

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 : Joseph Domenech

Rédacteur en chef : Didier Richard

Edition : Marie-Cécile Maraval-Mollard

COMITE DE LECTURE

J. Asso, E. Authié, D. Bastianelli, P. Bonnet,

J.-P. Boutonnet, J. Cabaret, J. Chantal, Ph. Chardonnet,

Y. Cognié, D. Cuisance, C. Demarquilly, A. Diallo,

Ph. Dorchies, G. Duvallet, B. Faye, A. Gaston,

H. Guerin, A. Gueye, J.-F. Guillot, J. Hardouin,

J. Itard, E. Landais, J. Le Dividich, P.-C. Lefèvre,

C. Le Goff, Ph. Lhoste, G. Libeau, F. Ménessier,

C. Meyer, P.-P. Pastoret, B. Peyre de Fabrègues,

M. Picard, J.-P. Poivey, D. Richard, G.R. Scott,

G. Tacher, F. Thiaucourt, M. Thibier, J. Thimonier,

B. Toutain, P.-L. Toutain, J.-J. Tulasne, 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

marie-cecile.maraval-mollard@cirad.fr

Abonnements

Lavoisier

Brigitte Delestaing

14, rue de Provigny

94236 Cachan Cedex, France

(voir dernière page pour les tarifs)

abo@Lavoisier.fr

<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2003

Imprimé par Jouve (France)

n° d'ordre : 330448P

Dépôt légal : juillet 2003

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

89-92 Grippe équine au Mali : résultats d'une enquête séroépidémiologique. Sidibé S., Bocoum Z., Simbé C.F., Tounkara K., Bakkali M.M., Kané M. (*en français*)

93-97 Artérite à virus du cheval : enquête séro-épidémiologique dans deux régions de la Tunisie. Chabchoub A., Landolsi F., Mkaouer L., Lasfar F., Ghorbel A., Ghram A. (*en français*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

99-104 Etude épidémiologique des helminthes gastro-intestinaux des caprins en Moyenne Guinée. Barry A.M., Pandey V.S., Bah S., Dorny P. (*en français*)

105-108 Prévalence de la fasciolose bovine dans la vallée du fleuve Niger au Bénin. Youssao A.K.I., Assogba M.N. (*en français*)

109-115 Effet de l'infection trypanosomienne sur les performances au travail des taurins Ndama trypanotolérants en zone subhumide du Sénégal. Seck M.T., Fall A., Diaite A., Diokou A., Dieng M. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

117-128 La traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine. I. Diffusion de la traction animale et sa place dans les exploitations. Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. (*en français*)

129-136 La traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine. II. Quelles priorités pour la recherche et le développement ? Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. (*en français*)

137 Note de lecture (*en français*)

139-147 Paramètres démographiques d'un cheptel de bovins domestiques dans une zone des hauts plateaux éthiopiens infectée par la péripneumonie contagieuse bovine. Lesnoff M., Diedhiou M., Laval G., Bonnet P., Workalemahu A., Kifle D. (*en anglais*)

149-157 Facteurs affectant les performances de croissance chez les bovins à viande de pure race Goudali et croisés Wakwa dans un environnement tropical. Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Messine O. (*en anglais*)

159-163 Fécondité de la vache Borgou au Bénin : effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages. Adamou-N'diaye M., Gbangboche A.B., Ogodja O.J., Hanzen C. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

89-92 Equine Influenza in Mali: Results of a Seroepidemiological Survey. Sidibé S., Bocoum Z., Simbé C.F., Tounkara K., Bakkali M.M., Kané M. (*in French*)

93-97 Seroepidemiological Survey on Equine Viral Arteritis in Two Regions in Tunisia. Chabchoub A., Landolsi F., Mkaouer L., Lasfar F., Ghorbel A., Ghram A. (*in French*)

PARASITIC DISEASES

99-104 Epidemiological Study of Gastrointestinal Helminths in Goats in Central Guinea. Barry A.M., Pandey V.S., Bah S., Dorny P. (*in French*)

105-108 Prevalence of Cattle Fasciolosis in the Niger River Valley of Benin. Youssao A.K.I., Assogba M.N. (*in French*)

109-115 Effect of Trypanosome Infection on Work Performance of Trypanotolerant Ndama Cattle in Senegal Subhumid Zone. Seck M.T., Fall A., Diaite A., Diokou A., Dieng M. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

117-128 Animal Draft in the Cotton Savannah New Context in Chad, Cameroon and the Central African Republic. I. Expansion and Role on the Farms. Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. (*in French*)

129-136 Animal Draft in the Cotton Savannah New Context in Chad, Cameroon and the Central African Republic. II. What are the Priorities for Research and Development? Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. (*in French*)

137 Reading note (*in French*)

139-147 Demographic Parameters of a Domestic Cattle Herd in a Contagious-Bovine-Pleuropneumonia Infected Area of Ethiopian Highlands. Lesnoff M., Diedhiou M., Laval G., Bonnet P., Workalemahu A., Kifle D. (*in English*)

149-157 Factors Affecting Growth Performance in Purebred Gudali and Two-Breed Synthetic Wakwa Beef Cattle in a Tropical Environment. Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Messine O. (*in English*)

159-163 Borgu Cow Fertility in Benin: Effect of Age at First Calving on Calving Intervals. Adamou-N'diaye M., Gbangboche A.B., Ogodja O.J., Hanzen C. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

89-92 Gripe equina en Malí: resultados de una encuesta sero-epidemiológica. Sidibé S., Bocoum Z., Simbé C.F., Tounkara K., Bakkali M.M., Kané M. (*en francés*)

93-97 Arteritis viral equina: encuesta seroepidemiológica en dos regiones de Túnez. Chabchoub A., Landolsi F., Mkaouer L., Lasfar F., Ghorbel A., Ghram A. (*en francés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

99-104 Estudio epidemiológico de los helmintos gastrointestinales de los caprinos en Guinea Media. Barry A.M., Pandey V.S., Bah S., Dorny P. (*en francés*)

105-108 Prevalencia de la fasciolosis bovina en el valle del río Níger, en Benin. Youssao A.K.I., Assogba M.N. (*en francés*)

109-115 Efecto de la infección por tripanosomas sobre los rendimientos de trabajo de los taurinos Ndama tripanotolerantes en la zona sub húmeda de Senegal. Seck M.T., Fall A., Diaite A., Diokou A., Dieng M. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

117-128 La tracción animal en el nuevo contexto de las sabanas algodonales de Chad, Camerún y República centroafricana. I. Difusión de la tracción animal y su lugar en las explotaciones. Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. (*en francés*)

129-136 La tracción animal en el nuevo contexto de las sabanas algodonales de Chad, Camerún y República centroafricana. II. Cuales son las prioridades para la investigación y el desarrollo. Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. (*en francés*)

137 Nota de lectura (*en francés*)

139-147 Parámetros demográficos de un hato de bovinos domésticos en una zona de las altas mesetas etíopes, infectado con perineumonía contagiosa bovina. Lesnoff M., Diedhiou M., Laval G., Bonnet P., Workalemahu A., Kifle D. (*en inglés*)

149-157 Factores que afectan el rendimiento del crecimiento en ganado de carne Gudali puro y Wakwa doble raza artificial, en medio tropical. Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Messine O. (*en inglés*)

159-163 Fecundidad de la vaca de raza Borgu en Benin: efecto de la edad al primer parto sobre el intervalo entre partos. Adamou-N'diaye M., Gbangboche A.B., Ogodja O.J., Hanzen C. (*en francés*)

Que faire sans vétérinaire

Bill Forse

Avec la collaboration de Christian Meyer

Que faire sans vétérinaire est plus qu'un simple livre sur les premiers soins à donner aux animaux. Il doit permettre à l'éleveur de maintenir ses animaux en bonne santé et de conseiller d'autres éleveurs là où il n'existe ni personnels ni services vétérinaires. Il est conçu pour que l'éleveur puisse détecter toute anomalie chez ses animaux, y remédier ou, le cas échéant, collaborer avec un vétérinaire et un service de santé animale. Il couvre un large éventail de sujets — de la diarrhée à la peste, des remèdes traditionnels aux médicaments et vaccins modernes — et fournit des conseils sur les soins quotidiens et l'alimentation des animaux. Il traite des maladies qui affectent les bœufs, les buffles, les moutons, les chèvres, les porcs, les chevaux, les ânes, les chameaux, les dromadaires et, dans une moindre mesure, les chiens, les lapins et les volailles.

Ecrit dans un langage simple et illustré par plus de 400 dessins, *Que faire sans vétérinaire* est un outil indispensable pour tous ceux qui élèvent des animaux ou qui travaillent dans le secteur de l'élevage.

- L'éleveur qui vit loin d'un vétérinaire. Avec des mots simples et à l'aide de dessins, le livre lui explique comment reconnaître une maladie et que faire pour la prévenir et la soigner.
- L'enseignant d'une école rurale. Il pourra utiliser ce livre pour organiser une formation sur la santé animale et, d'une manière générale, pour élaborer un enseignement agricole.
- Le vulgarisateur, l'assistant vétérinaire ou tout autre technicien qui conseille les éleveurs. Il trouvera dans ce livre les médicaments et les traitements les plus utiles pour chaque maladie, ainsi que ceux qui sont inutiles voire dangereux.

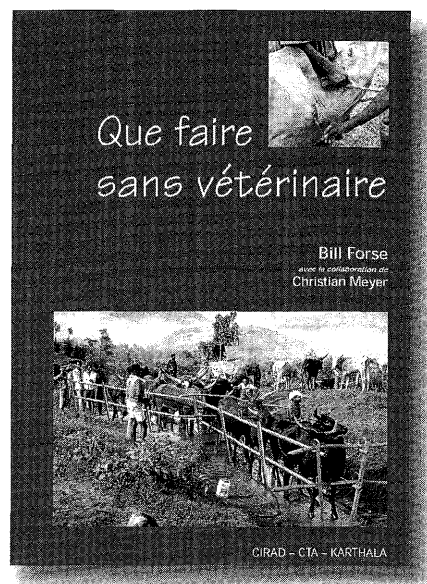
Bill Forse est un vétérinaire praticien expérimenté, un éleveur et un écrivain. Il a voyagé et travaillé dans seize pays d'Afrique et d'Asie entre 1976 et 1998.

Christian Meyer est vétérinaire, chercheur au département d'Elevage et de médecine vétérinaire du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) en France. Il a travaillé pendant douze ans en Afrique.

2002, 432 p.
Cirad, Cta, Karthala,
pour la traduction française
de l'ouvrage de Bill Forse :
Where There Is No Vet,
1999, Macmillan Press

Isbn 2-87614-519-7 (Cirad)
25 euros (port en sus)

Commande auprès de la Librairie du Cirad,
TA 283/04, avenue d'Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5, France
Fax : +33 (0)4 67 61 55 47
librairie@cirad.fr



Grippe équine au Mali : résultats d'une enquête séroépidémiologique

S. Sidibé¹ Z. Bocoum¹ C.F. Simbé¹
K. Tounkara¹ M.M. Bakkali² M. Kané³

Mots-clés

Equidae – Influenzavirus équin – Immunodiagnostic – Mali.

Résumé

L'enquête a été réalisée dans les zones de Sayes, Fangasso, Tominian et San, situées dans la région de Ségou, dans la partie sahélienne du Mali, et a porté sur 384 sérums asins et équins. Parmi les 95 sérums positifs (24,73 p. 100), 92 l'ont été au test d'inhibition de l'hémagglutination et trois à la réaction de fixation du complément. Les taux d'infection aux sous-types 1 et 2 du virus de la grippe équine ont été établis dans les différentes zones visitées : 7,37 p. 100 pour le sous-type 1, 69,47 p. 100 pour le sous-type 2 et 23,16 p. 100 pour les cas d'infection mixte associant les sous-types 1 et 2. L'enquête a aussi permis d'établir que le taux d'infection pour la maladie a varié selon l'espèce animale : il a été plus important chez les asins (35,02 p. 100).

■ INTRODUCTION

Au Mali, les équidés jouent un rôle socio-économique important. Leur effectif est estimé à plus de 737 000 avec 85 p. 100 d'asins dont 16 p. 100 sont élevés dans la seule région de Ségou (8).

Dans plusieurs zones rurales du pays, les équidés sont régulièrement utilisés comme force de traction pour la culture attelée et le transport de personnes et de marchandises. Ils contribuent ainsi largement à l'augmentation des productions agricoles et à l'amélioration des conditions socio-économiques des populations rurales. Malgré leur rôle important, ils ne bénéficient pas de soins appropriés et subissent périodiquement de lourdes pertes causées par la grippe équine. En 1997, 7 908 équidés ont contracté la grippe équine dans la région de Ségou, parmi lesquels 380 cas de mortalité ont été enregistrés (4,80 p. 100).

Il n'existe pas de programme national de lutte contre cette épizootie, l'action des services d'encadrement se limitant à la mise en œuvre d'un traitement symptomatique des infections bactériennes

secondaires. L'objet de la présente enquête a été d'étudier le taux d'infection des équidés par la grippe et la répartition des différents sous-types du virus dans les zones de Sayes, Fangasso, Tominian et San (figure 1) et de formuler des recommandations visant à contrôler la maladie.

■ MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements ont été effectués dans des troupeaux d'équidés soupçonnés d'avoir été infectés par la grippe équine. Les sites de prélèvement ont été choisis en collaboration avec les agents des structures techniques d'encadrement et les agro-éleveurs. Les animaux étaient âgés de deux mois à 20 ans. La méthode de conduite des animaux était de type traditionnel. L'échantillon sanguin (5-10 ml) a été prélevé à la veine jugulaire dans des tubes Vacutainer stériles. Les sérums ont ensuite été répartis en aliquotes et conservés à -20 °C avant de subir les examens sérologiques. Sur 384 échantillons de sérums récoltés, 177 ont été d'origine asine et 207 d'origine équine. Ils ont été testés au Laboratoire de produits biologiques et pharmaceutiques de Rabat, Maroc.

Pour l'analyse des sérums, deux techniques de diagnostic sérologique recommandées par l'Office international des épizooties (3) ont été utilisées : le test d'inhibition de l'hémagglutination et la réaction de fixation du complément. Les antigènes des sous-types 1 et 2 du virus et les antisérums de contrôle (positifs et négatifs) ont été fournis par le Laboratoire mondial de référence de l'Office international des épizooties pour le diagnostic de la grippe (Munich, Allemagne).

