuffs in the crop varied according to the block.

Economical assessment of the supplementation

To appreciate the economical effect of the supplements used, an economical assessment taking into account the feed cost, purchased price and prophylaxis cost is presented in Table IV. Costs of labor and housing were not taken into account as

Table I

Body weight gain of village chicken cockerels (mean \pm SE) according to the type of feeding (treatments) and the household (blocks) during 28 days

Blocks	Treatments (g)				Overall (g)
	T1	T2	T3	T4	
B1	233.3 \pm 30.1 ^a	221.9 \pm 24.7 ^a	209.4 \pm 17.3 ^a	146.9 \pm 20.3 ^b	202.9 \pm 19.2 ^{ab}
B2	87.5 \pm 18.3 ^b	212.5 \pm 6.7 ^a	125.0 \pm 24 ^b	106.3 \pm 14.8 ^b	132.8 \pm 27.6 ^{bc}
B3	128.6 \pm 25.3 ^{ab}	95.8 \pm 16.4 ^b	155.0 \pm 13.8 ^a	89.3 \pm 18.8 ^b	117.8 \pm 15.3 ^c
B4	208.3 \pm 12.6 ^b	153.1 \pm 17.3 ^c	250.0 \pm 23.7 ^{ba}	278.6 \pm 17.9 ^a	222.5 \pm 27.3 ^a
Overall	164.4 \pm 34 ^a	170.8 \pm 29.3 ^a	184.8 \pm 27.9 ^a	155.2 \pm 42.9 ^a	

T1 = scavenging only; T2 = scavenging + red sorghum; T3 = scavenging + artisanal beer by-product; T4 = scavenging + red sorghum + artisanal beer by-product

For the interaction, mean values on the same row with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$. For the overalls, mean values on the same column or on the same row with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$

Table II

Intake of supplement sun-dried matter (mean \pm SE) by village chicken cockerels according to the type of feeding (treatments) and the household (blocks)

Blocks	Treatments (g)				Overall (g)
	T1	T2	T3	T4	
B1	—	43.0 \pm 2.5	4.1 \pm 2.3	33.4 \pm 2.2	26.8 \pm 1.4 ^a
B2	—	53.8 \pm 2.2	5.9 \pm 2.5	32.8 \pm 2.2	30.8 \pm 1.3 ^b
B3	—	41.7 \pm 1.7	5.8 \pm 1.7	26.7 \pm 1.7	24.7 \pm 1.0 ^a
B4	—	35.3 \pm 1.7	7.7 \pm 1.8	30.9 \pm 1.7	24.6 \pm 1.0 ^a
Overall	—	43.4 \pm 1.3 ^a	5.9 \pm 1.1 ^b	31.0 \pm 1.0 ^c	

T1 = scavenging only; T2 = scavenging + red sorghum; T3 = scavenging + artisanal beer by-product; T4 = scavenging + red sorghum + artisanal beer by-product

For the overalls, mean values in the same row or in the same column with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$

Table III

Variability of feedstuffs found in chicken crops expressed in percentages of crop content air-dried matter per block

Feedstuffs in crop	Household compounds				
	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Overall
Red sorghum	23.4	46.6	48.1	11.7	35.6
Worms	6	31.1	16.6	11.7	18.8
Maize	0.8	7.8	6.5	34	11.9
Rice	30.5	1.1	0.9	6.4	6
Insects	7	2.2	3.7	0	3
Stones	14.1	1.1	0.9	2.1	3
Groundnut seeds	0	0	1.8	4.2	2
Millet	0.16	0.1	0	0	1
Bones	0	0	0	4.2	1
Herb leaves	0.8	2.2	2.7	0	1
Herb seeds	3.1	0	0.2	0	0.5
Bean seeds	0	0	0.1	2.1	0.4
Egg shells	0	0	0.9	0.3	0.4
Groundnut shells	0	0	0	1.0	0.3
Unspecified	14.1	7.8	17.2	22.3	14.9
Overall	100	100	100	100	100

Table IV

Economical assessment of the supplementation

	Treatments			
	T1	T2	T3	T4
Starting weight (g)	792.7	726	770.4	736.1
Purchased price (FCFSA) (A)	730	685	715	690
Weight (g) at week 4	957.1	896.9	955.2	891.3
Gross income (FCFA)/bird (B)	845	805	845	800
Supplement cost (FCFA) (C)	0	120	5	75
Prophylaxis cost (FCFA) (D)	30	30	30	30
Gross margin (FCFA)/bird (B - [A + C + D])	85 ^a	-30 ^c	95 ^a	5 ^b

T1 = scavenging only; T2 = scavenging + red sorghum; T3 = scavenging + artisanal beer by-product; T4 = scavenging + red sorghum + artisanal beer by-product

Means of gross margin with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$

they could vary considerably from one farmer to another. Results indicated higher gross margins with treatments T3 and T1, and no significant difference ($P < 0.05$) was observed between these two treatments. Furthermore, it appeared that the use of red sorghum (T2 and T4) as supplement lowered the gross margin.

DISCUSSION

The current study suggested that the effects of supplementation might be dependent on the availability of scavenging feedstuffs. In all scavenging conditions (B1, B2, B3, B4), a positive weight gain was found when birds were fed on scavenging feedstuffs only. Then, it can be stated that at the end of the rainy season, scavenging feedstuffs are enough to support village chicken body weight gains. These observations are consistent with a previous assertion (14) indicating that in the rainy season an increase of available proteins (insects, worms) and succulent vegetables prevent undernutrition of village poultry.

There were highly significant differences between blocks and this may indicate that the quantity and nutritive value of available scavenging feedstuffs varied widely between household compounds. Thus, the availability of scavenging feedstuffs had a high influence on the effect of supplementation of village chickens and had to be taken into account for the choice of feedstuffs to be used as supplements and the period of supplementation.

Sorghum has a mean content of 8.9% crude protein, 2400 kcal/kg calories of metabolizable energy, 2.3% crude fiber, 0.003% calcium, and 0.28% phosphorus (9). It is thus a valuable feed supplement. As a by-product of red sorghum, the artisanal beer by-product has a lower nutritive value (less starch) than the red sorghum itself.

In general, daily weight gains were low in this study (5.5 g/d to 6.6 g/d). This may be due to the inadequacy of the free-range daily diet, the low nutritive value of the supplements used in the study, or the low genetic potential of village chickens; indigenous chickens are known to have some disadvantages such as slow growth, poor egg production and late sexual maturity (4, 5, 10).

Body weight gains were not significantly different ($P > 0.05$) between treatments, which was in contradiction with some studies (7), which stated that supplemental feed, especially protein sources, increased the productivity of scavenging and semiscavenging chicken. The lack of effect of supplementation suggested that in the conditions of this experiment the availability of feed to scavenging chicken was not the main limiting factor of the performance. However, in absolute value there was a higher weight gain with the supplementation of artisanal beer by-product (T3) and a lower weight gain with the supplementation of both feedstuffs (T4). It should be noted that there was an interaction with households which resulted in treatments supporting the highest growth being never the same (T1 in B1, T2 in B2, T3 in B4 and T4 in B4). Moreover, the animal performance was not related to the quantity of supplement DM consumed by the animals. Some feed consumption results were difficult to explain, e.g. consumption was always higher in T2 than in T4. Intakes of red sorghum (24.6 g/d in T4 vs 42.7 g/d in T2) and artisanal beer by-product (5.4 g/d vs 6.7 g/d in T3) were both lower in T4 than in T2 and T3, respectively. Palatability of the beer by-product could have affected feed intake negatively. This might be due to the relatively high crude fiber content in the artisanal sorghum beer by-product and its presentation (flour), which might have reduced feed intake. According to other studies (11), about 35 g of grain supplement per hen per day are necessary for local chickens in the free-range system. The range of intake of the red sorghum (35 to

53.8 g) observed in the present study was consistent with this figure and should then have promoted a satisfactory growth.