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 : labovet@datatech.toonnet.org

2. Laboratoire de produits biologiques et pharmaceutiques vétérinaires (Biopharma), Km 2, route de Casa, BP 4569, Akkari Rabat, Maroc

3. Direction nationale de l'Appui au monde rural, BP 2954, Bamako, Mali

Tél. : (223) 21 39 14

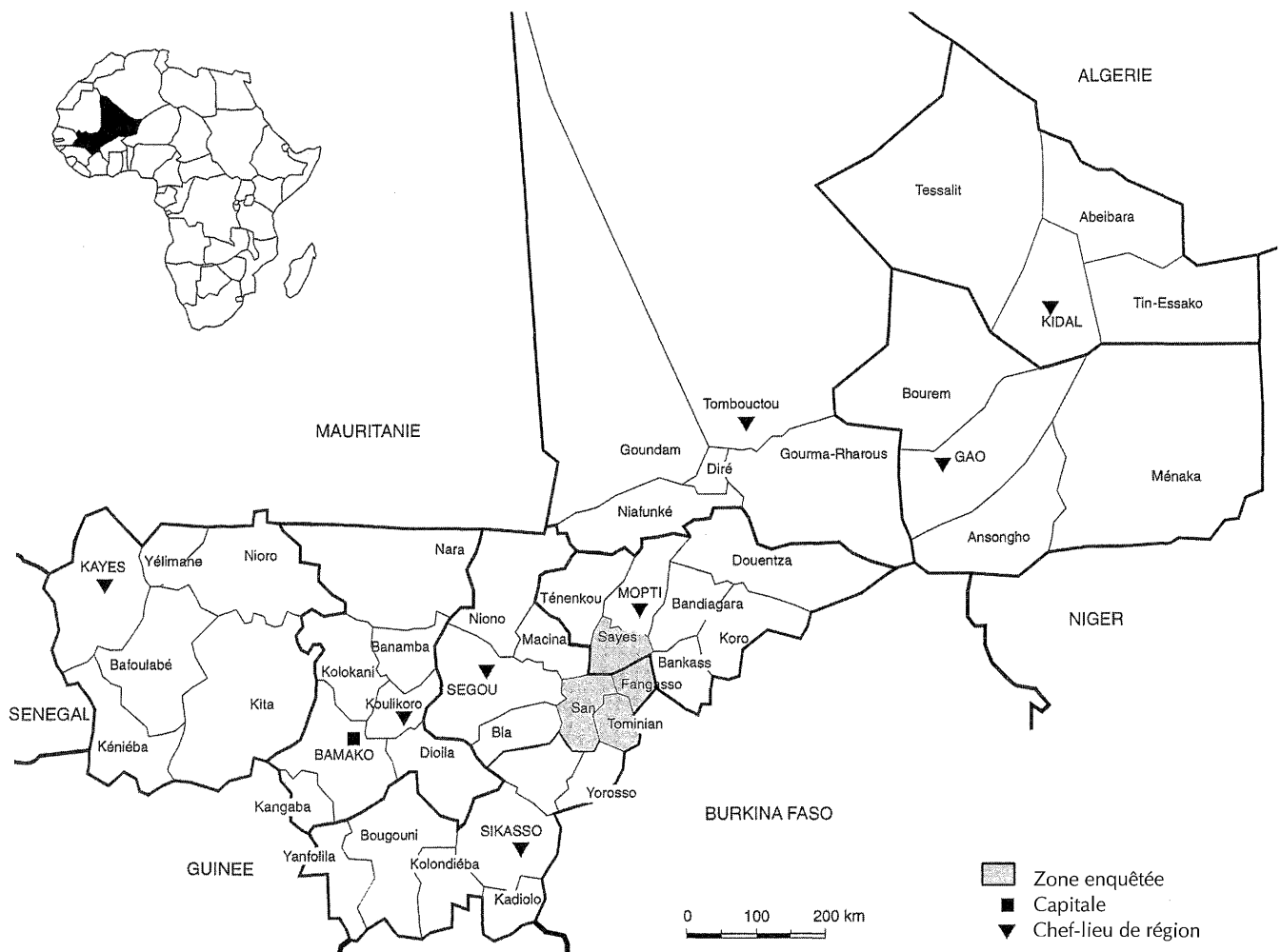


Figure 1 : carte du Mali montrant les zones de l'étude.

■ RESULTATS

Dans le cadre de l'enquête, 384 sérums asins et équins ont été testés, parmi lesquels 95 se sont avérés positifs (24,73 p. 100) : 92 au test d'inhibition de l'hémagglutination et trois à la réaction de fixation du complément.

Les résultats obtenus dans les différentes zones visitées (tableau I) ont montré que des anticorps dirigés contre le virus de la grippe équine ont été dépistés dans toutes les zones. Tous les échantillons de sérums positifs provenant des zones de Sayes, Fangasso et Tominian ont contenu des anticorps inhibant l'hémagglutination (96,84 p. 100). Ceux qui ont été positifs à la réaction de fixation du complément ont été dépistés seulement dans la zone de San.

La répartition des sous-types du virus a différé en fonction des localités visitées (tableau II). Ainsi, le sous-type 1 et les cas d'infections associant les sous-types 1 et 2 du virus de la grippe ont été identifiés dans toutes les zones couvertes par l'enquête, sauf à Tominian, où des anticorps vis-à-vis du seul sous-type 2 ont été mis en évidence. Ce dernier a prédominé dans toutes les zones visitées : il a été détecté dans 64,70 p. 100 des sérums testés positifs dans la zone de Sayes. A Fangasso et à San, les taux de prévalence des anticorps dirigés contre le sous-type 2 ont respectivement été de 52,94 et de 68,75 p. 100. La prévalence des anticorps vis-à-vis du sous-type 1 du virus a été plus importante à Sayes (17,64 p. 100) et l'a été beaucoup moins à San (4,16 p. 100). Le taux de prévalence a varié selon l'espèce animale (tableau III) : il a été plus élevé chez les asins (35,02 p. 100) et n'a atteint que 15,94 p. 100 chez les équins.

Les anticorps inhibant l'hémagglutination ont été identifiés chez 96,77 p. 100 des asins testés positifs, tandis que ceux fixant le complément ont été dépistés chez 3,22 p. 100 de ces animaux. Chez les équins, les taux de prévalence de ces deux types d'anticorps ont été respectivement de 96,96 et 3,03 p. 100.

■ DISCUSSION

Les échantillons testés ont été des sérums uniques. Deux techniques parallèles de diagnostic ont été utilisées : le test d'inhibition de l'hémagglutination et la réaction de fixation du complément. Le choix de la première méthode se justifie par le fait que les anticorps inhibant l'hémagglutination persistent dans le sérum plus longtemps et leur mise en évidence est la preuve de l'existence de cas d'infection ancienne. La deuxième technique, en revanche, permet de détecter les anticorps fixant le complément – preuve de l'existence d'une infection récente (1, 4, 5, 9, 10).

Dans les zones de l'étude, le taux d'infection des équidés par la grippe a été de 24,73 p. 100. Les anticorps mis en évidence ont résulté d'une infection naturelle car les animaux porteurs de ces anticorps n'ont jamais été vaccinés contre la grippe. Ils ont été dirigés contre les sous-types 1 et 2 du virus de la maladie.

Cette enquête a permis d'établir que dans les localités de Sayes et Fangasso a circulé surtout le sous-type 1 du virus de la grippe. Il a été beaucoup moins répandu à San et absent à Tominian où seuls des anticorps dirigés contre le sous-type 2 ont été mis en évidence.

Tableau I

Prévalence sérologique de la grippe équine dans les différentes zones visitées

Localité visitée	Nb. sérums testés	Sérums positifs					
		Nb.	%	IH (nb.)	IH (%)	Rfc (nb.)	Rfc (%)
Sayes	70	17	24,28	17	100	0	0
Fangasso	73	17	23,28	17	100	0	0
Tominian	108	13	12,03	13	100	0	0
San	133	48	36,09	45	93,75	3	5,25
Total	384	95	24,73	92	96,84	3	3,15

IH : test de l'inhibition de l'hémagglutination

Rfc : réaction de fixation du complément

Tableau II

Répartition par localité visitée des sous-types du virus

Localité visitée	Nb. sérums positifs	Sérums positifs au sous-type 1		Sérums positifs au sous-type 2		Sérums positifs aux sous-types 1 et 2 *	
		Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%
Sayes	17	3	17,64	11	64,71	3	17,65
Fangasso	17	2	11,76	9	52,94	6	35,29
Tominian	13	0	0	13	100	0	0
San	48	2	4,17	33	68,75	13	27,08
Total	95	7	7,37	66	69,47	22	23,15

* Infection mixte

Tableau III

Résultats par espèce animale des examens sérologiques

Espèce animale	Nb. sérums testés	Sérums positifs					
		Nb.	%	IH (nb.)	IH (%)	Rfc (nb.)	Rfc (%)
Asine	177	62	35,02	60	96,77	2	3,22
Equine	207	33	15,94	32	96,96	1	3,03
Total	384	95	24,73	92	96,84	3	3,15

IH : test de l'inhibition de l'hémagglutination

Rfc : réaction de fixation du complément

Tous les virus isolés par Plateau et coll. (7) en France depuis 1979 appartiennent aussi au sous-type 2. En revanche, Ellouze (2) affirme que l'épizootie enregistrée en Tunisie en 1978-1979 a été causée par le sous-type 1 du virus, avec une prévalence de 10 p. 100 pour le sous-type 2.

La présente étude a montré l'existence de cas d'infection mixte (infection d'un même sujet par les sous-types 1 et 2) dans toutes les zones de l'enquête, à l'exception de Tominian. Le taux élevé d'infection des asins par le virus de la grippe a montré que ces derniers ont été plus réceptifs à la maladie que les équins. Ainsi, le taux de prévalence de l'infection a été plus élevé à San, où l'effec-

tif des asins a été plus important. Le taux le plus bas a été obtenu dans la zone de Tominian où l'espèce équine a prédominé.

En raison des disparités qui existaient au niveau du nombre des sérums collectés par tranche d'âge, les résultats relatifs aux taux d'infection n'ont pas permis de conclure qu'il existait une corrélation entre l'âge et le degré de réceptivité des animaux à la maladie (tableau IV). Une enquête réalisée par Bousseta et coll. (1) chez les équidés dans le Nord-Est tunisien a aussi confirmé qu'il existait une grande hétérogénéité de l'âge des animaux séropositifs envers la grippe. Nyaga et coll. (6) ont relevé des taux de séroprévalence nettement plus bas chez les sujets âgés de moins de deux mois.

Tableau IV

Résultats par groupe d'âges des examens sérologiques

Groupe d'âges	Nb. sérums testés	Nb. sérums positifs	% sérums positifs
0-6 mois	3	0	0
1-5 ans	154	43	27,92
6-10 ans	196	47	23,97
11-15 ans	22	3	13,63
16-20 ans	9	2	22,22
Total	384	95	24,73

CONCLUSION

Le virus de la grippe équine (sous-types 1 et 2) circulait parmi les populations équine et asine des zones de Sayes, Fangasso, Tominián et San. L'étude a permis d'établir une prédominance nette des cas d'infection ancienne de grippe équine parmi les populations équine et asine étudiées (96,84 p. 100). Pour mieux contrôler la grippe équine en République du Mali, il est indispensable pour les services vétérinaires nationaux d'appliquer un programme de lutte basé sur la prophylaxie médicale par l'usage d'un vaccin à base des sous-types 1 et 2 du virus de la maladie.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à la direction du programme de Diversification des revenus en zones non-cotonnières (San) pour le financement de l'enquête et au directeur général de la société de Produits biologiques et pharmaceutiques vétérinaires (Biopharma) d'Akkari Rabat, Maroc, pour sa franche collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOUSSETA M., CHABCHOUB A., GHAM A., JOMAA I., GHORBEL A., AOUINA T., BEN AMOR H., 1994. Enquête séroépidémiologique sur la grippe équine et l'anémie infectieuse des équidés dans le Nord-Est tunisien. *Revue Elev. Méd.vét. Pays trop.*, **47** : 277-281.

2. ELLOUZE M.R., 1980. Contribution à l'étude épidémiologique de l'anémie infectieuse, de l'artérite à virus, de la rhinopneumonie et de la grippe équine en Tunisie. Thèse Doct. vét., Sidi-Thabet, Tunisie.

3. Equine influenza. Manual of standards for diagnostic tests and vaccines, 1996. Paris, France, OIE, p. 409-419.

4. FONTAINE M., MORAILLON A., 1980. Considération sur l'épizootie de grippe 1978-1979 en France. *Recl Méd. vét.*, **156** : 139-145.

5. LE MINOR L., VERON M., 1982. Bactériologie médicale. Paris, France, Flammarion Médecine-Sciences, p. 114-115.

6. NYAGA P.N., WIGGINS A.D., PRIESTER W.A., 1980. Epidemiology of equine influenza, risk by age, breed and sex. *Comp. Immun. Microbiol. infect. Dis.*, **3**: 67-73.

7. PLATEAU E., CRUCIERE C., JACQUET A., CHEYROUX M., 1984. Mise au point et recherche en cours sur l'évolution épidémiologique et antigénique de la grippe équine en France. *Bull. mens. Soc. Vét. Prat. Fr.*, **68** : 6-10.

8. Recueil des statistiques du secteur rural malien, 1998. Bamako, Mali, ministère du Développement rural et de l'eau, Cellule de planification et de statistique, 88 p.

9. TIZARD I., 1977. An introduction to veterinary immunology. Philadelphia, PA, USA, W.B. Saunders, p. 141-142.

10. ZIENTARA S., PLATEAU E., 1992. Vaccins et vaccinations chez le cheval. *Point vét.*, **24** : 601-610.

Reçu le 01.08.2001, accepté le 23.01.2003

Summary

Sidibé S., Bocoum Z., Simbé C.F., Tounkara K., Bakkali M.M., Kané M. Equine Influenza in Mali: Results of a Seroepidemiological Survey

The survey was carried out in Sayes, Fangasso, Tominián and San areas, located in the region of Segou in the Sahelian zone of Mali, and concerned 384 equine and donkey sera. Of the 95 positive sera (24.73%), 92 were positive by the hemagglutination inhibition test and three by the complement fixation test. The infection rates by subtypes 1 and 2 of the equine influenzavirus found in the various visited areas were as follows: 7.37% by subtype 1, 69.47% by subtype 2, and 23.16% by subtypes 1 and 2 (mixed infection). The survey also showed that the infection rate of the disease varied according to the animal species: it was higher in donkeys (35.02%).

Key words: Equidae – Equine influenzavirus – Immunodiagnosis – Mali.

Resumen

Sidibé S., Bocoum Z., Simbé C.F., Tounkara K., Bakkali M.M., Kané M. Gripe equina en Malí: resultados de una encuesta sero-epidemiológica

La encuesta se realizó en las zonas de Sayes, Fangazo, Tominián y San, situadas en la región de Ségou, en la parte sahariana de Malí y sobre 384 sueros de asnos y equinos. Entre los 95 sueros positivos (24,73%), 92 lo fueron mediante el test de inhibición de la hemoaglutinación y tres mediante la reacción de fijación de complemento. En las diferentes zonas visitadas, se detectaron tasas de infección de los sub-tipos 1 y 2 del virus de la gripe equina: 7,37% para el sub-tipo 1, 69,47% para el sub-tipo 2 y 23,16% para los casos de infección mixta asociando los sub-tipos 1 y 2. La encuesta permitió también establecer que la tasa de infección para la enfermedad varió según la especie animal: fue más importante en los asnos (35,02%).

Palabras clave: Equidae – Virus de la influenza equina – Inmunodiagnóstico – Mali.

Artérite à virus du cheval : enquête séro-épidémiologique dans deux régions de la Tunisie

A. Chabchoub^{1*} F. Landolsi¹ L. Mkaouer¹
F. Lasfar² A. Ghorbel¹ A. Ghram³

Mots-clés

Equidae – Cheval Pur-sang Arabe –
Cheval Barbe – Artérite – Virose –
Epidémiologie – Tunisie.