Analyses of crop contents in this study showed that cereals remained the main available feedstuffs (55%) for village chickens during the period of study. The main cereal was sorghum seed, which represented 66% of the cereals present in the crop. This observation was related to the fact that households in this village grew mainly sorghum (essentially red sorghum) around household compounds. So village chickens had more easily access to sorghum, as a source of energy in their daily diet, than to other seeds. The other feedstuffs seemed negligible in village chickens daily diets. A previous study (14) also showed high percentages of seeds in village chicken crops (about 30.9%) during the rainy season in the central region of Ethiopia.

The economical assessment in relation to the treatment showed a negative gross margin with the use of sorghum as supplement (T2). A better-expected gross margin (95 FCFA/bird) was observed with the use of the artisanal beer by-product due to its low cost, but it was not significantly different from the control. According to these results, it can be suggested that in the present conditions supplementing village chickens with artisanal beer by-product or sorghum is not appropriate.

■ CONCLUSION

The current study does not indicate the necessity to supplement village chickens at the end of the rainy season. However, it can be anticipated that in husbandry conditions or in the season when scavenging feedstuffs are less available, supplementation should be more efficient, improving significantly village chicken weight gains. Furthermore, the cost/benefit study of the supplementation showed the need to use low cost feedstuffs for village chicken supplementation. For that purpose, some by-products such as local beer by-products seem more suited for supplementation than cereals. This should be studied at periods when supplementation has a significant effect. But in that case, proteins might be the main limiting factor for scavenging birds. In further investigations, local available proteins from by-products should be identified, as well as their appropriate period of supplementation. Factors that influence palatability of supplementation should be studied as well.

Acknowledgments

The authors wish to acknowledge the Animal Production System Group of Wageningen University for its great contribution in the realization of this work. They also thank the farmers of the village of Yambassé for their great contribution in the fieldwork.

REFERENCES

- CHRISTOSTOME C.A.A.M., BELL J.G., DEMEY F., VERHULST A., 1995. Seroprevalences to three diseases in village chickens in Benin. *Prev. vet. Med.*, **22**: 257-261.
- DIENG A., GUEYE E.F., MAHOUNGOU-MOUELLE N.M., BULDGEN A., 1998. Effect of diet and poultry species on feed intake and digestibility of nutrients in Senegal. *Int. Network Fam. Poultry. Dev. Newsl.*, **8**: 4-9.
- GOUS R.M., 1986. Measurement of response in nutritional experiments. In: Fisher C., Boorman K.N. Eds, Nutrient requirements of poultry and nutritional research. Abingdon, UK, Carfax Publishing, p. 41-57.
- GUEYE E.H.F., 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World Poultry. Sci. J.*, **54**: 73-86.
- GUEYE E.F., 2000. The role of family poultry in poverty alleviation food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook Agric.*, **29**: 129-136.
- GUNARATNE S.P., CHANDRASIRI A.D.N., MANGALIKA HEMALATHA W.A.P., ROBERTS J.A., 1993. Feed resource base for scavenging village chickens in Sri Lanka. *Trop. Anim. Health Prod.*, **25**: 249-257.
- HAQUE S.A., CHOWDHURY Q.M.E., 1999. Poultry research in Bangladesh. Present status and its implication for future research. In: Proc. workshop Village chicken as a tool in poverty alleviation, www.unu.edu/env/plec/cbd/abstracts/Gondwe-full.doc
- KONDOMBO S.R., 2000. Case study on production systems and feeding of village chickens in the central region of Burkina Faso. MSc Thesis, Wageningen University, the Netherlands, 90 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977. Nutrient requirements of domestic animals, No 1, Nutrient requirement of poultry, 7th Edn. Washington DC, USA, National Academy of Sciences, 62 p.
- NDEGWA J.M., NORRISH P., MEAD R., KIMANI C.W., WACHIRA A.M., 2001. A research process and methodology focusing on indigenous Kenyan chickens. *INFPD Newsl.*, **11**: 3-12.
- SONAIYA E.B., 1995. Feeds resources for smallholder poultry in Nigeria. *World Anim. Rev.*, **82**: 25-33.
- SONAIYA E.B., BRANCKAERT R.D.S., GUEYE E.F., 1999. Research and development option for family poultry. First INFPD/FAO electronic conference on family poultry, <http://faoext02.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/LPS/FAMPO/Intropap.htm>
- RASCH D., VERDOOREN R., 1998. Design and analysis of experiments. II. MSc, Wageningen University, the Netherlands, 164 p.
- TADALLE D., 1996. Studies on village poultry production systems in the central highlands of Ethiopia. MSc Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.

Accepté le 28.05.2004

Résumé

Kondombo S.R., Kwakkel R.P., Nianogo A.J., Slingerland M.
Effet de la complémentation avec des aliments locaux sur les performances zootechniques et le statut nutritionnel des poulets villageois durant la fin de la saison pluvieuse au Burkina Faso

L'effet de la complémentation d'aliments locaux sur les performances des poulets villageois mâles a été étudié en fin de saison pluvieuse, de septembre à octobre. Un dispositif avec quatre traitements (T1 à T4) et quatre blocs a été utilisé. Dans le traitement T1, les coquelets ont recherché eux-mêmes leur ration quotidienne par la divagation. Dans les traitements T2, T3, et T4, les coquelets ont reçu, après la divagation, respectivement une complémentation de grains de sorgho rouge, de drêche de bière locale ou de ces deux aliments. Quatre habitations dans un village de la région centrale du Burkina Faso ont été utilisées comme blocs. Les résultats suggèrent que, durant la fin de la saison pluvieuse, la divagation a permis aux coquelets d'obtenir un gain de poids moyen quotidien de 5,9 g. L'effet de la supplémentation sur les performances n'a pas été significatif. Dans les cas de la disponibilité des aliments par divagation, la drêche de *dolo* ou l'association sorgho rouge/drêche de *dolo* ont permis des gains de poids plus importants. A la fin de l'expérience, trois à quatre coquelets par traitement et par bloc ont été sacrifiés après divagation et les contenus de leurs jabots ont été séchés au soleil et examinés physiquement. Les aliments obtenus de la divagation durant la période de fin de saison pluvieuse ont été essentiellement constitués de céréales (55 p. 100) et d'insectes ou de vers de terre (22 p. 100). L'étude donne des indications pour une stratégie d'alimentation des poulets villageois pendant la fin de la saison pluvieuse.

Mots-clés : Poulet – Coquelet – Alimentation complémentaire – Elevage de volailles – Burkina Faso.