Résumé

Une enquête séro-épidémiologique sur l'artérite à virus des équidés a été réalisée dans deux régions de la Tunisie : l'Ariana et Kasserine. Les auteurs ont recherché par la technique de séroneutralisation les anticorps spécifiques dirigés contre le virus de l'artérite dans un échantillon représentatif de l'effectif équin dans les deux régions. Cet échantillon a concerné 199 chevaux dont 114 ont été des Pur-sang Arabes provenant de la région de l'Ariana et 85 des Barbes de la région de Kasserine ; 72 ont été des mâles et 127 des femelles. Les résultats ont montré que 51 chevaux (25,6 p. 100) ont été positifs, parmi lesquels 30 (26,3 p. 100) ont été des Pur-sang Arabes de la région de l'Ariana et 21 (24,7 p. 100) des chevaux Barbes de la région de Kasserine ; la différence n'a pas été statistiquement significative. Douze mâles (16,66 p. 100) et 39 femelles (30,7 p. 100) ont été positifs ; la différence a été statistiquement significative. Ces résultats sont discutés en relation avec ceux obtenus par d'autres auteurs en Tunisie et dans les pays voisins.

■ INTRODUCTION

L'artérite à virus est une maladie contagieuse spécifique des équidés. Elle induit souvent des avortements en série dans un élevage et entraîne des pertes économiques considérables (3, 23, 24, 26, 27). Le virus de l'artérite équine a été isolé pour la première fois en 1953, suite à une épizootie d'avortements et de troubles respiratoires chez des chevaux à Bucyrus (Ohio, Etats-Unis) (26). En 1984 une épizootie d'artérite est survenue dans l'Etat du Ken-

tucky, aux Etats-Unis et, depuis, le nombre de foyers déclarés a considérablement augmenté dans le monde (12, 13, 16, 20, 21, 25).

En Tunisie, des enquêtes séro-épidémiologiques ont montré la circulation à bas bruit de l'artérite à virus dans l'effectif équin (5, 8, 14). De plus, des cas d'avortements dont l'origine n'a pas été identifiée avec certitude ont été signalés chez la jument. Ainsi, compte tenu de la gravité de l'infection et du manque d'informations actualisées sur la situation épidémiologique de cette maladie, les auteurs ont réalisé, au cours de l'année 2000, une enquête séro-épidémiologique dont l'objectif a été d'évaluer le taux d'infection de l'artérite virale chez les chevaux Pur-sang Arabes et Barbes dans deux régions de la Tunisie : l'Ariana et Kasserine.

■ MATERIEL ET METHODES

Matériel

Population enquêtée

La population équine en Tunisie est relativement importante. D'après les statistiques, elle compte 255 270 équidés dont 37 000

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

2. Fondation nationale d'amélioration de la race chevaline, Sidi-Thabet 2020, Tunisie

3. Laboratoire de microbiologie vétérinaire, Institut Pasteur de Tunis, BP 74, 13 Place Pasteur, Belvédère, Tunisie

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +216 71 55 22 00 ; fax : +216 71 55 24 41

E-mail : chabchoubahmed2001@yahoo.fr ou chabchoub.ahmed@iresa.agrinet.tn

chevaux. Ces derniers sont composés de 2 000 chevaux Pur-sang Arabes, 1 500 chevaux Pur-sang Anglais, 900 chevaux Barbes, le reste de la population étant des dérivés du Barbe. Dans cet effectif, on distingue des chevaux de course, de selle et des chevaux destinés à la reproduction (7). Ce sont généralement les chevaux Pur-sang Arabes et Pur-sang Anglais. Ils sont bien entretenus, vivent dans de bonnes conditions d'hygiène et font l'objet d'un suivi médical permanent. On trouve également les chevaux de travail utilisés pour effectuer la traction et les travaux agricoles en milieu rural. Ce sont généralement des chevaux Barbes, Arabes-Barbes ou d'origine indéterminée. Ils appartiennent à des élevages traditionnels où les conditions d'hygiène et sanitaires sont souvent passables. Cette population équine est inégalement répartie sur le territoire tunisien.

La race Barbe se rencontre dans l'ouest de la Tunisie, en zone frontalière avec l'Algérie, au pied de l'Atlas, et dans les plaines limitrophes de Kasserine et du Kef, chez les tribus de Fréchiche et d'Ouerdène. Ces régions représentent la première zone où l'on trouve le plus grand nombre de chevaux Barbes. La deuxième zone est représentée par le centre de la Tunisie, surtout la région de Kairouan où il y a la tribu de Zlass.

Le cheval Pur-sang Arabe est concentré surtout dans certaines régions du nord du pays. Ce sont les régions où existent des infrastructures nationales, comme les haras, les clubs hippiques ou les champs de courses. Le Grand Tunis, particulièrement la région de l'Ariana, du fait de la proximité du haras de Sidi-Thabet et des champs de course de Ksar Said, représente la zone de plus forte concentration du cheval Pur-sang Arabe.

Ces caractéristiques géographiques de la population équine en Tunisie ont amené les auteurs à choisir la région de l'Ariana, située au nord-est, et la région de Kasserine, située au centre-ouest, pour réaliser l'enquête épidémiologique. Ces deux régions sont respectivement représentatives de la population des chevaux Pur-sang Arabes et des chevaux Barbes.

Echantillon

L'échantillon a été obtenu par tirage au sort stratifié sur la région. La répartition géographique des chevaux testés a été similaire à la répartition des populations selon la race et le mode d'élevage. En effet, dans la région de l'Ariana on trouve les chevaux de race Pur-sang Arabe vivant dans des élevages bien entretenus et faisant l'objet d'un suivi médical et sanitaire régulier. En revanche, dans la région de Kasserine, les chevaux sont en majorité de race Barbe ou dérivée, ils sont élevés dans des conditions d'entretien et d'hygiène passables et ils ne font pas systématiquement l'objet d'un suivi médical et sanitaire. La population cible a été divisée en deux strates homogènes. A l'intérieur de chaque strate, un tirage au sort des chevaux à tester a été effectué à partir d'une liste établie par la Fondation nationale d'amélioration de la race chevaline (Fnarc).

Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon a été déterminée en fonction de l'effectif des chevaux dans chaque strate, de la prévalence pré-estimée de l'infection et du degré de précision choisi (22). L'effectif des chevaux étudiés a été de 860 animaux dont 620 chevaux de race Pur-sang Arabe dans la région de l'Ariana et 240 chevaux Barbes dans la région de Kasserine.

La prévalence pré-estimée a été définie à partir d'enquêtes séro-épidémiologiques réalisées antérieurement qui ont rapporté des taux d'infection ayant varié entre 8 p. 100 (14) et 30 p. 100 (8) et qui n'ont pas révélé de différences statistiquement significatives entre les races et le mode d'élevage. Ceci a permis de retenir une

prévalence pré-estimée de 20 p. 100 pour les deux strates étudiées. Les auteurs ont aussi fixé une précision de 33 p. 100.

Nombre d'animaux tirés au sort

Parmi les 199 chevaux tirés au sort, 85 étaient dans la région de Kasserine et 114 dans la région de l'Ariana. Leur âge a varié entre 2 et 23 ans avec une moyenne de $9,97 \pm 4,61$ ans. Il y avait 72 mâles et 127 femelles.

Méthodes

Le dépistage de l'infection a été réalisé par la technique de séro-neutralisation en microplaque sur cellules Vero en monocouche au laboratoire de virologie de l'Institut Pasteur de Tunis. C'est une méthode de référence largement utilisée pour le diagnostic de l'artérite virale équine (1, 17, 26, 27). Elle détecte les immunoglobulines G (IgG) associées à la neutralisation du virus de l'artérite équine, qui représentent les témoins d'une immunité acquise due à une infection ancienne (26). Les cellules Vero constituent une lignée cellulaire continue douée d'un potentiel illimité de croissance. Ce sont des cellules épithéliales de reins de singe utilisées en couche unique pour l'isolement et l'identification du virus. Elles ont été fournies par l'American Type Cell Collection (Atcc) et conservées dans de l'azote liquide. La souche Bucyrus du virus de l'artérite équine utilisée a été gracieusement fournie par le Docteur Zientara de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa). La séro-neutralisation permet la détection des anticorps spécifiques dirigés contre le virus de l'artérite équine dans les sérums d'équidés prélevés. Un sérum est positif quand il inhibe l'effet cytopathique du virus à une dilution supérieure au 1/10 (10, 11, 18).

Pour l'étude statistique, ont été calculés la moyenne (p), l'écart-type (ET) et l'intervalle de confiance (IC) pour chaque paramètre. Les résultats ont été présentés en retenant : $IC = p \pm 2ET$. La comparaison entre les groupes a été réalisée par le test du χ^2 et par le calcul de l'écart réduit (e). La différence a été considérée comme significative au risque d'erreur de 5 p. 100 (22).

■ RESULTATS

Sur les 199 chevaux testés, 51 se sont révélés positifs (25,62 p. 100). L'intervalle de confiance a été compris entre 19,44 et 31,8 p. 100. Dans la région de l'Ariana, 30 chevaux Pur-sang Arabes sur 114 se sont révélés positifs (26,31 p. 100). Dans la région de Kasserine 21 chevaux Barbes sur 85 se sont révélés positifs (24,7 p. 100). Il n'y a pas eu de différence statistiquement significative entre les deux régions pour le taux de positivité.

Sur les 51 sérums positifs, 25 ont eu des titres sériques en anticorps neutralisant positifs au 1/20, 15 des titres positifs au 1/40, 4 des titres positifs au 1/80 et 7 des titres positifs au 1/160. Parmi les 72 mâles, 12 se sont révélés positifs, soit un taux de positivité de 16,66 p. 100. Chez les 127 femelles, 39 ont été positives, soit un taux de positivité de 30,70 p. 100. La différence entre le taux de positivité des mâles et des femelles a été statistiquement significative ($\chi^2 = 4,73$).

En considérant l'âge, les auteurs ont noté que les animaux de moins de quatre ans ont été négatifs (tableau I). La comparaison deux à deux des taux de positivité entre les différents intervalles a révélé des différences significatives ($e > 1,96$) entre les différentes tranches d'âges (tableau II). Les animaux âgés de 8-12 ans ont eu un taux de positivité statistiquement supérieur à celui des animaux âgés de 12-16 ans.

Tableau I

Nombre de sérums testés et de sérums positifs envers l'artérite à virus en fonction de l'âge des chevaux étudiés

Age	Nb. de sérums testés	Nb. de sérums positifs	Taux de positivité (%)
< 4 ans	12	0	—
4–8 ans	49	10	20,4
8–12 ans	71	25	35,21
12–16 ans	36	6	16,66
> 16 ans	31	10	32,25
Total	199	51	25,62

Tableau II

Comparaison deux à deux des pourcentages de séropositivité envers l'artérite à virus par le calcul de l'écart réduit en fonction de l'âge des chevaux étudiés

	< 4 ans	4–8 ans	8–12 ans	12–16 ans	> 16 ans
< 4 ans		3,54	6,21	2,68	3,84
4–8 ans			1,83	0,436	1,16
8–12 ans				2,2	0,29
12–16 ans					1,84
> 16 ans					

La différence est significative si $e > 1,96$

■ DISCUSSION

Ce travail a révélé un taux global de séropositivité de 25,62 p. 100. Ces résultats sont comparables à ceux déjà obtenus en Tunisie en 1980 par Ellouze (8) qui a trouvé un taux de positivité de 30 p. 100 sur 137 équidés testés. Ces résultats demeurent cependant supérieurs à ceux obtenus par Choura en 1986 (5) et Ibn Amor en 1993 (14) qui ont révélé des séroprévalences respectives de 9,95 p. 100, avec un effectif de 201 chevaux, et de 8,75 p. 100, avec un effectif de 400 chevaux.

En ce qui concerne les titres sériques d'anticorps neutralisant, on constate que 78 p. 100 des chevaux testés ont eu des titres sériques faibles (inférieurs ou égaux au 40^e). Ces taux de positivité à des titres assez faibles plaideraient en faveur d'une circulation ancienne de l'artérite à virus en Tunisie. En effet, certains auteurs rapportent que la réponse immunitaire varie en fonction de la souche infectante et que les titres sériques augmentent à des seuils très élevés après des infections récentes, puis diminuent rapidement après, mais persistent longtemps (9). D'ailleurs, lors de la présente enquête, les auteurs n'ont pas noté de chevaux présentant une symptomatologie caractéristique et tous les chevaux de moins de quatre ans ont été trouvés négatifs.

Les prélèvements ont concerné deux types d'élevages, les animaux issus d'élevages privés individuels ruraux (Kasserine) qui connaissent des conditions sanitaires différentes des animaux vivant dans les haras (région de l'Ariana) qui eux bénéficient de meilleures conditions avec des contrôles sanitaires et médicaux réguliers et permanents. Malgré cette différence dans les conditions d'élevage et de la race, il n'y a pas eu de différence statistiquement significative entre les deux régions d'élevage.

El Harrak et coll. en 1996 (7) et Ellouze en 1980 (8) ont noté des taux de positivité supérieurs dans les haras par rapport à ceux obtenus chez des animaux vivant individuellement. Ils ont expliqué ce fait par la grande contagiosité de l'artérite à virus qui, comme le notent Brion et coll., est une « maladie de rassemblement » (2). D'ailleurs, d'après El Harrak et coll., le pourcentage élevé de séropositivité dans un haras peut être la cause, comme il peut être le résultat, d'une extension de la maladie dans la région où il est situé (7). Il n'y a pas eu de différence statistiquement significative entre les deux races, ce qui permet d'avancer qu'il n'y a pas de prédisposition de races à l'artérite équine.

Les présents résultats ne sont pas en accord avec ceux trouvés par Ghram et coll. en 1994 (11) en Tunisie ainsi que par Moraillon et coll. en 1978 au Maroc (19). Ces derniers remarquent, en effet, l'existence d'une corrélation positive entre la race et l'atteinte par le virus de l'artérite équine avec un taux d'infection chez les Barbes et les Arabes Barbes supérieur à celui observé chez les chevaux Pur-sang.

Dans cette étude, une différence statistiquement significative a été notée entre les résultats obtenus chez les chevaux en fonction du sexe. Ces résultats concordent avec ceux d'El Harrak et coll. (7) qui ont noté, dans leur enquête au Maroc en 1996, que les femelles sont plus infectées que les mâles, montrant ainsi l'importance de la transmission vénérienne qui est exclusivement du mâle vers la femelle (6, 12). En revanche, les présents résultats ne sont pas en accord avec ceux de Moraillon et Moraillon en 1978 (18), et de Zientara et coll. en 1998 (26) qui n'ont pas trouvé de différences statistiquement significatives entre l'atteinte par le virus des mâles et des femelles, et avec ceux de Ghram et coll. en 1994 (11) qui ont trouvé que les mâles étaient plus touchés que les femelles. Ces derniers ont proposé

comme explication le fait que les mâles peuvent héberger le virus de l'artérite équine dans la sphère génitale pendant plusieurs années induisant ainsi une réponse sérologique positive, sans pour autant présenter des signes cliniques, contrairement aux femelles qui éliminent rapidement le virus après l'infection.

En considérant l'âge, les chevaux âgés de moins de quatre ans se sont révélés négatifs pour l'artérite à virus. Ceci pourrait être rattaché au fait que ces jeunes chevaux n'étant pas utilisés pour la reproduction sont préservés du risque d'infection par la voie vénérienne (7, 19). Cette séropositivité pourrait également résulter de l'arrêt de la circulation virale en Tunisie. Néanmoins, le faible nombre de ces jeunes (12 chevaux) ne permet pas de tirer des conclusions définitives.

Pour les chevaux âgés de quatre ans et plus, des taux d'infection variables ont été constatés selon les classes d'âge, avec peu de différence significative entre ces classes. Les travaux de plusieurs auteurs (7, 15, 19, 21) rapportent une augmentation d'animaux positifs avec l'âge, ce qui ne peut être précisé dans la présente étude.

■ CONCLUSION

L'enquête a montré l'existence d'un taux élevé de chevaux positifs vis-à-vis de l'artérite virale équine dans les deux régions étudiées, relativement distantes, avec un taux global de 25,62 p. 100. Ce taux a été significativement supérieur à ceux trouvés par Choura en 1986 et Ibn Amor en 1993. En revanche, il a été similaire à celui obtenu par Ellouze en 1980 laissant craindre une recrudescence de cette infection. Par ailleurs, le pourcentage d'animaux séropositifs n'a pas différé significativement en fonction de la race, du type d'élevage et de la région. Des taux de positivité élevés ont été cependant trouvés chez les femelles par rapport aux mâles et chez les animaux les plus âgés.

Néanmoins, dans les régions étudiées, les animaux n'ont pas montré de manifestations cliniques rappelant l'artérite virale équine, à l'exception de quelques avortements sporadiques. Une vigilance accrue de la part des éleveurs, des vétérinaires et des responsables des haras est donc nécessaire. Une recherche sérologique systématique devrait être entreprise, notamment lors d'avortements. De même, les prélèvements d'organes et d'avortons seraient indispensables pour la mise en évidence de l'agent causal.

La vaccination utilisant des vaccins à virus vivant ou inactivé est possible, mais elle n'est pas effectuée en Tunisie. La prophylaxie sanitaire reste le seul moyen efficace pour lutter contre cette maladie du cheval. Toutes ces dispositions conjuguées avec un renforcement des contrôles aux frontières pourraient contribuer à mieux contrôler cette virose en Tunisie.

BIBLIOGRAPHIE

- BALASURIYA U.B.R., PATTON J.F., ROSSITO P.V., TIMONEY P.J., MCCOLLUM W.H., MCLACHLAN J., 1997. Neutralization determinant of laboratory strains and field isolates of equine arteritis virus: identification of four neutralization sites in the amino-terminal ectodon of GL envelope glyco-protein. *Virology*, **232**: 114-128.
- BRION A., FONTAINE M., MORAILLON R., 1967. Fièvre typhoïde du cheval. Artérite à virus. *Rec. Méd. vét.*, **143**: 17-27.
- CHABCHOUB A., 1988. Contribution à l'étude de la législation en matière de vente du cheval. *Maghreb Vét.*, **3**: 46-49.
- CHABCHOUB A., BOUSRIH A., 1998. Situation actuelle du cheval Barbe en Tunisie. *El Baytari*, **19**: 9-11.
- CHOURA I., 1986. Contribution à l'étude de l'artérite à virus équine dans les haras de Tunisie. Thèse Doct. vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi-Thabet, Tunisie.
- DE VRIES A.F., ROTTIER P.J.M., GLASER A.L., HORZINER M.C., 1996. Equine arteritis virus, virus infection of equines, In: Studdert M.J. Ed., Virus infections of vertebrates. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, p. 171-200.
- EL HARRAK M., HMIDOUCHÉ A., CHAKRI A., OURAGH L., BAKKALI-KASSIMI L., 1996. Epidémiologie de l'artérite à virus chez les équidés au Maroc. *Prat. vét. Equine*, **28**: 285-292.
- ELLOUZE M.R., 1980. Contribution à l'étude épidémiologique de l'anémie infectieuse, de l'artérite à virus, de la rhinopneumonie et de la grippe équine en Tunisie. Thèse Doct. vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi-Thabet, Tunisie.
- FUKUNAGA Y., MATSUMURA T., SUGIURA T., WADA R., IMAGAWA H., KANEMARU T., KAMADA M., 1994. Use of the serum neutralisation test for equine viral arteritis with different virus strains. *Vet. Rec.*, **134**: 574-576.
- FUKUNAGA Y., WADA R., HIRASAWA K., TABUCHI E., AKIAMA Y., 1981. Clinical and virological findings on experimental equine viral arteritis. *Bull. Equine Health Res. Inst.*, **18**: 110-118.
- GHRAM A., CHABCHOUB A., TURKI I., BOUSSETTA M., IBN AMOR H., GHORBEL A., 1994. La rhinopneumonie et l'artérite à virus du cheval : étude séroépidémiologique dans le nord-est de la Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunisie*, **71**: 5-12.
- HOLYOAK G.R., GILE R.C., MCCOLLUM W.H., LITTLE T.V., TIMONEY P.J., 1993. Pathological changes associated with equine arteritis virus infection of reproductive tract in prepubertal and peripubertal colts. *J. comp. Pathol.*, **109**: 281-293.
- HULLINGER P.J., GARDNER I.A., HIETALA S.K., FERRERO G.L., MCLACHLAN N.J., 2001. Seroprevalence of antibodies against equine arteritis virus in horses residing in the United States and imported horses. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **219**: 946-949.
- IBN AMOR H., 1993. Enquête séro-épidémiologique sur la rhinopneumonie et l'artérite à virus du cheval en Tunisie. Thèse Doct. vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi-Thabet, Tunisie.
- LAHLOU K., 1977. Enquête épidémiologique sur l'anémie infectieuse, la rhinopneumonie et l'artérite à virus des équidés au Maroc. Thèse Doct. vét., IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- MONREAL L., VILATORO A.J., HOOGHUIS H., ROS L., TIMONEY P., 1992. Clinical features of the 1992 outbreak of equine viral arteritis in Spain. *Equine vet. J.*, **4**: 171-178.
- MORAILLON R., MORAILLON A., 1974. Acquisitions récentes dans l'épidémiologie de l'artérite à virus du cheval en France. *Rec. Méd. vét.*, **150**: 1015-1021.
- MORAILLON R., MORAILLON A., 1978. Results of an epidemiological investigation on equine viral arteritis in France and some other European and African countries. *Ann. Rech. vét.*, **9**: 43-54.
- MORAILLON A., MORAILLON R., TOMA B., SEDRATI A., LAHLOU K., 1978. Enquête épidémiologique de l'anémie infectieuse, de l'artérite à virus, de la rhinopneumonie et de la grippe équine au Maroc. *Rec. Méd. vét.*, **11**: 921-928.
- NEWTON J.R., WOOD J.L.N., CASTILLO-OLIVARES F.J., MUMFORD J.A., 1999. Serological surveillance of equine viral arteritis in the United Kingdom since the outbreak in 1993. *Vet. Rec.*, **145**: 511-516.
- OUAHMA E., 1987. Enquête épidémiologique sur l'anémie infectieuse, la rhinopneumonie et l'artérite à virus. *Rec. Méd. vét.*, **143**: 17-27.
- SCHWARTZ D.T., 1983. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Paris, France, Flammarion Médecine Sciences, 318 p.
- TIMONEY P.J., MCCOLLUM W.H., 1993. Equine viral arteritis. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, **9**: 295-309.
- TIMONEY P.J., MCCOLLUM W.H., MURPHY T.W., 1991. A longitudinal study of equine arteritis virus infection in standard-bred stallion with special reference to occurrence of the carrier state. In: Plowright W., Rosedale P.D., Wade J.F. Eds, Proc. 6th International Conference on Equine Infectious Diseases, Cambridge, UK, 1991. Newmarket, UK, R&W Publications, p. 231.
- TIMONEY P.J., MCCOLLUM W.H., ROBERT A.W., MCDONALD M.J., 1987. Status of equine viral arteritis in Kentucky. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **191**: 36-39.
- ZIENTARA S., LABIE J., GICQUEL B., RIMLINGER F., BERNADAC M., 1998. L'artérite virale des équidés / revue et bilan d'une enquête sérologique en France de 1996 à 1997. *Point vét.*, **29**: 247-253.
- ZIENTARA S., VILLARINO G., SCHLOTTERER C., LABIE J., GICQUEL B., 1995. A propos d'un foyer d'artérite virale équine en France. *Prat. vét. Equine*, **27**: 23-30.

Reçu le 25.11.2002, accepté le 04.07.2003

Summary

Chabchoub A., Landolsi F., Mkaouer L., Lasfar F., Ghorbel A., Ghram A. Seroepidemiological Survey on Equine Viral Arteritis in Two Regions in Tunisia

A seroepidemiological survey was carried out on equine viral arteritis in two regions of Tunisia: Ariana and Kasserine. The authors researched specific antibodies against the arteritis virus by the serum neutralization technique in a sample representative of the horse populations in both areas. The sample concerned 199 horses of which 114 were Thoroughbred Arabian from Ariana area and 85 were Barb from Kasserine area; 72 of them were males and 127 females. Results showed that 51 horses (25.6%) were seropositive. Among them 30 (26.3%) were Arabian horses from Ariana and 21 (24.7%) were Barb horses from Kasserine; the difference was not statistically significant. Twelve males (16.66%) and 39 females (30.7%) were positive; the difference was statistically significant. The results are discussed in relation with those obtained by other authors in Tunisia and neighboring countries.

Key words: Equidae – Thoroughbred Arabian horse – Barb horse – Arteritis – Virosis – Epidemiology – Tunisia.

Resumen

Chabchoub A., Landolsi F., Mkaouer L., Lasfar F., Ghorbel A., Ghram A. Arteritis viral equina: encuesta seroepidemiológica en dos regiones de Túnez

Se llevó a cabo una encuesta seroepidemiológica sobre arteritis viral equina en dos regiones de Túnez: Ariana y Kasserine. Los autores buscaron, mediante la técnica de seroneutralización, los anticuerpos específicos dirigidos contra el virus de la arteritis en una muestra representativa de la cabaña equina en ambas regiones. La muestra estaba compuesta por 199 caballos: 114 purasangres árabes procedentes de la región de Ariana y 85 berberiscos de la región de Kasserine; 72 eran machos y 127 hembras. Los resultados pusieron de manifiesto que 51 caballos (25,6%) fueron positivos, 30 de los cuales (26,3%) eran purasangres árabes de la región de Ariana y 21 (24,7%) caballos berberiscos de la región de Kasserine. La diferencia no fue estadísticamente significativa. Doce machos (16,66%) y 39 hembras (30,7%) fueron positivos; la diferencia fue estadísticamente significativa. Se examinan dichos resultados comparándolos con los que otros autores obtuvieron en Túnez y en países vecinos.

Palabras clave: Equidae – Caballo purasangre árabe – Caballo berberisco – Arteritis – Virosis – Epidemiología – Túnez.

Code zoosanitaire international



Le *Code zoosanitaire international* est le résultat d'un travail entamé en 1960 et qui s'est particulièrement intensifié durant ces dernières années, depuis que l'Organisation mondiale du commerce (OMC) a retenu l'OIE comme organisation de référence en matière de santé animale et de zoonoses.

Ce document est destiné à éviter la propagation des maladies animales tout en facilitant les échanges internationaux d'animaux vivants, de semence, d'embryons et de produits d'origine animale. Il constitue un ouvrage indispensable aux responsables des Services vétérinaires, des services d'importation et d'exportation, aux épidémiologistes, ainsi qu'aux personnes intéressées par le commerce international.

Les mesures recommandées dans le *Code* portent sur les maladies « prioritaires » (celles incluses dans les Listes A et B de l'OIE) et tiennent compte d'un large éven-

tail de situations qui peuvent exister dans les pays importateurs et exportateurs.

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

Figure également dans le *Code* une série de certificats vétérinaires internationaux qui peuvent servir de modèles pour harmoniser la présentation des documents qui accompagnent les animaux et leurs produits dans les échanges internationaux.

Le *Code* est disponible et gratuit en version web (Web format).

Code

11^e édition, 2002
Format : 21 x 29,7 cm
ISBN : 92-9044-557-2
Réf. : F 107
Prix : 55 €

Office international des épizooties
12, rue de Prony
75017 Paris
Tél. : +33 (0)1 44 15 18 88 ; fax : +33 (0)1 42 67 09 87
pub.sales@oie.int - <http://www.oie.int/fr>

Etude épidémiologique des helminthes gastro-intestinaux des caprins en Moyenne Guinée

A.M. Barry¹ V.S. Pandey² S. Bah³ P. Dorny^{2*}

Mots-clés

Caprin – Helminthe – Nematoda – Epidémiologie – Méthode de lutte – Moyenne Guinée.

Résumé

Une étude épidémiologique du parasitisme a été menée en Moyenne Guinée sur 102 caprins de race Djallonké. Six à neuf chèvres ont été autopsiées tous les mois pendant une année. Les résultats obtenus ont révélé la présence des 11 espèces d'helminthes suivantes par ordre de prévalence : *Haemonchus contortus* (94 p. 100), *Trichostrongylus colubriformis* (84 p. 100), *Oesophagostomum columbianum* (75 p. 100), *Cysticercus tenuicollis* (71 p. 100), *Trichostrongylus axei* (70 p. 100), *Cooperia* sp. (55 p. 100), *Trichuris ovis* (55 p. 100), *Moniezia* sp. (39 p. 100), *Gaigeria pachyscelis* (39 p. 100), *Strongyloides papillosus* (25 p. 100) et *Paramphistomum* sp. (12 p. 100). Une infestation modérée avec des variations saisonnières des parasites a été observée. Aucune hypobiose n'a été constatée. Les excréments d'œufs et les intensités parasitaires des nématodes gastro-intestinaux ont montré des fluctuations avec un pic entre juillet et octobre durant la saison des pluies. Les animaux âgés de plus de 30 mois et les femelles en lactation avaient des charges parasitaires plus élevées. Un schéma de traitement sélectif des animaux infestés a été envisagé.

■ INTRODUCTION

Les petits ruminants ont une grande importance économique liée à leur fertilité, leur fécondité, leur prolificité, leur maturité précoce et leur adaptabilité à un environnement humide (1). Cependant, en milieu traditionnel leur productivité optimale est rarement atteinte. Les parasitoses gastro-intestinales seraient une des causes principales de la productivité suboptimale de ces animaux (5).