Resumen

Kondombo S.R., Kwakkel R.P., Nianogo A.J., Slingerland M.
Efectos del suplemento alimenticio local sobre los rendimientos zootécnicos y el estado nutricional de pollos de pueblo durante el fin de la estación lluviosa en Burkina Faso

Se investigó el efecto del suplemento alimenticio local durante el fin de la estación lluviosa, de septiembre a octubre, sobre los rendimientos de los gallos jóvenes de pueblo, mediante cuatro tratamientos (T1 a T4) y cuatro bloques. En T1, las aves las aves buscaban su ración diaria únicamente en carroñas. En T2, T3 y T4, las aves recibieron después de la búsqueda en carroñas un suplemento con semillas de sorgho rojo, sub productos artesanales de la cerveza de sorgho o una combinación de ambos, respectivamente. Como bloques se asignaron cuatro núcleos familiares en un pueblo en la región central de Burkina Faso. Los resultados sugieren que durante el fin de la estación lluviosa, la búsqueda en carroña permitió una ganancia de peso promedio de 5,9 g/d en los gallos jóvenes. No se observó ningún efecto claro del suplemento sobre los rendimientos. Cuando la carroña era accesible, el sub producto de cerveza local o la asociación sorgho rojo/sub producto artesanal de la cerveza produjo mayores ganancias de peso. Al final del experimento, tres a cuatro aves por tratamiento y por bloque fueron sacrificadas después del periodo de carroña y los contenidos de alimento secados al sol y examinados físicamente. La mayor parte de los componentes de la búsqueda de carroña durante el periodo del estudio fueron cereales (55%) y gusanos o insectos (22%). El presente estudio provee algunas indicaciones para la alimentación estratégica de los pollos de pueblo durante el fin de la estación seca.

Palabras clave: Pollo – Gallito – Alimentación complementaria – Cría de aves de corral – Burkina Faso.

Intake and Digestibility of *Calopogonium mucunoides*-Based Diets Fed to Draft Donkeys during the Dry Season

A. Asongwed-Awa¹ O. Abakar¹ E. Vall²

Key words

Donkey – Draft animal – *Calopogonium mucunoides* – Crude protein – Palatability – Digestibility – Nutritive value – Cameroon.

Summary

During the dry season in semiarid regions, animals are maintained on low quality forage residues with a need for protein supplement, when animal productivity is to be considered. In this study, *Calopogonium mucunoides* hay was fed to donkeys during the dry season to test its palatability and nutritive value. Twelve adult donkeys were allotted to three groups and fed different rations as follows: Group A received corn straw and 0.5 kg supplement mixture (corn bran and cottonseed cake), Group B received *Calopogonium mucunoides* hay and 0.25 kg supplement mixture, and Group C received *Calopogonium mucunoides* hay and 0.5 kg supplement mixture. Forage and water intake, body weight, and fecal dry matter were measured. There was no significant difference in intake of the three rations but digestibility was significantly higher ($P < 0.001$) in the *C. mucunoides*-fed groups. Notwithstanding its low palatability or acceptability by livestock species, *C. mucunoides*, as forage legume, is a high crude protein source which could effectively replace agro-industrial protein supplements, which are becoming more difficult to find by smallholders.

■ INTRODUCTION

Poor nutrition is an important limiting factor in the development of livestock production in the semiarid regions. This is evident in the seasonal fluctuation of the body weight of animals within the year in response to variation in feed availability, attributed to reduced and irregular rainfall (850-1100 mm), and low soil fertility. Natural pastures that constitute the main source of feed for livestock in this region also change in nutrient content with the seasons. These pastures in North Cameroon, consisting mainly of annual grasses, are often low in crude protein (CP) especially at maturity.

The donkeys are considered as desert or arid zone equids, tolerant to high radiant heat, poor forage and restricted water. They have been shown to maintain themselves as adequately as goats or camels on low quality roughage (10). Their work output could however be significantly reduced as a result of poor feed. In 1999, the donkey population of the North and Far North Provinces of Cameroon was estimated at about 25,500 head, 70% of which were found in the rocky areas of the cotton producing region of Cameroon (3). Draft donkeys, which are relatively cheap to obtain, are used there for transportation of products to and from farms and the market, and to a lesser extent for ploughing and weeding. They constitute a major work force in these smallholder crop/livestock systems (3). Their fitness during the dry season is therefore crucial for timely and effective land cultivation for the next cropping season.

Dry season feed supplementation of draft donkeys with a low cost mixture composed of cottonseed cake and corn bran has been

1. Institute of Agricultural Research for Development, PO Box 1073, Garoua, Cameroon

2. Cirad-emvt, TA30/A, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

suggested for use in this region. (15), but optimal results have not yet been achieved. Legume hay can therefore provide an inexpensive alternative as most legume species can maintain a CP content of more than 8% even in the dry season (4, 6, 7).

Calopogonium mucunoides is a trailing or twining perennial legume that regenerates freely from seeds and is well adapted to this region (2, 5, 12, 16). It grows well in mixtures with grasses and although it is low in palatability (14) its CP content is quite high, ranking highest among some selected green plants available to livestock in the dry season (Table I) (4).

This species has been widely introduced to farmers in this region for use as cover crops for soil regeneration and improvement, where dry matter (DM) yields of over 7 t/ha have been obtained (5, 16). Apart from its use in soil protection and fertility improvement, *C. mucunoides* can also be used to improve the ration of livestock by providing the proteins required for maintenance especially during the dry season.

The main objectives of the present study were therefore to test the palatability of *Calopogonium mucunoides* and its effect on the liveweight of draft donkeys. More specifically, the study aimed at determining the best ration that can be used to cover the need for protein supplements in resting donkeys during the dry season.

MATERIALS AND METHODS

This trial was carried out on-station at the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Garoua, located in the Sudano-Sahelian belt (latitude 9.3° N) of Cameroon, at an altitude of 200 m above sea level. Ambient temperatures during the trial months (February and March) were between 30 and 40°C. Average annual rainfall is around 1000 mm.

Experimental design

Twelve adult donkeys weighing on average 112 ± 7 kg each were used for the trial and were allotted to three groups of four each in such a manner as to equilibrate the groups by weight. These groups were then randomly assigned to different treatments and fed as follows:

– Group A received 0.5 kg supplement mixture (cottonseed cake/corn bran) + 2.5 kg corn straw (standard diet) (15), and served as control;

– Group B received 0.25 kg supplement mixture + 2.5 kg *Calopogonium mucunoides* hay;

– Group C received 0.5 kg supplement mixture + 2.5 kg *Calopogonium mucunoides* hay.

Clean drinking water was provided to individual animals in buckets in the mornings and afternoons. Corn straw was harvested after grain harvests and stacked in November, while *Calopogonium mucunoides* hay was harvested in the dry season, about seven months after regeneration. Corn straw was chopped into bits of 30–40 cm long before serving.

Animals and management

Animals were penned individually overnight throughout the trial. After their morning feed ration, they were released into a fenced area of about 500 m² where they freely played from about 10 a.m. to 1 p.m. before they were brought back to the pens. During this period they had no access to pasture or any other feed. They were closely monitored by attendants who identified and weighed feces deposited by each individual animal for digestibility analysis. Pens were cleaned every morning of urine, feces and food remains. The trial lasted for two months.

Measurements

Intake

Corn straw and *Calopogonium mucunoides* hay were weighed daily and distributed to individual animals. Leftover forage was gathered each morning and weighed to determine intake. Water intake was also measured every morning and afternoon to obtain total intake per day.

Weight

The animals were weighed at the beginning and subsequently twice a week to obtain weight changes during the trial period.

Digestibility

In the third week, feces were collected daily from individual animals and weighed each morning. Samples were extracted, weighed and oven dried at 65°C to a constant weight to determine DM content of feces. At the end of the seven-day collection period, the daily dried samples were mixed and a sample sent to the laboratory (CIRAD-EMVT, Montpellier, France) for analysis.