Une connaissance précise du spectre et de la saisonnalité des parasites, ainsi que des groupes à risque dans les différentes zones agro-écologiques, est la condition préalable à une meilleure approche épidémiologique et économique pour la lutte contre les parasites gastro-intestinaux (15). En Guinée, peu d'informations sont disponibles sur les parasites des caprins ; une seule étude a été menée sur les petits ruminants de la Basse Guinée (3), zone agro-

pastorale au niveau de la mer. Les auteurs ont étudié l'épidémiologie des helminthes des caprins élevés en altitude (Moyenne Guinée) afin de proposer un schéma approprié de prophylaxie.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

L'étude a été menée dans la préfecture de Pita (11° 10' de lat. N., 12° 31' de long. O., 1 039 m d'altitude) en Moyenne Guinée, à environ 400 km de Conakry. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 600 mm. Le climat est caractérisé par une saison des pluies qui s'étend d'avril à novembre, suivie d'une saison sèche de décembre à mars. La couverture végétale est celle d'une savane herbeuse humide, parsemée de cultures de pommes de terre, de maïs et de patates.

Durant la période de l'étude, les données pluviométriques ont été obtenues auprès du service de météorologie du Centre de recherche agronomique de Pita (CRA) où l'abattage et l'autopsie ont eu lieu.

Les animaux

Tous les caprins de l'étude étaient de race Djallonké. L'élevage était de type extensif pour la production de viande. Le jour, les caprins étaient laissés en divagation à la recherche de pâture ou de résidus de culture. La nuit, ils étaient mis dans des petites cases en bois souvent montées sur pilotis.

1. Direction nationale de l'élevage, BP 559, Conakry, Guinée

Tél : +224 45 52 27 ; fax : +224 45 20 47

E-mail : abarrymadiou@yahoo.fr

2. Département de santé animale, Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Nationalestraat 155, B-2000 Anvers, Belgique

3. Centre de recherche agronomique de Bareng, BP 1523, Pita, Guinée

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +32 (0)3 247 63 94 ; fax +32 (0)3 247 62 68 ; e-mail : pdorny@itg.be

Cent deux caprins ont été abattus de janvier à décembre 2000 à raison de six à neuf par mois. Les animaux avaient été achetés dans leur élevage dans un rayon de 50 km et acheminés au CRA. Le rythme d'achat et d'abattage a été de deux à trois animaux par semaine, trois semaines par mois. Seuls les animaux qui n'avaient pas reçu de traitement anthelminthique depuis au moins un an ont été achetés. Ils ont été repartis en trois classes, en fonction de leur âge, déterminé par l'évolution de l'arcade incisive. Dans la première classe ont été regroupés les animaux de moins de 15 mois ($n = 31$), dans la deuxième classe ceux de 15 à 30 mois ($n = 52$) et dans la troisième classe ceux de plus de 30 mois ($n = 19$). Parmi les sujets examinés, 54 ont été des mâles et 48 des femelles. Parmi ces dernières, 17 ont été gravides et 14 en lactation.

Méthodes parasitologiques

Avant l'abattage, un prélèvement de fèces a été réalisé pour l'analyse coprologique selon la technique quantitative de McMaster (20) et, après l'abattage, les poumons, le foie, le cœur, le rumen et la carcasse ont été inspectés. La tête a été fendue en deux pour permettre la recherche des œstres dans la cavité nasale. Puis les différentes portions du tube digestif (caillotte, intestin grêle et gros intestin) ont été séparées par une double ligature. Après recherche de schistosomes dans les veines mésentériques, chaque portion a été ouverte dans le sens de la longueur. La caillotte et l'intestin grêle ont été lavés individuellement au-dessus d'un seau, sous un mince filet d'eau, en dépliant bien la paroi. Le contenu du seau a été passé à travers un tamis de 200 microns. Les résidus provenant de chaque portion ont été séparés et le contenu de chaque seau a été ajusté à un volume de trois litres. Après homogénéisation, une aliquote de 300 ml (1/10) de la suspension a été prélevée, puis fixée avec du formol (dilution finale de 5 p. 100). Les parasites présents ont été récoltés, identifiés et comptés, à l'exception des paramphistomes et des cestodes (*Moniezia* sp., *Cysticercus tenuicollis*) (9). Le nombre de parasites trouvés dans l'aliquote a été multiplié par dix. Après ouverture du cæcum et du côlon, les parasites visibles ont été récoltés. La muqueuse a été ensuite passée sous un filet d'eau au-dessus d'un seau. Les parasites ont été ensuite récoltés puis identifiés et comptés. Les nodules de l'intestin grêle, du cæcum et du côlon ont été comptés. Dix nodules pris sur chaque sujet ont fait l'objet de dissection. Les muqueuses de la caillotte et du cæcum ont été grattées, récoltées, pesées et immergées dans une solution de pepsine à une concentration de 50 g de tissu pour 100 ml de solution : 10 g de pepsine (2 000 FIP-u/g) + 8,5 g de chlorure de sodium + 16 ml d'acide chlorhydrique + 1 000 ml d'eau distillée (9). Après incubation dans un bain-marie à 40 °C pendant 4 h, le digestat a été lavé deux fois à une heure d'intervalle. Le culot de sédimentation a été observé à la loupe binoculaire (x 25) pour mettre en évidence les larves, les identifier et les compter. L'identification des larves a été faite sur la base de la clé d'Euzéby (9).

Analyses statistiques

Les moyennes géométriques ont été calculées après transformation logarithmique des données.

Les effets de la saison, de l'âge sur les parasites, la corrélation entre le nombre d'œufs par gramme de fèces (opg) et la charge totale des nématodes ont été estimés à l'aide d'une régression binomiale négative. Les analyses statistiques ont été effectuées par le programme Stata version 7.0 et Epi info version 6.04.

■ RESULTATS

Les moyennes mensuelles de la pluviométrie et de la température de la zone de l'étude sont présentées dans la figure 1. La quantité

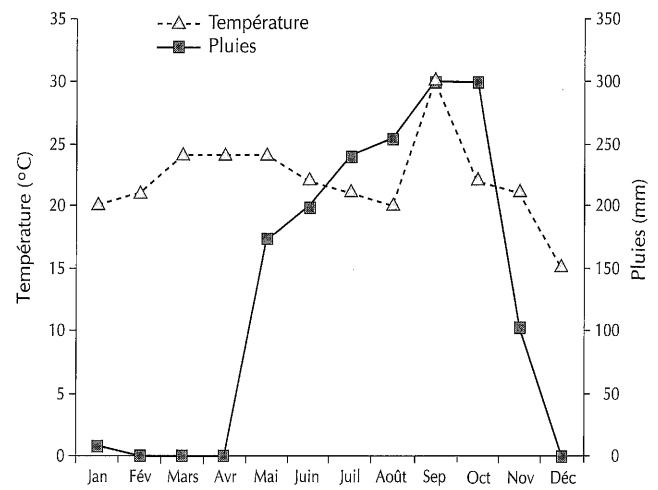


Figure 1 : températures et précipitations moyennes dans la zone de l'étude (janvier-décembre 2000).

de pluie enregistrée au cours de l'année de l'étude a été de 1 709 mm. L'humidité relative a été supérieure à 70 p. 100 durant la moitié de l'année (mai-octobre).

Le tableau I montre la prévalence des espèces d'helminthes observées en fonction de leur localisation chez les animaux. Huit espèces de nématodes, deux de cestodes et une de trématode ont été récoltées. Le parasitisme gastro-intestinal a affecté la totalité des animaux. Le multiparasitisme a été de règle. Aucun animal dans l'échantillon n'a abrité d'œstres, de schistosomes ou de douves du foie.

Le nombre de nématodes récupérés dans l'appareil digestif a varié entre 1–8 738 et a été plus important en saison des pluies. La figure 2 montre la distribution de fréquence des charges totales en nématodes gastro-intestinaux. L'évolution mensuelle de l'intensité parasitaire digestive totale a été marquée par des pics en saison des pluies qui ont évolué en plateau (figure 3). L'infestation à *H. contortus* a été importante en saison des pluies (figure 4). Les larves L4 de *H. contortus* ont été observées avec une moyenne géométrique de 0,2 et des extrêmes compris entre 1 et 24. Aucun effet saisonnier sur le nombre de larves n'a été noté. *S. papillosus*

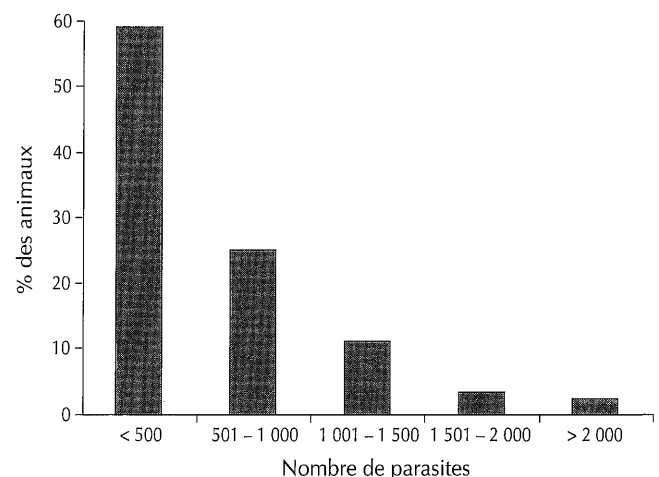


Figure 2 : distribution de fréquence des charges totales en nématodes gastro-intestinaux chez les caprins en Moyenne Guinée.

Tableau I

Inventaire, prévalence, moyenne géométrique et extrêmes des helminthes des caprins en Moyenne Guinée (n = 102)

Localisation et parasites	Prévalence	Nb. de parasites (moyenne géométrique)	Extrêmes des positifs
Cavité abdominale			
<i>Cysticercus tenuicollis</i>	71	*	*
Rumen			
<i>Paramphistomum</i> sp.	12	*	*
Caillette			
<i>Haemonchus contortus</i>	94	70,8	2-7 803
<i>H. contortus</i> larves L4	20	0,2	1-24
<i>Trichostrongylus axei</i>	70	11,1	1-620
Intestin grêle			
<i>T. colubriformis</i>	84	77,4	4-990
<i>Cooperia</i> sp.	55	6,6	1-320
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	39	1,8	1-23
<i>Strongyloides papillosus</i>	25	2,4	6-520
<i>Moniezia</i> sp.	39	*	*
Gros intestin			
<i>Oesophagostomum columbianum</i>			
Adultes	75	11,0	1-210
Nodules	62	5,5	1-122
<i>Trichuris ovis</i>	55	3,1	1-50

* Non compté

n'a été présent qu'en saison des pluies. Aucun effet saisonnier n'a été observé sur les moyennes géométriques des autres espèces.

Le tableau II montre la prévalence d'œufs de nématodes excrétés chez les caprins. Le nombre d'œufs excrétés a eu tendance à augmenter significativement en saison des pluies (tableau III, figure 5). Une corrélation entre le nombre d'œufs et la charge totale des helminthes a été observée ($p < 0,001$).

L'âge a influencé l'intensité parasitaire chez les animaux autopsiés. Chez les animaux âgés de plus de 30 mois, l'intensité parasitaire a été la plus élevée, avec des extrêmes compris entre 20 et 8 735 vers. Les différences ont été significatives pour certaines espèces (tableau IV). La lactation semble avoir eu un effet sur l'intensité des différentes espèces parasitaires et l'excrétion des œufs (tableau V).

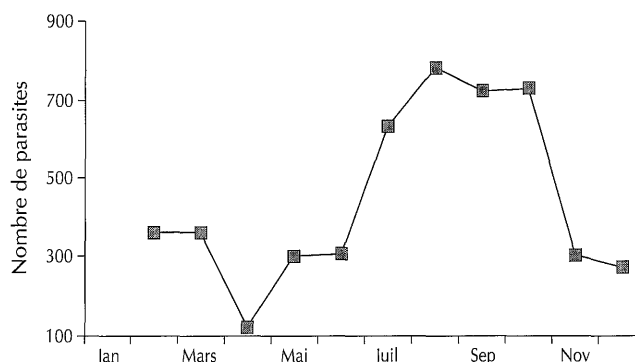


Figure 3 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique du nombre de nématodes.

Tableau II

Prévalence, moyenne géométrique et extrêmes de l'excrétion d'œufs des nématodes chez les caprins en Moyenne Guinée

Parasites	Prévalence (%)	Moyenne géométrique des opg (n = 102)	Extrêmes des positifs (nb. d'œufs)
Strongles	94	765	100-21 000
<i>Strongyloides papillosus</i>	20	351	100-2 300
<i>Trichuris ovis</i>	25	4	100-2 900
<i>Moniezia</i> sp.	12		

opg = œufs par gramme

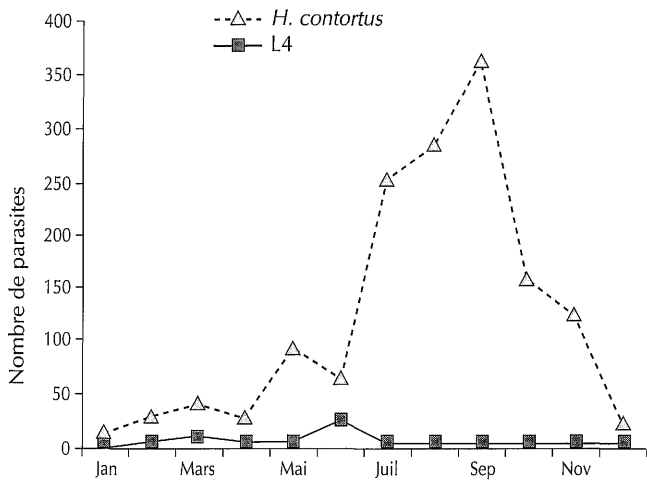


Figure 4 : évolution mensuelle de la moyenne géométrique de *Haemonchus contortus* et des larves L4.

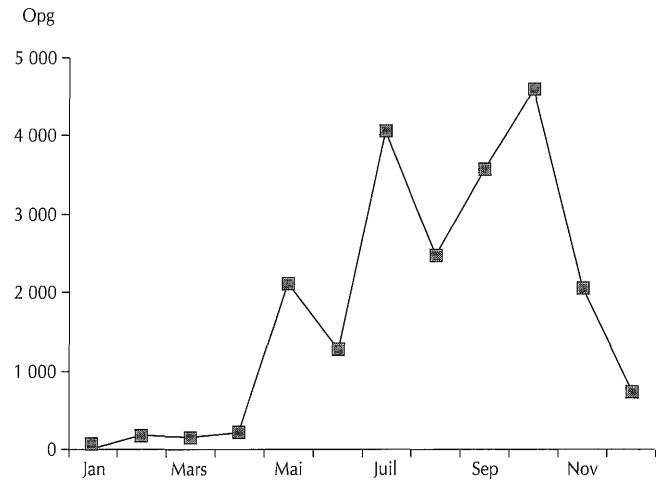


Figure 5 : évolution de la moyenne géométrique des excréctions d'œufs de strongles.

Tableau III

Effet de la saison sur la moyenne géométrique du nombre de vers des principales espèces parasitaires chez les caprins en Moyenne Guinée

Parasites	Saison sèche (n = 34)	Saison des pluies (n = 68)	Abondance moyenne (n = 102)
<i>Haemonchus contortus</i>	22	125	71
<i>Trichostrongylus axei</i>	9	12	11
<i>T. colubriformis</i>	46	100	77
<i>Cooperia</i> sp.	4	9	7
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	2	2	2
<i>Strongyloides papillosus</i>	1	4	2
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	18	9	11
Nématodes totaux	230	395	330

Tableau IV

Effet de l'âge sur la moyenne géométrique du nombre des principales espèces et les excréctions d'œufs de strongles chez les caprins en Moyenne Guinée

Parasites	< 12 mois (n = 31)	12-30 mois (n = 52)	> 30 mois (n = 19)
<i>Haemonchus contortus</i>	76	72	58
<i>Trichostrongylus axei</i> *	5	12	32
<i>T. colubriformis</i> **	34	113	107
<i>Cooperia</i> sp.	5	9	5
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	2	2	2
<i>Strongyloides papillosus</i>	3	2	3
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	8	11	18
Nématodes totaux *	191	380	561
opg	488	1249	416

* p < 0,01

** p < 0,05

opg = œufs par gramme

Tableau V

Effet de la lactation sur la moyenne géométrique de l'abondance des principales espèces parasitaires et les excréments d'œufs de strongles chez les caprins en Moyenne Guinée

Parasites	En lactation (n = 14)	Hors lactation (n = 88)
<i>Haemonchus contortus</i>	137	77
<i>Trichostrongylus axei</i>	62	10
<i>T. colubriformis</i>	369	85
<i>Cooperia</i> sp.	47	7
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	2	2
<i>Strongyloides papillosus</i>	70	2
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	37	9
opg	1 572	880

opg = œufs par gramme

■ DISCUSSION

En Moyenne Guinée, l'infestation des chèvres par les helminthes a été semblable à celle observée en Afrique de l'Ouest, au Togo (4), au Nigeria (11), en Gambie (12) et en Côte d'Ivoire (17). Les espèces dominantes ont été *H. contortus*, *T. colubriformis* et *O. columbianum*. C'est à ces deux premières espèces et occasionnellement à *O. columbianum* que l'on attribue généralement les pertes de la production chez les petits ruminants (10).

Le multiparasitisme a été observé chez 99 p. 100 des sujets examinés et 92 p. 100 ont hébergé quatre espèces ou plus. L'association de cestodes et de plusieurs espèces de nématodes gastro-intestinaux peut entraîner une diminution de la croissance et une augmentation du taux de mortalité chez les jeunes (13). L'absence de schistosomes et de douves a également été notée par Ankers et coll. (3) dans une des zones écopastorales de la Guinée maritime. *Cysticercus tenuicollis*, le stade larvaire de *Taenia hydatigena*, a été très fréquent. Il n'a aucune incidence grave sur les petits ruminants lors d'infestation faible (22). La prévalence de *Moniezia* sp. (39 p. 100) a été plus importante qu'au Sénégal où elle peut atteindre 25 p. 100. Considérée en général comme bénigne, elle peut affecter la rentabilité de la production lors d'infestation forte (22).

La plupart des caprins autopsiés (84 p. 100) ont hébergé moins de 1 000 parasites et seulement 5 p. 100 plus de 1 500 parasites. D'après Hansen et Perry (14), ce niveau d'infestation est modéré. Le mode d'élevage extensif, la gestion du troupeau et le comportement des caprins sur le pâturage semblent limiter le risque d'infestation et pourraient expliquer la faible intensité parasitaire chez la plupart des animaux.

Le nombre de parasites et les excréments d'œufs ont subi des variations saisonnières. L'intensité parasitaire totale a significativement augmenté, passant de 230 parasites environ en saison sèche à 395 parasites en saison des pluies. Cette évolution a également été observée pour l'excrétion moyenne des œufs qui a augmenté de 14 fois, passant de 130 opg à 1 820 opg en saison des pluies. Cette excrétion élevée s'expliquerait par la dominance de *H. contortus*, strongle très prolifique.

La saison n'a pas eu d'influence sur le nombre de larves L4 de *H. contortus* dans la muqueuse, ce qui semble confirmer l'absence

d'arrêt de développement du parasite dans la zone à saison sèche courte (2, 17).

Au regard de la prévalence et de l'intensité parasitaire, *T. colubriformis* a été le second parasite en importance. Il est pathogène, provoquant des diarrhées, et il est impliqué dans la gastro-entérite vermineuse (7). Dans la présente étude, ce parasite a été observé en saison sèche et a diminué au début de la saison des pluies. Cette diminution a été constatée en Gambie où elle a été décrite comme une autolibération parasitaire liée au développement de l'immunité (12).

O. columbianum et ses nodules ont été présents toute l'année. D'après Hansen et Perry (14), la charge parasitaire moyenne de 71 parasites est une infestation modérée. Elle est forte avec plus de 150 vers. Des extrêmes de 210 vers ont été enregistrés dans deux pour cent des animaux. Ce parasite est pathogène et provoque des diarrhées avec perte de mucus et de sang (19).

L'intensité parasitaire la plus importante a été observée chez les animaux âgés de plus de 30 mois. Une observation similaire a été faite en Gambie (12). Cependant les jeunes animaux sont plus sensibles à l'infestation par des strongles (7). L'état physiologique (gravité, lactation) et la malnutrition peuvent rendre les animaux adultes sensibles aux infestations (7, 8, 21).

Dans cette étude les animaux en lactation semblent avoir hébergé plus de parasites adultes et excrété plus d'œufs que les femelles non gravides. Ce phénomène a été observé au Brésil (6), en Australie (18) et en Malaisie (7) et pourrait être associé au phénomène péripartum d'augmentation de l'excrétion fécale d'œufs (*periparturient rise*), rencontré dans les climats tempérés.

■ CONCLUSION

La présente étude a mis en évidence l'existence d'un polyparasitisme à nématodes et cestodes chez les caprins. Le facteur saisonnier a influencé la charge des nématodes avec une dominance de trois espèces, *H. contortus*, *T. colubriformis* et *O. columbianum*. L'excrétion des œufs de strongles et la charge totale des helminthes ont été plus importantes en saison des pluies, les femelles en lactation ont hébergé plus de parasites. Dans l'ensemble, néanmoins, les infestations ont été modérées chez les caprins autopsiés, une forte proportion des animaux n'ayant même hébergé que peu de parasites. Dans le milieu d'élevage traditionnel, le coût du médicament n'est souvent pas à la portée du paysan. En conséquence le traitement antiparasitaire n'est pas régulier.

Dans ces conditions, la lutte contre les helminthoses par traitement sélectif des animaux devrait être développée, en ciblant particulièrement les jeunes, les animaux en mauvais état nutritionnel et les femelles en lactation. Les chevreux sont plus sensibles aux infestations et à l'effet pathogène des strongles (7). La réduction du niveau nutritionnel des animaux les rend susceptibles aux infestations (7). Une supplémentation s'impose également. La supplémentation directe en protéine à base de blocs urée/mélasse augmente la résistance à l'infestation par les nématodes (16).

Remerciements

Cette étude a été financée par la direction nationale de l'Élevage et le Programme concerté de recherche et de développement en Élevage (Procordel).

Les auteurs remercient le Procordel, les docteurs M. Diallo et M.B. Diallo pour leur support pendant cette étude, sans oublier S. Diallo pour la mise en forme de l'article. Ils expriment leur gratitude au Prof. D. Berkvens pour l'analyse statistique.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADENOSUM A., 1988. Appropriate management systems for the West African Dwarf goat in the humid tropics. In: Smith O.B., Bosman H.G. Eds, Goat production in the tropics. Proc. Workshop at the University of Ifé, Ile-Ife, Nigeria, 20-24 July 1987. Wageningen, the Netherlands, Pudoc, p. 21-28.
2. AGYEI A.D., SAPONG D., PROBERT A.J., 1991. Periparturient rise in faecal nematode egg counts in West African Dwarf sheep in Southern Ghana in the absence of arrested strongyle larvae. *Vet. Parasitol.*, **39**: 79-88.
3. ANKERS P., FOFANA S., BIAYE A., 1997. Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins, ovins et caprins en Guinée maritime, République de Guinée. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 111-116.
4. BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 321-326.
5. CHIEJINA S.N., 1986. The epizootiology and control of parasitic gastroenteritis of domesticated ruminants in Nigeria. *Helminthol. Abstr.*, **55**: 413-429.
6. COSTA C.A.F., 1983. Increase of gastrointestinal nematode counts in lactating goats. *Pes. Agropec. Bras. Ser. Vet.*, **18**: 919-922.
7. DORNY P., SYMOENS C., JALILA A., VERCRUYSSÉ J., SANI R., 1995. Strongyle infections in sheep and goats under the traditional husbandry system in peninsular Malaysia. *Vet. Parasitol.*, **56**: 121-136.
8. EUZEBY J., 1963. Maladies dues aux némathelminthes, fascicule 2^e, tome I. Paris, France, Vigot Frères, 843 p.
9. EUZEBY J., 1982. Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Diagnostic direct *post mortem*, diagnostic indirect (diagnostic biologique), livre 2^e. Paris, France, Informations techniques des services vétérinaires, 364 p.
10. FABIYI J.P., 1987. Production losses and control of helminths in ruminants of tropical regions. *Int. J. Parasitol.*, **17**: 435-442.
11. FAKAE B.B., 1990. The epidemiology of helminthosis in small ruminants under the traditional husbandry system in eastern Nigeria. *Vet. Res. Commun.*, **14**: 381-391.
12. FRITSCHÉ T., KAUFMANN J., PFISTER K., 1993. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the Gambia. *Vet. Parasitol.*, **49**: 271-283.
13. GRETILLAT S., 1981. Interactions parasitaires dans le polyparasitisme gastro-intestinal des animaux d'élevage en Afrique de l'Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** : 313-317.
14. HANSEN J., PERRY B., 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. Nairobi, Kenya, ILRAD, 171 p.
15. HORCHNER F., 1990. Proposals for epidemiological surveys of helminthoses aimed at the improvement of livestock production in the tropics. *Trop. Med. Parasitol.*, **41**: 422-424.
16. KNOX M.R., STEEL J.W., 1996. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of South East Asia and the Pacific. *Int. J. Parasitol.*, **26**: 963-970.
17. KOMOIN-OKA C., ZINSSTAG J., PANDEY V.S., FOFANA F., N'DEPO A., 1999. Epidémiologie des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52**: 39-46.
18. RAHMAN A.W., COLLINS G.H., 1992. An association of faecal egg counts and prolactin concentrations in sera of periparturient Angora goats. *Vet. Parasitol.*, **43**: 85-91.
19. SOULSBY E.J.L., 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. London, UK, Baillière Tindall.
20. THIENPONT D., ROCHETTE F., VANPARIJS O., 1979. Le diagnostic des verminoses par examen coprologique. Beerse, Belgique, Janssen Research Foundation, 187 p.
21. TRONCY P.M., CHARTIER C., 2000. Helminthoses et coccidioses du bétail et des oiseaux de basse-cour en Afrique tropicale. In : Chartier C., Itard J., Morel P.C., Troncy P.M. eds, Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, France, Editions médicales internationales, p. 5-54.
22. VASSILIADES G., 1981. Parasitisme gastro-intestinal chez le mouton du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** : 169-177.

Reçu le 11.06.2002, accepté le 17.06.2003

Summary

Barry A.M., Pandey V.S., Bah S., Dorny P. Epidemiological Study of Gastrointestinal Helminths in Goats in Central Guinea

An epidemiological study was conducted on gastrointestinal parasites in 102 Djallonke goats in Central Guinea. Six to nine goats were autopsied every month during one year. The study revealed the presence of the following 11 helminth species in order of prevalence: *Haemonchus contortus* (94%), *Trichostrongylus colubriformis* (84%), *Oesophagostomum columbianum* (75%), *Cysticercus tenuicollis* (71%), *Trichostrongylus axei* (70%), *Cooperia* sp. (55%), *Trichuris ovis* (55%), *Moniezia* sp. (39%), *Gaigeria pachyscelis* (39%), *Strongyloides papillosus* (25%) and *Paramphistomum* sp. (12%). The infection intensity was medium with parasite seasonal variations. There was no evidence of hypobiosis. Faecal nematode egg counts and gastrointestinal nematode burdens showed seasonal variations with a peak in the rainy season between July and October. Goats over 30 months of age or lactating had heavier parasite burdens. A selective treatment program of infected animals is proposed.

Key words: Goat – Helminth – Nematoda – Epidemiology – Control method – Guinea.

Resumen

Barry A.M., Pandey V.S., Bah S., Dorny P. Estudio epidemiológico de los helmintos gastrointestinales de los caprinos en Guinea Media

Un estudio epidemiológico de los helmintos gastrointestinales fue llevado a cabo en Guinea Media sobre 102 caprinos de raza Djallonké. Durante un período de un año, fueron autopsiadas entre seis y nueve cabras por mes. Los resultados obtenidos mostraron la presencia de las once especies de helmintos siguientes, por orden de prevalencia: *Haemonchus contortus* (94%), *Trichostrongylus colubriformis* (84%), *Oesophagostomum columbianum* (75%), *Cysticercus tenuicollis* (71%), *Trichostrongylus axei* (70%), *Cooperia* sp. (55%), *Trichuris ovis* (55%), *Moniezia* sp. (39%), *Gaigeria pachyscelis* (39%), *Strongyloides papillosus* (25%) y *Paramphistomum* sp. (12%). Se observó una infestación moderada con variaciones estacionarias de los parásitos. No se constató ninguna hipobiosis. Las excreciones de huevos y las intensidades parasitarias de nemátodos gastrointestinales mostraron fluctuaciones, con un pico entre julio y octubre, durante la estación lluviosa. Los animales con edades superiores a los 30 meses y las hembras lactantes presentaban cargas parasitarias más elevadas. Se contempló un esquema para el tratamiento selectivo de los animales infestados.

Palabras clave: Caprino – Helminto – Nematoda – Epidemiología – Método de control – Guinea.

Prévalence de la fasciolose bovine dans la vallée du fleuve Niger au Bénin

A.K.I. Youssao ^{1*} M.N. Assogba ²

Mots-clés

Bovin – *Fasciola gigantica* – Morbidité – Fleuve Niger – Bénin.

Résumé

Une enquête sur la fasciolose bovine a été réalisée en octobre 1995 et en mars 1996 dans la vallée du fleuve Niger au Bénin en vue d'évaluer l'importance de cette maladie. Pour l'analyse coprologique, la méthode qualitative avec concentration par sédimentation simple a été utilisée. L'aspect général du foie a d'abord été examiné et le parenchyme hépatique a ensuite été incisé pour extraire les grandes douves logées dans les canaux biliaires. Les résultats des analyses coprologiques ont indiqué des prévalences qui ont varié entre 7,5 à 52,4 p. 100 en fonction des localités et du mois de l'année. Aux abattoirs de Malanville, la prévalence des foies parasités par *Fasciola gigantica* a été d'environ 30 p. 100 quelle qu'ait été la saison.

■ INTRODUCTION

Long de 4 200 km, le fleuve Niger est le troisième grand fleuve d'Afrique après le Nil et le Congo, et le plus important en Afrique occidentale. Des enquêtes malacologiques réalisées le long de ce fleuve (Niger moyen) et dans les mares de sa vallée ont permis de mettre en évidence des gastéropodes appartenant aux genres *Lymnaea*, *Biomphalaria* et *Bulinus* (5). *Lymnaea natalensis* est l'hôte intermédiaire de *Fasciola gigantica*, agent causal de la fasciolose en Afrique de l'Ouest. D'un point de vue sanitaire et économique, la fasciolose est une maladie considérée comme la parasitose la plus dangereuse des ruminants domestiques en Afrique. Au Bénin, la fasciolose à *Fasciola gigantica* est endémique dans le bassin du fleuve Niger et plusieurs cas ont été observés dans la région (1, 2, 7). Cette étude a été réalisée pour connaître davantage l'importance de cette parasitose dans les troupeaux et dans les abattoirs de la vallée du Niger moyen.