Table I

Nutrient composition of some selected forage species (matured leaf samples) available to livestock in the dry season in the semiarid region

Species	CP	Ca	Mg (g/kg DM)	P	K	Na	Mn	Fe (mg/kg DM)	Cu	Zn
<i>Calopogonium mucunoides</i>	243	12	2	1	21	1	114	112	10	108
<i>Eleusine indica</i>	129	2	2	1	29	1	131	66	4	156
<i>Vigna unguiculata</i>	162	24	3	2	39	1	31	121	9	118
<i>Cajanus cajan</i>	211	8	2	2	15	1	48	133	8	42
<i>Gliricidia sepium</i>	202	20	4	2	32	1	61	128	5	21
<i>Terminalia catappa</i>	189	17	3	2	24	1	29	69	12	32
<i>Sida acuta</i>	176	24	5	3	35	1	91	108	5	8

Adapted from Ikhimioya and Olagunju, 1996, *Tropicultura*

CP: crude protein; DM: dry matter

Calculations and statistical analysis

Apparent digestibility was calculated from total feed dry matter intake and fecal dry matter output over the seven days. Feed intake, digestibility and weight changes were compared using ANOVA (SAS).

RESULTS

The nutrient composition of the different feeds offered is presented in Table II. Clearly noticeable are the high protein and mineral levels in *C. mucunoides* compared to those in corn straw. The high protein levels in *C. mucunoides* refusals may have been due to the fact that they were mainly fallen leaves which are higher in nutrient content than the stems.

Forage and water intake

The forage intake was slightly higher in Group A (corn straw + supplement mixture) (Figure 1) though the difference was not significant, indicating thus that the higher supplement content in diets A and C had no effect on the intake (Table III). The water intake increased and the feed intake decreased in all groups with the increase in temperature (Figure 2).

Maintenance of live weight

There was a 3% increase in weight in Group C compared to 1 and 2% in Groups A and B, respectively (Table IV). However, when these weights were adjusted with respect to initial weights, a better performance was noted in Group B (Figure 3).

Digestibility of nutrients

The digestibility coefficients of nutrients in the basal diets are shown in table IV. The results show low levels of crude protein and other minerals in the control Group A ration as compared to the very high levels in the *C. mucunoides* rations. The difference in digestibility was highly significant ($P < 0.001$) in the various rations, the highest being in group B (67%) compared to 54 and 62% in groups A and C, respectively. Digestibility of other components was also highest in group B animals (Table V).

Table III

Effect of legume basal diet on feed intake by draft donkeys

Variables	Ration A	Ration B	Ration C
Forage DMI* (kg)	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.06	3.1 ± 0.1
Total DMI (kg)	3.5 ± 0.2 ^a	3.3 ± 0.06 ^b	3.4 ± 0.1 ^{ab}
Total DMI/100 kg	2.8 ± 0.15	2.8 ± 0.23	2.9 ± 0.24
Total DMI (g/w ^{0.75})**	92.2 ± 4.9	91.3 ± 5.2	92.3 ± 6.5
DDMI (g/w ^{0.75})***	52.3 ± 8.9 ^b	60.2 ± 7.7 ^a	49.5 ± 4.4 ^b

* Dry matter intake; ** In grams per metabolic weight; *** Digestible dry matter intake (grams per metabolic weight)

^{ab} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$)

Table II

Nutrient composition of feeds offered

Sample	DM	NDF	ADF	ADL	Crude protein (g/kg DM)	Crude fiber
<i>Calopogonium mucunoides</i> offered	921	604	456	108	126	419
<i>C. mucunoides</i> refusal	931	467	347	97	147	298
Corn straw	909	615	377	163	34	423
Supplement mixture	861	329	165	—	239	135

DM: dry matter; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; ADL: acid detergent lignin

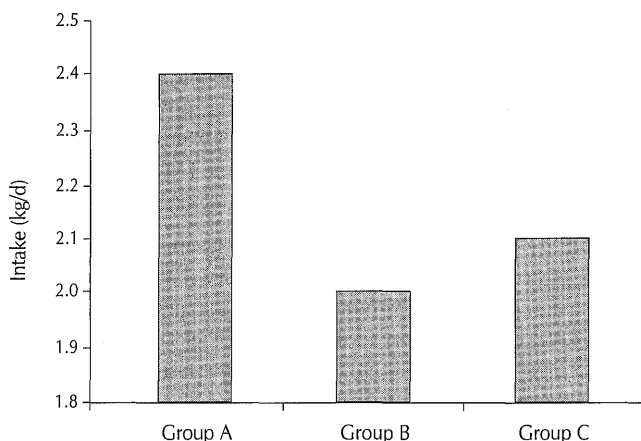
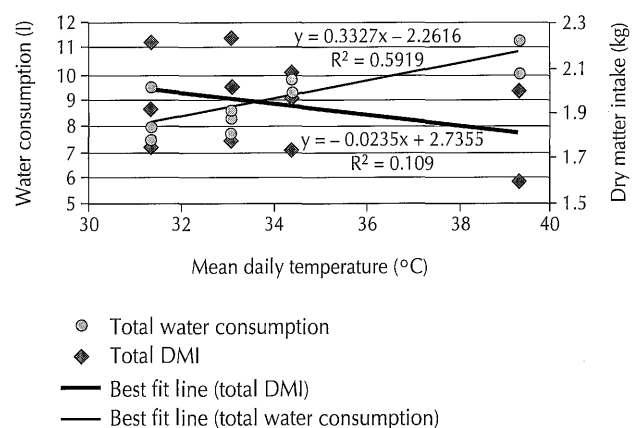
**Figure 1:** Mean daily dry matter intake.**Figure 2:** Trends of dry matter intake (DMI) and water consumption as a function of mean daily ambient temperature at 1 p.m.

Table IV

Effect of *Calopogonium mucunoides*-based diet on feed utilization

Variables	Ration A	Ration B	Ration C
Digestible CPI (g/d)	317 ± 6.0 ^c	510 ± 8.1 ^b	621 ± 14.2 ^a
NDFI (kg/d)	2.1 ± 0.1 ^a	1.9 ± 0.04 ^b	2.0 ± 0.07 ^{ab}
Digestible NDFI (%)	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.2	0.9 ± 0.1
ADFI (kg/d)	1.3 ± 0.07 ^b	1.5 ± 0.03 ^a	1.5 ± 0.05 ^a
Digestible ADFI (%)	60 ± 0.1 ^a	80 ± 0.1 ^b	70 ± 0.09 ^b
Live weight gain (%)	1.4 ± 4.6	1.9 ± 7.6	2.8 ± 3.6

CPI: crude protein intake; NDFI: neutral detergent fiber intake; ADFI: acid detergent fiber intake

^{ab} Means with different superscripts in the same row are significantly different (p < 0.05)

○ Group A
□ Group B
▽ Group C

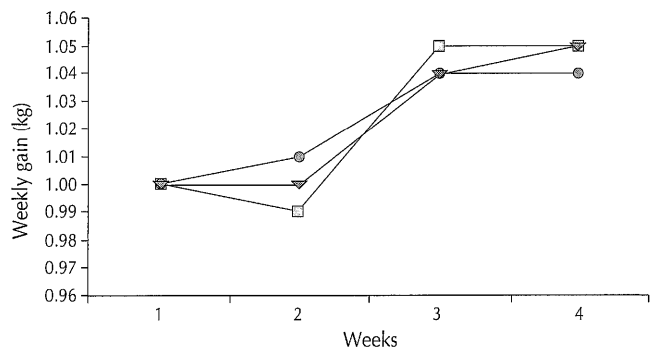


Figure 3: Adjusted body weight changes in the different treatments.