1. Faculté de médecine vétérinaire, Institut vétérinaire tropical, 20 Bd de Colonster, B 43, 4000 Liège, Belgique

2. Université d'Abomey-Calavi, Collège polytechnique universitaire, département des Productions animales, BP 2009, Cotonou, Bénin

* Auteur pour la correspondance

Faculté de médecine vétérinaire, service de Biostatistique (B43), 20 Bd de Colonster, 4000 Liège, Belgique

Tél. : +32 (0)4 366 40 91 ou +32 (0)4 366 41 50 ; fax : +32 (0)4 366 41 22

E-mail : iyoussao@student.ulg.ac.be

■ MATERIEL ET METHODES

Milieu de l'étude

Le fleuve Niger est situé dans l'extrême nord du Bénin et représente la frontière entre le Bénin et le Niger (figure 1). Son débit est de 1 058 m³/s dans le Niger moyen, à Malanville. Le climat est de type soudano-sahélien avec une saison des pluies (900 mm par an) de mai à septembre et une saison sèche de novembre à avril. Au moment du retrait des eaux en début de saison sèche, de vastes superficies se couvrent de végétations (bourgoutières) particulièrement appréciées par les ruminants. Les pâturages des vallées du Niger sont utilisés pendant la sécheresse. Les zébus sont les bovins les plus rencontrés et la transhumance est la pratique la plus répandue. L'embouche bovine est également pratiquée dans cette région.

Collecte et analyse des prélèvements coprologiques

Des prélèvements de fèces ont été réalisés sur 236 bovins en octobre 1995, à la fin de la saison des pluies, et sur 220 en mars 1996, en pleine saison sèche. Les troupeaux des villes de Karimama et Malanville, situés aux abords ou aux environs du fleuve Niger, ont été choisis pour les prélèvements. Il en a été de même pour les troupeaux de Gaya, situés à six kilomètres de Malanville dans le territoire nigérien et en bordure du fleuve Niger.

Le prélèvement des matières fécales a été réalisé par voie rectale entre 7 et 9 h, avant la conduite des animaux au pâturage. Dès qu'une quantité suffisante de matières fécales a été prélevée,

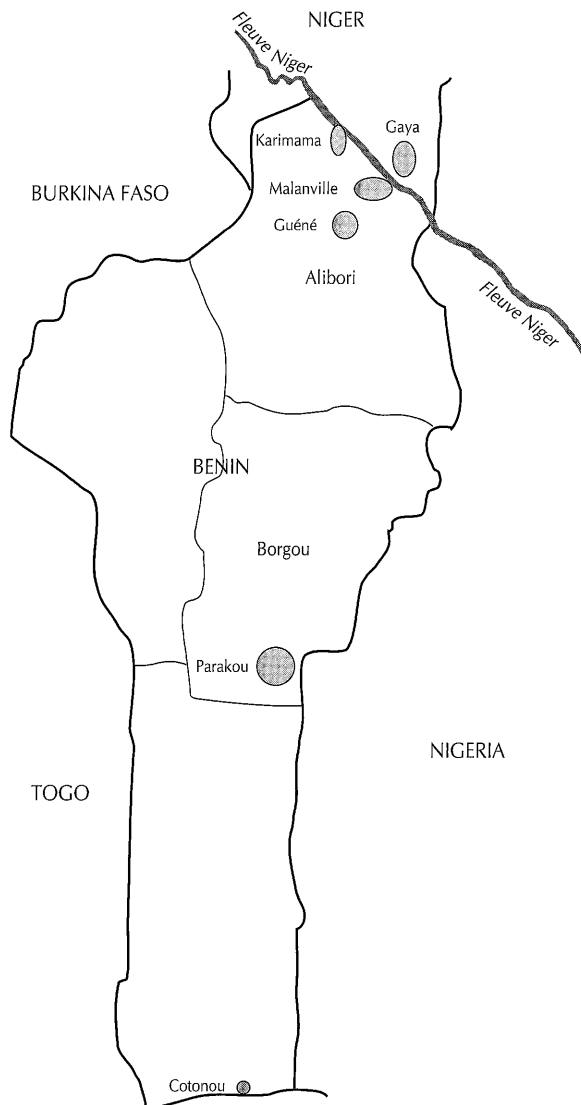


Figure 1 : situation géographique du fleuve Niger au Bénin.

le sachet a été retourné et soigneusement noué. La conservation des prélèvements a été réalisée à +4 °C pendant quelques jours avant l'observation des œufs des parasites au laboratoire. La technique utilisée pour l'analyse microscopique a été la méthode qualitative avec concentration par sédimentation simple (6). Cette technique a permis de mettre en évidence la présence d'œufs de *Fasciola gigantica*.

Examen des foies

L'examen de foies a eu lieu à l'abattoir de Malanville (Bénin). Les animaux abattus étaient originaires des sous-préfectures de Karimama et Malanville (Bénin) et de la région de Gaya (Niger). En moyenne, 12 bovins ont été abattus par jour. Après l'examen de l'aspect général du foie, de l'hypertrophie et de l'angiocholite, le parenchyme hépatique a été incisé. Une pression manuelle a été exercée sur le parenchyme pour extraire les grandes douves (*Fasciola gigantica*) logées dans les canaux biliaires. La période de dissection, l'espèce animale, le nombre de foies examinés et le nombre de foies infestés ont été notés. Parmi les foies infestés, ceux qui contenaient moins de 20 grandes douves ont été classés dans le groupe des animaux les moins infestés. Ceux qui étaient moyennement infestés contenaient 20 à 50 grandes douves. Enfin, les bovins dont le foie contenait plus de 50 grandes douves ont été classés dans le groupe de ceux qui étaient fortement infestés.

Analyses statistiques

La prévalence est le pourcentage du nombre d'animaux parasités sur l'effectif total des animaux. Pour l'évaluer, les facteurs de variation retenus ont été, d'une part, le mois de prélèvement des matières fécales pour la coprologie (octobre 1995 et mars 1996) et, d'autre part, le mois d'abattage (octobre 1995 et mars 1996) et l'espèce animale (taurin et zébu) pour les examens de foies à l'abattoir.

Pour la coprologie, les prélèvements ont été réalisés uniquement sur des zébus. Lors de cette étude, la distribution par sexe et par âge n'a pas été abordée. Le prélèvement des matières fécales a été réalisé sur des animaux adultes en âge de reproduction (trois ans et plus). L'examen de foies a été réalisé sur les zébus et les taurins de race Borgou. L'interaction entre le mois d'abattage et la race n'a pas été significative et, par conséquent, n'a pas été prise en compte. Les données ont été analysées selon la procédure des modèles linéaires généralisés de SAS (3), puis les prévalences ont été estimées par la méthode des moindres carrés et comparées par le test de t.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Les prévalences de la fasciolose bovine dans la vallée du fleuve Niger par la méthode de coprologie sont indiquées dans le tableau I. Les prévalences obtenues en mars 1996 ont diminué significativement ($p < 0,001$) dans les différentes localités par rapport à

Tableau I

Prévalence de la fasciolose bovine par la coprologie dans la vallée du fleuve Niger

Localité	Octobre 1995			Mars 1996		
	Effectif prélevé	Nombre de cas positifs	% de cas positifs	Effectif prélevé	Nombre de cas positifs	% de cas positifs
Malanville	84	28	33,3 ^a	80	6	7,5 ^b
Karimama	80	20	25 ^a	60	6	10 ^b
Gaya	72	38	51,38 ^a	80	12	15 ^b
Total	236	86	36,44 ^a	220	24	10,91 ^b

Les valeurs sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 1 p. 100

Tableau II

Prévalence de la fasciologie bovine à l'abattoir de Malanville dans la vallée du fleuve Niger

	Nb. de foies examinés	Foies infestés (%)	<i>Bos taurus</i> infestés (%)	<i>Bos indicus</i> infestés (%)	Foies faiblement infestés (%)	Foies moyennement infestés (%)	Foies fortement infestés (%)
Octobre 1995	145	30,3	1,4 ^a	28,9 ^b	15,2	13,8	1,4
Mars 1996	146	30,1	4,8 ^a	25,3 ^b	8,9	10,9	10,3

Les valeurs sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 1 p. 100

celles relevées en octobre 1995. La prévalence d'œufs est importante vers la fin de la saison des pluies ou au début de la saison sèche (octobre-novembre). La régression de la prévalence observée en mars pourrait être due à la disparition des formes adultes de *Fasciola gigantica* dans les canaux biliaires. Les résultats de cette étude confirment les observations faites par Schillhorn Van Veen (4). Cet auteur rapporte que la prévalence maximale dans un troupeau infesté par les métacercaires s'observe au début de la saison des pluies et que la maladie est communément présente à la fin de la saison des pluies jusqu'au milieu de la saison sèche. Lors de l'étude épidémiologique des principales trématodoses des animaux domestiques dans la région du fleuve Niger, Tager-Kangan (5) rapporte que dans les criques où il existe une végétation de *Nymphaea* et de *Sphenoclea*, les limnées apparaissent fin janvier, début février (saison sèche) sur le fleuve Niger. Ces populations de limnées restent peu importantes ; elles atteignent leur maximum en mars-avril (saison sèche), puis elles décroissent rapidement au moment où le retrait des eaux intervient sur la végétation. Les bovins pâturent en janvier le long du fleuve Niger évacuent les œufs de douve, entraînant une infestation massive des bovins par les métacercaires en mars-avril. Des résultats comparables ont été rapportés par Assogba et Youssao (1).

Les prévalences de la fasciologie bovine à l'abattoir de Malanville sont indiquées dans le tableau II par espèce bovine et par degré d'infestation. En octobre 1995, sur 145 foies examinés, 30,3 p. 100 ont été infestés par *F. gigantica*. Les taurins ont été moins infestés que les zébus ($p < 0,001$) quel qu'ait été le mois d'abattage. Le tableau II montre que les valeurs obtenues en octobre 1995 sur 145 foies et en mars 1996 sur 146 foies ont été semblables. La seule différence significative a résidé dans la prévalence de foies fortement infestés en mars 1996 (saison sèche) comparée à la prévalence relevée en octobre 1995 (fin de la saison des pluies). Cette différence est liée à l'élimination par les pasteurs des animaux malades, fatigués et épuisés par les déplacements, la soif et la malnutrition pendant la saison sèche.

Il ressort des résultats de cette étude que les zébus ont été plus infestés que les taurins. Cette différence a été essentiellement due à leur répartition géographique ainsi qu'à l'effectif peu élevé des taurins abattus. La quasi-totalité (90 p. 100) des bovins a été représentée par des zébus à Malanville et ses environs. Ces résultats sont comparables à ceux observés par Assogba et Youssao (2). Les résultats de la coprologie ont été similaires à ceux de l'abattoir pour le mois d'octobre 1995. En revanche, un écart très important a été observé en mars 1996 avec une prévalence trois fois plus élevée à l'abattoir de Malanville (tableaux I et II). Cette différence a été également liée à l'élimination par les pasteurs des animaux malades, fatigués et épuisés par les déplacements, la soif et la malnutrition vers la fin de la saison sèche (mars et avril).

CONCLUSION

La fasciologie bovine a été une parasitose très fréquente dans les troupeaux qui ont fréquenté la vallée du fleuve Niger. L'excrétion d'œufs de *F. gigantica* a été plus importante à la fin de la saison des pluies qu'en saison sèche. Aucune différence significative n'a été observée entre les taux d'infestation des foies en fin de saison des pluies (octobre) et en saison sèche (mars). Etant donné l'importance sanitaire et économique de cette maladie, des mesures communes doivent être prises de la source du fleuve au Fouta Dajallon en Guinée jusqu'à son embouchure au Cameroun.

Remerciements

Les auteurs remercient le professeur Pascal Leroy et les deux lecteurs anonymes pour leur contribution.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSOGBA M.N., YOUSSAO A.K.I., 2001. Epidémiologie de la fasciologie à *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1885), de la dicrocoeliose et de la paramphistomose bovines au Bénin. *Ann. Méd. vét.*, **145** : 260-268.
- ASSOGBA M.N., YOUSSAO A.K.I., 2001. Prévalence de la fasciologie bovine à *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1885) dans les principaux abattoirs du Bénin. *Revue Méd. vét.*, **152** : 699-704.
- SAS/STAT, 1989. User's guide. Vers. 6, 4th edn. Cary, NC, USA, SAS Inst.
- SCHILLHORN VAN VEEN T.W., 1980. Fasciolosis (*F. gigantica*) in West Africa. *Rev. vet. Bull.*, **5** : 229-233.
- TAGER-KAGAN P., 1977. Contribution à l'étude de l'épidémiologie des principales trématodoses des animaux domestiques dans la région du fleuve Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30** : 11-18.
- THIENPONT D., ROCHETTE F., VANPARIJS O.F.J., 1995. Diagnostic de verminose par examen coprologique, 2^e éd. Beersse, Belgique, Janssen Research Foundation, 205 p.
- VISSOH K., 1980. Contribution à l'étude épizootiologique descriptive de la fasciologie bovine en Afrique de l'Ouest : cas du nord de la République populaire du Bénin. Thèse Doct. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 180 p.

Reçu le 22.04.2002, accepté le 23.06.2003

Summary

Youssao A.K.I., Assogba M.N. Prevalence of Cattle Fasciolosis in the Niger River Valley of Benin

A survey was conducted on cattle fasciolosis in the Niger River valley of Benin in October 1995 and March 1996 to assess the importance of the disease. Feces examinations were performed with the qualitative method by simple sedimentation. The overall aspect of the livers was first examined, then the hepatic parenchyma was incised to expel the large flukes that were present in the bile ducts. The results of the feces examinations showed prevalences that varied from 7.5 to 52.4% depending on the locality and the month of the year. In Malanville slaughterhouses, the prevalence of *Fasciola gigantica*-infested livers was about 30% regardless of the season.

Key words: Cattle – *Fasciola gigantica* – Morbidity – Niger River – Benin.

Resumen

Youssao A.K.I., Assogba M.N. Prevalencia de la fasciolosis bovina en el valle del río Níger, en Benin

Se llevó a cabo una encuesta sobre la fasciolosis bovina, en octubre de 1995 y en -marzo de 1996 en el valle del río Níger en Benin, esto con el fin de evaluar la importancia de esta enfermedad. Para el análisis coprológico se utilizó el método cualitativo, con concentración por sedimentación simple. El aspecto general del hígado fue primero examinado y luego se hizo una incisión en el parénquima hepático para extraer las grandes duelas de los canales biliares. Los resultados de los análisis coprológicos presentaron prevalencias que variaron entre 7,5 y 52,4%, en función de las localidades y del mes del año. En los mataderos de Malanville, la prevalencia de los hígados parasitados por *Fasciola gigantica* fue de alrededor 30% durante cualquier estación.