Table V

Apparent digestibility of the nutrient components

Sample	DM	OM	Hemi	Crude fiber	NDF	ADF	Crude protein
Ration A	0.54	0.58	0.49	0.26	0.32	0.34	0.43
Ration B	0.67	0.72	0.67	0.71	0.67	0.68	0.47
Ration C	0.62	0.66	0.35	0.34	0.33	0.33	0.34

DM: dry matter; OM: organic matter; Hemi: hemicellulose; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber

DISCUSSION

These results showed a highly significant difference in digestibility between the corn straw/supplement ration and the *C. mucunoides*/supplement rations. Significant differences were also noted in the digestibility of all the other nutrient components, meaning thus a better utilization of the legume-based diets.

A low intake of this species had been reported in another study with lactating cows in this region (1). This difference in intake was however not significant with draft donkeys, thus supporting the fact that they are hardy animals, capable of sustaining very difficult conditions, and hence their adaptation to arid and semiarid zones (13). The slightly low intake noted (Figure 1) may have been due to its low palatability (14) or acceptability (8). Palatability of *C. mucunoides* seems to improve as the forage matures (4). This may be because of the tiny brownish hairy nature of its fresh leaves, which improves its acceptability. This stage of maturity coincides with the dry season period in semiarid regions when grasses are all dry and of very low quality. Animals often select even in nature species that can provide essential nutrients at that point in time, and legume species such as *C. mucunoides*, which survive and maintain high nutrient levels during this period, are a sure choice.

Studies in Zimbabwe showed that supplementation of the draft oxen ration in the dry season with groundnut husks for one to two months produced a significant weight increase, and these animals exerted more energy and ploughed larger areas per day than

the non-supplemented ones (13). Groundnut husks, like *C. mucunoides* hay, are high in CP and other essential minerals that are lacking in cereal straw. In a study with lactating cows in Cameroon, cows grazing *C. mucunoides* and *Stylosanthes hamata* for five hours a day produced a significant increase in milk yield compared to those on natural pastures alone (1). These affirm the superior quality of legumes over other feed resources such as corn straw and natural pastures.

Njoya (11) observed a 16% increase in forage intake when steers were supplemented with 0.5 kg cottonseed meal during the dry season. This, however, did not improve with a higher amount (1 kg) of the protein supplement but instead digestibility was depressed. He suggested that higher amounts of protein in the diet might have caused some unbalance in the digestive tract leading to poor utilization. This is in line with the better utilization obtained in this trial with group B animals, which were fed half the quantity of protein supplement as compared with groups A and C.

Digestibility is an important factor that affects animal productivity. This is often depressed at high levels of dry matter consumption because the forage is in the rumen for a limited period of time. The higher level of digestibility in the Group B diet is an indication of better utilization, even though the trial did not last long enough for this to be expressed in terms of weight gain. The diet which contained half the supplement mixture offered in the other two diets turned out to be the best utilized and hence the cheapest as a result of the extra protein obtained from *C. mucunoides*.

■ CONCLUSION

There was higher digestibility in the *C. mucunoides* based diets showing thus a better utilization by the animals. This is an indication that this species can effectively supply the protein required for maintenance during periods of stress. Other factors such as palatability and acceptability of the species may initially have an effect on intake. Improving productivity of pastures by the introduction of high yielding legume species is a strategy that will positively impact on animal productivity. The high nutrient content of *C. mucunoides* and its adaptability to this region are qualities that should be developed and used for the benefit of livestock and

its productivity in the semiarid regions where feed quality and availability are major constraints to productivity.

Acknowledgments

The authors wish to acknowledge financial support from PRASAC that enabled them to carry out this trial. Special thanks go to D. Friot of CIRAD/EMVT laboratory for analyzing the feed and fecal samples. We also thank Dr A. Njoya (Chief of Station, IRAD, Garoua) and Dr D. Awa, for their help in data analysis and comments on this paper.

REFERENCES

1. ASONGWED-AWA A., NJOYA A., 2002. An integrated approach to forage seed production and supplementation of dairy cows in the semiarid region of Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **55**: 269-274.
2. CARSKY J.R., NDIKAWA R., 1998. Identification of cover crops for the semiarid savannah zone of West Africa. In: Buckles et al. Eds, Cover crops in West Africa; Contributing to a sustainable agriculture. Ottawa, Canada, IDRC, Ibadan, Nigeria, IITA, Benin, Cotonou, Sasakawa Global 2000, p. 179-187.
3. EBANGI A.L., VALL E., 1998. Phenotypic characterization of draft donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51**: 327-334.
4. IKHIMIOYA I., OLAGUNJU B.O., 1996. Chemical composition of selected green plants available to small ruminants in the dry season in humid Nigeria. *Tropicicultura*, **14**: 115-117.
5. KLEIN H.D., 1995. Introduction des légumineuses dans la rotation céréale-cotonnier au Nord Cameroun : gestion et utilisation. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 179 p.
6. LENG R.A., 1984. Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production. In: Gilchrist F.M.C., Mackie R.I. Eds, Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. Craighall, South Africa, The Science Press, p. 129-144.
7. LENG R.A., 1990. Livestock feed resources and constraints to their utilisation in tropical developing countries. In: Preston et al. Eds, Proc. semin. Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources, Mauritius, 11-14 July 1989. Wageningen, The Netherlands, CTA, p. 31-55.
8. MEISSNER H.H., ZACHARIAS P.J.K., O'REAGAN P.J., 2000. Forage quality (feed value). In: Neil Tainton Ed., Pasture management in South Africa. Pietermaritzburg, South Africa, University of Natal Press, 355 p.
9. MENCHEN N.R., 1979. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: Church D.C. Ed., The ruminant animal; digestion physiology and nutrition. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice Hall, p. 172-201.
10. MUELLER P.J., HOUPTE K.A., 1991. A comparison of the responses of donkeys (*Equus asinus*) and ponies (*Equus caballus*) to 36 hours of water deprivation. In: Fielding D., Pearson R.A. Eds, Proc. colloq. Donkeys, mules and horses in tropical agricultural development, Edinburgh School of Agriculture / CTVM of the University of Edinburgh, Scotland, UK, 3-6 September 1990, p. 86-95.
11. NJOYA A., 1992. Effects of cottonseed meal supplementation on the performance and pasture utilisation by zebu steers. PhD Thesis, Iowa State University, Ames, IA, USA, 111 p.
12. ONANA J., YONKEU S., 1994. Adaptation au milieu de quelques espèces exotiques introduites à Garoua entre 1984 et 1987. *Revue Sci. Dév.*, **3** : 71-78.
13. PEARSON R.A., VALL E., 1998. Performances et conduite des animaux de trait en Afrique sub-saharienne : une synthèse. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 155-163.
14. ROTAR P.P., KRETSCHMER A.E. Jr, 1985. Tropical and subtropical forages. In: Heath et al. Eds, Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State University Press, Ames, IA, USA, p. 154-165.
15. VALL E., OUMAROU A., 1999. Alimentation raisonnée de l'âne de trait à base de tiges de maïs et de provende domestique composée de tourteau, de drêche et de son. Document de travail. Garoua, Cameroun, Irad/Prasac CTA, 11 p.
16. YOURI A., 1998. Système de culture avec légumineuses au Cameroun. In: Buckles et al. Eds, Cover crops in West Africa; contributing to a sustainable agriculture. Ottawa, Canada, Idrc, Ibadan, Nigeria, IITA, p. 225-227.

Accepté le 04.06.2004

Résumé

Asongwed-Awa A., Abakar O., Vall E. Ingestion et digestibilité des rations à base de *Calopogonium mucunoides* par les ânes de trait pendant la saison sèche

Pendant la saison sèche en régions semi-arides, les animaux sont maintenus sur des fourrages de pauvre qualité, nécessitant certaines formes de complémentation protéique pour améliorer leur productivité. Dans cette étude, le *Calopogonium mucunoides* a été distribué à des ânes de trait pendant la saison sèche pour tester son appétibilité et ses valeurs nutritionnelles. Douze ânes adultes ont été répartis en trois groupes alimentés de la manière suivante : groupe A a reçu des tiges de maïs et 0,5 kg d'une provende domestique constituée d'un mélange de son de maïs et de tourteau de coton, groupe B a reçu du *C. mucunoides* et 0,25 kg de provende, et groupe C a reçu du *C. mucunoides* et 0,5 kg de provende. La consommation de fourrage, d'eau et le poids vif des animaux ont été enregistrés. Les résultats n'ont montré aucune différence significative dans la consommation des fourrages. Une différence très significative ($P < 0,001$) a été observée en matière de digestibilité avec la plus importante digestibilité dans les groupes alimentés avec du *C. mucunoides*. En dépit de sa faible appétibilité ou acceptabilité par d'autres espèces d'animaux d'élevage, le *C. mucunoides*, comme légumineuse fourragère, présente un taux élevé de matières azotées brutes et pourrait efficacement remplacer des compléments protéiques agro-industriels que les paysans ont de plus en plus de difficultés à se procurer.

Mots-clés : Ane – Animal de trait – *Calopogonium mucunoides* – Protéine brute – Appétibilité – Digestibilité – Valeur nutritive – Cameroun.

Resumen

Asongwed-Awa A., Abakar O., Vall E. Consumo y digestibilidad de *Calopogonium mucunoides*-dietas de base administradas a burros de carga durante la estación seca

Durante la estación seca, en las regiones semi áridas, los animales son mantenidos con residuos de forraje de baja calidad, necesitando un suplemento en proteínas, si se quiere considerar la productividad animal. En el presente estudio, los burros fueron alimentados con heno de *Calopogonium mucunoides*, durante la estación seca, con el fin de probar su palatabilidad y su valor nutritivo. Doce burros adultos fueron separados en tres grupos y alimentados con diferentes raciones: el Grupo A recibió paja de maíz y 0,5 kg de mezcla de suplemento (cereal de maíz y torta de algodón), el Grupo B recibió heno de *Calopogonium mucunoides* y 0,25 kg de mezcla de suplemento y el Grupo C recibió heno de *Calopogonium mucunoides* y 0,5 kg de mezcla de suplemento. Se midieron el consumo de forraje y de agua, el peso corporal y la materia fecal seca. No hubo diferencia significativa en el consumo de las tres raciones, pero la digestibilidad fue significativamente más alta ($P < 0,001$) en los grupos alimentados con *C. mucunoides*. A pesar de su baja palatabilidad o aceptabilidad por las especies domésticas, *C. mucunoides*, legumbre forrajera, representa una importante fuente de proteína cruda, la cual podría reemplazar efectivamente los suplementos proteicos agro industriales, cada vez más difíciles de obtener para los pequeños productores.

Palabras clave: Aso – Animal de tiro – *Calopogonium mucunoides* – Proteína bruta – Palatabilidad – Digestibilidad – Valor nutritivo – Camerún.

■ Index 2003 des auteurs

- Abakar O.
n° 3-4 p. 205-210
- Abavana M.A.
n° 1-2 p. 27-32
- Abebe G.
n° 1-2 p. 33-36
- Aberlin J.-P.
n° 1-2 p. 57-61
- Adeyemi I.G.
n° 3-4 p. 129-134
- Ali L.
n° 1-2 p. 73-82
- Amara A.
n° 1-2 p. 21-25
- Asongwed-Awa A.
n° 3-4 p. 205-210
- Awah N.R.
n° 1-2 p. 63-72
- Ayoade G.O.
n° 3-4 p. 129-134
- Ba Y.
n° 3-4 p. 171-176
- Ballo A.
n° 1-2 p. 7-12
- Bancé Z.A.
n° 3-4 p. 149-155
- Bastiaensen P.
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- Batawui K.
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- Bauer B.
n° 3-4 p. 149-155
- Beckers J.F.
n° 1-2 p. 95-102, n° 3-4 p. 171-176
- Belhouari A.
n° 1-2 p. 89-94
- Benabdeljelil K.
n° 3-4 p. 193-198
- Ben Fredj S.
n° 3-4 p. 121-127
- Bengaly Z.
n° 3-4 p. 141-144
- Ben Saïd M.S.
n° 1-2 p. 21-25
- Bent Mohamed A.
n° 3-4 p. 135-140
- Benzarti M.
n° 1-2 p. 21-25
- Boly H.
n° 3-4 p. 171-176
- Bonassi C.
n° 3-4 p. 145-147
- Bopelet M.
n° 1-2 p. 63-72
- Bordas A.
n° 3-4 p. 193-198
- Boudabbous A.
n° 3-4 p. 121-127
- Boujenane I.
n° 1-2 p. 83-88, n° 3-4 p. 187-192
- Boukaya A.
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- Boulkaboul A.
n° 3-4 p. 157-162
- Bourbouze A.
n° 3-4 p. 177-186
- Bréard E.
n° 3-4 p. 121-127
- Cardinale E.
n° 1-2 p. 13-16
- Chaka H.
n° 1-2 p. 33-36
- Cheikh D.
n° 3-4 p. 135-140
- Chikhi A.
n° 1-2 p. 83-88, n° 3-4 p. 187-192

- Cissé M.
n° 1-2 p. 13-16
- Cissé O.
n° 1-2 p. 17-20
- Coxam V.
n° 1-2 p. 89-94
- Daget P.
n° 1-2 p. 57-61, n° 3-4 p. 163-166,
n° 3-4 p. 167-169
- Dalla Costa O.A.
n° 3-4 p. 145-147
- Desquesnes M.
n° 3-4 p. 141-144
- Dia M.L.
n° 3-4 p. 141-144
- Diallo F.C.
n° 1-2 p. 7-12
- Diallo M.
n° 1-2 p. 17-20
- Dicko N.A.
n° 3-4 p. 115-120
- Djoko T.D.
n° 1-2 p. 63-72
- Djoukam J.
n° 1-2 p. 103-106
- Dongmo T.
n° 1-2 p. 103-106
- Dorny P.
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- Doucouré M.
n° 1-2 p. 17-20
- Doumbia R.M.
n° 3-4 p. 115-120
- El Abbadi N.
n° 1-2 p. 89-94
- El Khasmi M.
n° 1-2 p. 89-94
- Fané A.
n° 3-4 p. 115-120
- Farh M.
n° 1-2 p. 89-94
- Faye B.
n° 1-2 p. 89-94
- Fofana M.
n° 3-4 p. 115-120
- Forgiarini G.
n° 3-4 p. 163-166
- Fotso J.M.
n° 1-2 p. 103-106
- Gaston A.
n° 3-4 p. 163-166
- Geerts S.C.
n° 1-2 p. 27-32
- Guèye E.F.
n° 1-2 p. 13-16
- Hammami S.
n° 3-4 p. 121-127
- Hendrickx G.
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- Hidane K.
n° 1-2 p. 89-94
- Jacquet P.
n° 3-4 p. 135-140
- Kaboré I.
n° 3-4 p. 149-155
- Kamga P.
n° 1-2 p. 63-72
- Kanté S.
n° 3-4 p. 115-120
- Keita S.
n° 1-2 p. 7-12
- Khorchani T.
n° 1-2 p. 21-25
- Konaté B.
n° 3-4 p. 115-120
- Kondombo S.R.
n° 3-4 p. 199-204
- Koné A.
n° 1-2 p. 27-32
- Koné A.Z.
n° 3-4 p. 115-120
- Koné B.
n° 1-2 p. 7-12

- Koné M.
n° 1-2 p. 17-20
- Koné N'G.
n° 1-2 p. 7-12
- Kwakkel R.P.
n° 3-4 p. 199-204
- Lahbabi S.
n° 3-4 p. 193-198
- Leblond J.M.
n° 3-4 p. 177-186
- Le Bourgeois T.
n° 3-4 p. 167-169
- Leroy P.
n° 3-4 p. 171-176
- Mahama C.I.
n° 1-2 p. 27-32
- Maïga M.S.
n° 3-4 p. 115-120
- Mangané O.
n° 3-4 p. 115-120
- Mbah D.A.
n° 1-2 p. 63-72
- Mbanya J.N.
n° 1-2 p. 63-72
- Meffeja F.
n° 1-2 p. 103-106
- Messadi L.
n° 1-2 p. 21-25
- Mohammed H.A.
n° 1-2 p. 27-32
- Morés N.
n° 3-4 p. 145-147
- Napala A.
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- Niang M.
n° 1-2 p. 17-20
- Nianogo A.J.
n° 3-4 p. 199-204
- Nicolet J.
n° 1-2 p. 17-20
- Njifutie N.
n° 1-2 p. 103-106
- Ouedraogo P.A.
n° 3-4 p. 149-155
- Perrier Gros-Claude J.D.
n° 1-2 p. 13-16
- Pitala W.
n° 3-4 p. 171-176
- Rekwot P.I.
n° 1-2 p. 37-42
- Riad F.
n° 1-2 p. 89-94
- Roth J.
n° 1-2 p. 17-20
- Safwate A.
n° 1-2 p. 89-94
- Sailleau C.
n° 3-4 p. 121-127
- Salvat G.
n° 1-2 p. 13-16
- Sangaré M.
n° 1-2 p. 7-12
- Sawadogo L.
n° 3-4 p. 171-176
- Schalch L.
n° 1-2 p. 17-20
- Seddik M.M.
n° 1-2 p. 21-25
- Sekoni V.O.
n° 1-2 p. 37-42
- Sidibé C.K.
n° 3-4 p. 115-120
- Sidibé I.
n° 3-4 p. 149-155
- Sidibé I.B.
n° 1-2 p. 27-32
- Sidibé S.
n° 1-2 p. 7-12
- Sidibé S.S.
n° 3-4 p. 115-120
- Silva R.A.M.S.
n° 3-4 p. 145-147
- Slingerland M.
n° 3-4 p. 199-204

- Souilem O.
n° 1-2 p. 95-102
- Sousa N.M.
n° 3-4 p. 171-176
- Sraïri M.T.
n° 3-4 p. 177-186
- Stevoux V.
n° 3-4 p. 167-169
- Sylla M.
n° 1-2 p. 7-12
- Tall F.
n° 1-2 p. 13-16
- Thiam E.
n° 3-4 p. 135-140
- Thys E.
n° 1-2 p. 73-82
- Traoré B.
n° 1-2 p. 7-12
- Vall E.
n° 3-4 p. 205-210
- Van den Bossche P.
n° 1-2 p. 73-82
- Zarrouk A.
n° 1-2 p. 95-102
- Zekri S.
n° 3-4 p. 121-127
- Zientara S.
n° 3-4 p. 121-127
- Zongo M.
n° 3-4 p. 171-176

Index 2003 des mots-clés

- ABCES
n° 1-2 p. 21-25
- ABSORPTION DIGESTIVE
n° 1-2 p. 89-94
- AGALAXIE
n° 1-2 p. 17-20
- ALIMENTATION
COMPLEMENTAIRE
n° 3-4 p. 199-204
- ANE
n° 3-4 p. 205-210
- ANIMAL DE TRAIT
n° 3-4 p. 205-210
- ANIMAL NOUVEAU-NE
n° 1-2 p. 89-94
- APPETIBILITE
n° 3-4 p. 205-210
- APPLICATION LOCALE
n° 3-4 p. 149-155
- BETAIL
n° 1-2 p. 27-32
- BIOLOGIE MOLECULAIRE
n° 3-4 p. 121-127
- BOVIN
n° 1-2 p. 33-36, n° 1-2 p. 63-72,
n° 3-4 p. 141-144, n° 3-4 p. 157-162,
n° 3-4 p. 177-186, n° 3-4 p. 135-140
- BOVIN LAITIER
n° 3-4 p. 115-120
- CALCIUM
n° 1-2 p. 89-94
- CALOPOGONIUM MUCUNOIDES
n° 3-4 p. 205-210
- CAMELUS DROMEDARIUS
n° 1-2 p. 21-25, n° 1-2 p. 89-94,
n° 1-2 p. 95-102
- CAMPYLOBACTER
n° 1-2 p. 13-16

- CAPRIN
n° 1-2 p. 17-20, n° 1-2 p. 51-56,
n° 1-2 p. 73-82
- CARCASSE
n° 1-2 p. 83-88, n° 3-4 p. 187-192
- CHIMIOThERAPIE
n° 1-2 p. 37-42
- CLASSIFICATION
n° 3-4 p. 177-186
- CONGELATION
n° 1-2 p. 13-16
- CONTROLE DE MALADIES
n° 3-4 p. 129-134
- COQUELET
n° 3-4 p. 199-204
- CROISEMENT
n° 1-2 p. 63-72
- CROISSANCE
n° 1-2 p. 83-88, n° 1-2 p. 103-106
- CUISSON
n° 1-2 p. 103-106
- CYCLE ŒSTRAL
n° 1-2 p. 95-102
- DEVELOPPEMENT
EMBRYONNAIRE
n° 3-4 p. 171-176
- DIAGNOSTIC
n° 3-4 p. 129-134
- DIAGNOSTIC DE GESTATION
n° 3-4 p. 171-176
- DIGESTIBILITE
n° 3-4 p. 205-210
- DINDON
n° 1-2 p. 7-12
- DISTRIBUTION
n° 1-2 p. 27-32
- DROMADAIRE
n° 1-2 p. 89-94
- ECHOGRAPHIE
n° 3-4 p. 171-176
- ECOSYSTEME
n° 1-2 p. 57-61
- ELEVAGE
n° 1-2 p. 73-82
- ELEVAGE DE VOLAILLES
n° 3-4 p. 199-204
- ENGRAISSEMENT
n° 1-2 p. 83-88
- ENQUETE PATHOLOGIQUE
n° 3-4 p. 135-140
- ENVIRONNEMENT
SOCIO-ECONOMIQUE
n° 1-2 p. 73-82
- ENVIRONNEMENT URBAIN
n° 1-2 p. 73-82
- EPIDEMIOLOGIE
n° 1-2 p. 21-25, n° 3-4 p. 135-140,
n° 3-4 p. 141-144
- EPIZOOTOLOGIE
n° 3-4 p. 129-134
- FACTEUR DE RENDEMENT
n° 1-2 p. 63-72
- FASCIOLA GIGANTICA
n° 3-4 p. 135-140
- FEMELLE
n° 1-2 p. 95-102
- FIEVRE CATARRHALE DU MOUTON
n° 3-4 p. 121-127
- GENOME
n° 3-4 p. 121-127
- GLOSSINA
n° 1-2 p. 27-32
- GLOSSINA PALPALIS GAMBIENSIS
n° 3-4 p. 149-155
- GRAINE
n° 1-2 p. 103-106
- GRILLAGE
n° 1-2 p. 103-106
- HEMATOCRITE
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- INFERTILITE
n° 1-2 p. 37-42
- IXODIDAE
n° 3-4 p. 157-162

- LAINÉ
n° 1-2 p. 83-88, n° 3-4 p. 187-192
- LYMPHADENITE
n° 1-2 p. 21-25
- MALADIE DE NEWCASTLE
n° 1-2 p. 7-12
- MESURE
n° 1-2 p. 57-61, n° 3-4 p. 167-169
- METASTIGMATA
n° 3-4 p. 157-162
- METHODE
n° 3-4 p. 163-166, n° 3-4 p. 167-169
- METHODE D'ELEVAGE
n° 3-4 p. 145-147
- METHODE DE LUTTE
n° 1-2 p. 27-32, n° 3-4 p. 129-134
- MYCOPLASMA AGALACTIAE
n° 1-2 p. 17-20
- NEMATODA
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56
- ŒUF
n° 3-4 p. 193-198
- OVIN
n° 1-2 p. 17-20, n° 1-2 p. 43-50,
n° 1-2 p. 73-82, n° 3-4 p. 121-127
- OVIN BOUJAAD
n° 1-2 p. 83-88
- OVIN SARDI
n° 3-4 p. 187-192
- PASTORALISME
n° 3-4 p. 163-166
- PERFORMANCE ANIMALE
n° 3-4 p. 187-192
- PERFORMANCE DE PONTE
n° 3-4 p. 193-198
- PERFORMANCE
DE REPRODUCTION
n° 3-4 p. 187-192
- PHYSIOLOGIE ANIMALE
n° 1-2 p. 95-102
- PINTADE
n° 1-2 p. 7-12
- PIROPLASMOSE
n° 3-4 p. 157-162
- PLANTE DE COUVERTURE
n° 3-4 p. 167-169
- POIDS CORPOREL
n° 3-4 p. 187-192
- PORCELET
n° 1-2 p. 103-106
- PORCIN
n° 1-2 p. 103-106, n° 3-4 p. 129-134,
n° 3-4 p. 145-147
- POULE PONDEUSE
n° 3-4 p. 193-198
- POULET
n° 1-2 p. 7-12, n° 1-2 p. 13-16,
n° 3-4 p. 199-204
- PRODUIT DE CROISEMENT
n° 3-4 p. 193-198
- PRODUCTION LAITIERE
n° 1-2 p. 63-72
- PROTEINE BRUTE
n° 3-4 p. 205-210
- PULVERISATION
n° 3-4 p. 149-155
- REFRIGERATION
n° 1-2 p. 13-16
- REGULATEUR CROISSANCE
INSECTE
n° 3-4 p. 149-155
- RENTABILITE
n° 3-4 p. 177-186
- REPRODUCTION
n° 1-2 p. 83-88, n° 1-2 p. 95-102,
n° 3-4 p. 171-176
- REPRODUCTION SEXUELLE
n° 1-2 p. 95-102
- RESISTANCE AUX MEDICAMENTS
n° 1-2 p. 33-36
- SALMONELLA
n° 1-2 p. 13-16
- SAVANE
n° 1-2 p. 57-61
- SEQUENCE NUCLEOTIDIQUE
n° 3-4 p. 121-127

SPERME n° 1-2 p. 37-42	TRYPANOSOMA CONGOLENE n° 1-2 p. 33-36, n° 1-2 p. 37-42
SURVEILLANCE n° 3-4 p. 129-134	TRYPANOSOMA VIVAX n° 1-2 p. 37-42, n° 3-4 p. 141-144
SYSTEME D'EXPLOITATION AGRICOLE n° 3-4 p. 177-186	TRYPANOSOMOSE n° 1-2 p. 27-32
TAUREAU ZEBU X FRISON n° 1-2 p. 37-42	TUBERCULOSE n° 3-4 p. 115-120
TEST CUTANE n° 3-4 p. 115-120	VACHE LAITIERE n° 3-4 p. 177-186
TEST ELISA n° 1-2 p. 17-20, n° 3-4 p. 135-140, n° 3-4 p. 141-144	VALEUR NUTRITIVE n° 3-4 p. 205-210
TIQUE n° 3-4 p. 157-162	VEGETATION n° 1-2 p. 57-61, n° 3-4 p. 163-166, n° 3-4 p. 167-169
TOURTEAU DE SOJA n° 1-2 p. 103-106	VIRUS BLUETONGUE n° 3-4 p. 121-127
TOXOPLASMA GONDII n° 3-4 p. 145-147	VIRUS PESTE PORCINE n° 3-4 p. 129-134
TRIFLUMURON n° 3-4 p. 149-155	VOLAILLE n° 1-2 p. 7-12
TROPIQUES n° 1-2 p. 63-72	ZEBU n° 1-2 p. 33-36, n° 3-4 p. 171-176
TRYPANOSOMA n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56	ZONE PERIURBAINE n° 1-2 p. 73-82
	ZONE TROPICALE n° 3-4 p. 167-169

■ Index 2003 géographique

AFRIQUE
n° 3-4 p. 129-134

ALGERIE
n° 3-4 p. 157-162

BRESIL
n° 3-4 p. 145-147

BURKINA FASO
n° 3-4 p. 141-144, n° 3-4 p. 149-155,
n° 3-4 p. 171-176, n° 3-4 p. 199-204

CAMEROUN
n° 1-2 p. 63-72, n° 1-2 p. 103-106,
n° 3-4 p. 205-210

ETHIOPIE
n° 1-2 p. 33-36

FLEUVE SENEGAL
n° 3-4 p. 135-140

GHANA
n° 1-2 p. 27-32

MALI
n° 1-2 p. 7-12, n° 1-2 p. 17-20,
n° 1-2 p. 57-61, n° 3-4 p. 115-120

MARADI
n° 1-2 p. 73-82

MAROC
n° 1-2 p. 83-88, n° 1-2 p. 89-94,
n° 3-4 p. 177-186, n° 3-4 p. 187-192,
n° 3-4 p. 193-198

MAURITANIE.
n° 3-4 p. 135-140

NIGER
n° 1-2 p. 73-82

NIGERIA
n° 1-2 p. 37-42

REGION MEDITERRANEENNE
n° 3-4 p. 121-127

SENEGAL
n° 1-2 p. 13-16

TCHAD
n° 3-4 p. 163-166

TOGO
n° 1-2 p. 43-50, n° 1-2 p. 51-56

TUNISIE
n° 1-2 p. 21-25, n° 1-2 p. 95-102, n° 3-
4 p. 121-127

VIETNAM
n° 3-4 p. 167-169

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 dépassent 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)...". Les publications **anonymes** seront classées au premier mot du titre. 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)...". **Anonymous** publications are listed under the title first word. 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.