Palabras clave: Ganado bovino – *Fasciola gigantica* – Morbilidad – Río Níger – Benin.

Effet de l'infection trypanosomienne sur les performances au travail des taurins Ndama trypanotolérants en zone subhumide du Sénégal

M.T. Seck^{1*} A. Fall² A. Diaité²
A. Diokou¹ M. Dieng¹

Mots-clés

Bovin N'Dama – Résistance aux maladies – *Trypanosoma congolense* – Infection expérimentale – Performance animale – Sénégal.

Résumé

Cette étude a eu pour objectif de mesurer l'impact de l'infection trypanosomienne sur les performances au travail des taurins trypanotolérants en zone subhumide du Sénégal. Elle a été menée sur des bœufs Ndama dont le poids vif moyen a été de 288 kg et l'âge moyen de six ans. Les animaux ont été dressés individuellement (monoboëuf). Le dispositif expérimental a comporté deux phases de quatre semaines chacune. La première a consisté à faire tirer à des animaux sains une charge équivalente à 12 p. 100 de leur poids vif, pendant cinq heures par jour et cinq jours par semaine. Dans une seconde phase, après trois semaines de repos, les animaux ont été infectés artificiellement par voie intradermique avec une souche de *Trypanosoma congolense* (dose infectante : 10^5 trypanosomes par millilitre) et ont été soumis aux mêmes exercices. L'infection trypanosomienne a eu un effet significatif sur la puissance développée ($p < 0,001$), la vitesse de travail ($p < 0,001$), la distance parcourue ($p < 0,001$), le volume du culot de centrifugation ($p < 0,05$) et la consommation d'*Andropogon gayanus* ($p < 0,01$). En revanche, elle n'a pas eu d'effet significatif sur le poids vif des animaux. Les résultats ont montré que les animaux sains ont été plus performants au travail que les animaux infectés par les trypanosomes. Des recommandations en matière de soins sanitaires et de prophylaxie trypanosomienne sont proposées pour améliorer les performances au travail des taurins Ndama trypanotolérants utilisés pour le trait : en fin de saison sèche, traiter les animaux contre la trypanosomose avec de l'acéturate de diminazène (Bérénil[®]) à la dose de 7 mg/kg et, pendant l'hivernage, les traiter avec de l'isomémidium à la dose de 0,5 à 1 mg/kg de poids vif pour les protéger durant la période de la campagne agricole.

■ INTRODUCTION

En Casamance, région située au sud du Sénégal, l'introduction de la traction animale a été plus tardive que dans le reste du pays. Cependant, dans cette région infestée de glossines, la traction bovine avec la race taurine trypanotolérante Ndama a longtemps été la seule forme possible de mécanisation agricole (8). Bien que trypanotolérants, ces taurins deviennent parfois vulnérables, ce qui

affecte leur performance au travail, car la trypanotolérance est relative : son rôle dans le système de défenses immunitaires de l'animal peut être très réduit, en particulier lors d'infections fréquentes.

L'effet de la trypanosomose sur les performances au travail reste peu étudié. S'il est connu que les animaux infectés sont moins performants, aucune étude comparative avec des animaux indemnes de trypanosomoses n'a été menée de manière précise. Des études épidémiologiques dans la zone subhumide du Sénégal ont montré une incidence mensuelle de la trypanosomose de 7 p. 100 pour les animaux utilisés pour la traction animale (10). L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'impact de l'infection trypanosomienne sur le travail des animaux et de recommander des traitements pour ces animaux de trait. Ceci afin d'éviter non seulement la perte de travail observée dans cette étude, mais aussi la perte même d'animaux et le manque à gagner des utilisateurs de la traction bovine en zone d'enzootie trypanosomienne.

1. Institut sénégalais de recherches agricoles, Centre de recherches zootechniques de Kolda, BP 53, Kolda, Sénégal

2. Institut sénégalais de recherches agricoles, Laboratoire national d'élevage et de recherches vétérinaires de Dakar-Hann, BP 2057, Dakar, Sénégal

* Auteur pour la correspondance

Tél./fax : +221 996 11 52 ; tél. : +221 559 30 36

E-mail : mtseck@hotmail.com

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux

L'étude a porté sur huit taurins mâles castrés Ndama trypanotolérants, d'un âge moyen de six ans et originaires des villages du département de Kolda (Région de Kolda). Leur poids vif moyen a été de $288 \pm 5,2$ kg. Ils ont été dressés pour travailler individuellement (monoboëuf) afin d'éviter, lors du test, les effets de confusion inévitable avec une paire de bovins.

L'expérimentation s'est déroulée pendant l'hivernage, de juillet à octobre. L'alimentation des animaux a été à base d'*Andropogon gayanus* comme aliment de lest, de graines de coton comme supplément, complétée par un complexe minéral et vitaminé. *Andropogon* qui était fauché au jour le jour et distribué *ad libitum* était planté depuis 1978 dans une parcelle de 30 ha (5). Après la fauche, qui se faisait en plusieurs endroits de la parcelle, aucune observation n'a été faite sur les repousses. Les graines de coton ont été distribuées à raison de $22 \text{ g/kg/P}^{0,75}$ par animal et par jour. Avant le début des tests, une période d'adaptation de deux semaines a été observée pour habituer les animaux à la nouvelle ration alimentaire. Le matin, avant le début des travaux, les graines de coton ont été distribuées aux animaux. Au retour du travail, *Andropogon* a servi d'alimentation jusqu'au lendemain. Les quantités d'aliment distribuées et refusées ont été mesurées quotidiennement. Les animaux ont été abreuvés matin et soir.

Avant le début des tests, les animaux ont fait l'objet d'un déparasitage interne à base de tartrate de morantel (Exhelm® 750 mg) à la dose de $7,5 \text{ mg/kg}$ de poids vif (PV), et d'un déparasitage externe avec du Bayticol® *pour on*. Ensuite, ils ont été traités à l'oxytétracycline (Terramycine Longue Action®) à la dose de 20 mg/kg PV , avant d'être vaccinés contre la péripneumonie contagieuse bovine, la pasteurellose bovine et le charbon bactérien. Après ces traitements, les animaux ont été mis au repos pendant deux semaines avant le début de l'expérimentation.

Les harnachements ont été des jouguets monobovins tels qu'ils sont décrits par Drawer (6) et Hopfen (11). Des modifications ont été apportées sur quelques pièces pour mieux les adapter au gabarit des animaux.

Infection des animaux

Les infections expérimentales ont été faites avec une souche de *Trypanosoma congolense* isolée originellement au ranch de Madina-Diassa (sud de Bamako, Mali) sur un taurin Ndama. Cinq des huit bovins ont subi, en seconde phase expérimentale, une infection artificielle par injection par voie intradermique (7) d'une dose unique de

10^5 trypanosomes par millilitre, répartie en quatre points (0,25 ml par point) : deux au niveau de chaque coté de l'encolure. Avant de procéder à l'infection artificielle, les animaux ont tous été traités à l'acéturate de diminazène (Bérénil®) à la dose de 7 mg/kg PV (solution aqueuse à 7 p. 100) en respectant le délai d'élimination du produit.

Dispositif expérimental**Type de travail**

Des traîneaux ont été confectionnés pour contenir la charge à tirer lors du travail. Le travail a consisté à tirer un traîneau chargé pendant cinq heures sur un parcours de quatre kilomètres (sol argilo-sableux) en faisant des allers et retours. Les traîneaux ont porté une masse ajustée pour produire une force de traction fixée à 12 p. 100 PV et maintenue constante toute la semaine. Cette force de traction a reflété les conditions d'utilisation des animaux dans les villages. Une force de travail de 15 p. 100 PV pourrait être appliquée pour une courte durée, mais cette expérimentation a duré quatre semaines pour chaque phase. L'arrêt du travail a été décidé lorsque l'animal n'a plus été apte à tirer le traîneau, en montrant des signes de fatigue par des modifications nettes de comportement.

Traitements

Les deux types de traitement appliqués aux animaux soumis au travail ont concerné les animaux sains indemnes de trypanosomes et les animaux infectés artificiellement par des trypanosomes.

Au cours de la première phase de quatre semaines (phase de non-infection : P_1), tous les animaux ont été sains, indemnes de trypanosomes. Afin de minimiser les risques d'infection naturelle, des pièges biconiques ont été posés tout au long du parcours pour capturer les glossines. Les huit animaux ont travaillé cinq jours par semaine et cinq heures par jour (de 8 h à 13 h 30, intercalé d'un repos de 30 min à 11 h 00).

Après la P_1 , une phase de repos de trois semaines a été observée afin de dissiper les effets résiduels du travail accompli et de permettre aux animaux de compenser le poids perdu. Au cours de cette période, les animaux ont été soumis à un travail léger, un jour sur trois, pour éviter la nécessité d'un autre dressage à la reprise du travail pour la phase d'infection artificielle (P_2).

Cinq animaux ont été infectés artificiellement trois jours avant le démarrage de la P_2 . Le même dispositif expérimental que celui de la P_1 a été appliqué pour la conduite des travaux.

Mesures et observations

Le tableau I illustre les mesures et les observations relevées pour les différents paramètres étudiés, durant les deux phases de travail.

Tableau I
Mesures et observations relevées en fonction des paramètres étudiés

Paramètre	Sigle	Fréquence	Méthode
Hématocrite	Vcc	Tous les jours	Lecture sur diagramme Mikro-Hématokrit
Parasitémie	Parasitémie	Tous les jours	Murray et coll., 1977, <i>Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.</i> ; Paris et coll., 1982, <i>Acta trop.</i>
Consommation	Consommation	Tous les jours	Quantité offerte - Quantité refusée
Vitesse	V	Tous les jours	$V = L / T$ (T = temps)
Distance parcourue	L	Tous les jours	Mesure distance parcourue (km)
Force de traction moyenne	F	Toutes les semaines	Dynamomètre
Poids vif	PV	Toutes les semaines	Bascule électronique Barlo
Travail de traction	W	Toutes les semaines	$W = F * L$
Puissance moyenne	P	Toutes les semaines	$P = F * L / T$

Analyses de laboratoire

Les animaux utilisés au cours de la première phase expérimentale étaient « neufs » (ils n'avaient pas eu de contacts récents avec les trypanosomes), donc indemnes d'infection trypanosomienne à *Trypanosoma congolense*. Des prélèvements de sang ont été effectués sur ces animaux et ont fait l'objet d'analyses parasitologique et sérologique. L'analyse parasitologique a été faite après centrifugation du sang dans une centrifugeuse microhématocrite, la présence éventuelle de trypanosomes a été recherchée par l'examen du *buffy coat* avec un microscope réglé en contraste de phase (13). Les premiers résultats parasitologiques ont été confirmés par une deuxième analyse sérologique (test Elisa/antigène trypanosome) (9). Le témoin négatif a été constitué par des sérums provenant d'animaux neufs originaires du département de Dahra (zone sylvo-pastorale indemne de tsé-tsé et de trypanosomose à *T. congolense*). Le choix définitif des animaux de l'expérimentation a été basé sur la valeur de la densité optique de leur sérum. Tout animal dont le sérum a eu une densité optique égale ou supérieure à la moyenne de la densité optique du sérum des témoins plus deux écarts-types ($M + 2s$) a été jugé impropre à l'expérience à mener.

Des échantillons d'aliments distribués (*Andropogon gayanus*) ont été collectés tous les jours et la matière sèche (MS) a été déterminée. Ces différents échantillons ont été bien mélangés et des sous-échantillons ont été collectés pour déterminer la paroi cellulaire (PC), la lignocellulose (LC), l'azote (N), les matières minérales (MN), les autres matières celluloses et la matière organique (MO) (2).

Analyses statistiques

La puissance développée (P), le travail de traction (W), la vitesse de travail (V), la force de traction (F), la distance parcourue (L), le volume du culot de centrifugation (Vcc), la consommation alimentaire et le poids corporel ont été analysés avec le logiciel SAS (17) en utilisant les modèles linéaires généralisés. Les facteurs inclus dans l'analyse de variance ont été le traitement (animal infecté ou non infecté), l'animal niché dans le traitement, la semaine et l'interaction entre ces termes.

RESULTATS

Les résultats présentés dans cette étude ont concerné, pour la P₁, cinq animaux sains et, pour la P₂, cinq animaux infectés artificiellement car, au cours de la P₁, malgré les pièges biconiques posés tout le long du parcours, trois animaux sur les huit prévus initialement ont été infectés naturellement par *Trypanosoma congolense*. Leurs parasitémies ont été détectées aux 22^e, 23^e et 24^e jours de travail. Lors des analyses statistiques, les données de ces trois animaux infectés naturellement n'ont été prises en compte ni dans la P₁ ni dans la P₂. Les résultats obtenus chez les cinq animaux sains lors de la P₁ ont donc été comparés à ceux obtenus chez ces cinq mêmes animaux infectés artificiellement lors de la P₂.

Effet de l'infection trypanosomienne sur les niveaux de consommation et sur les performances pondérales

L'ingestion d'aliments (*Andropogon gayanus* et graines de coton) est présentée dans le tableau II. L'ingestion moyenne d'*Andropogon gayanus* a été de 54,7 g MS/kg P^{0,75} chez les animaux infectés artificiellement, alors qu'elle a été de 74,5 g MS/kg P^{0,75} chez les animaux sains. La consommation moyenne de graines de coton a été respectivement chez les animaux sains et chez les animaux infectés de 14,8 g MS/kg P^{0,75} et de 16,3 g MS/kg P^{0,75}. L'infection trypanosomienne n'a pas eu d'effet significatif sur la consommation de l'aliment de supplémentation (graines de coton). Cependant, l'effet du traitement a été significatif ($p < 0,05$) pour la consommation journalière d'*Andropogon gayanus*. Le tableau III montre que l'évolution du poids des animaux au cours des quatre semaines de travail n'a pas été affectée par le traitement appliqué. Les animaux sains ont maigri en moyenne de 7,95 kg par semaine et les animaux infectés de 6,76 kg.

Effet de l'infection trypanosomienne sur le volume du culot de centrifugation et la parasitémie

La figure 1 montre l'évolution du Vcc des animaux. Au cours des périodes de travail, le Vcc des animaux sains est passé de 38 p. 100 à la première semaine à 36 p. 100 à la quatrième

Tableau II
Consommation d'*Andropogon gayanus* et de graines de coton
chez les animaux sains et chez les animaux infectés

Variable	Semaine	Animaux sains		Animaux infectés		P
		g MS/kg p ^{0,75} /j	g MS/100 kg PV/j	g MS/kg p ^{0,75} /j	g MS/100 kg PV/j	
<i>Andropogon</i>	1 ^e	74,5 ± 4,5	1 802 ± 111,3	59,7 ± 3,7	1 461 ± 92,6	*
	2 ^e	71,1 ± 3,7	1 745 ± 92,6	48,0 ± 3,7	1 199 ± 92,6	*
	3 ^e	75,7 ± 3,7	1 875 ± 92,6	56,7 ± 4,6	1 409 ± 113,4	*
	4 ^e	76,7 ± 3,7	1 899 ± 92,6	54,4 ± 4,6	1 360 ± 113,4	*
	Moyenne		74,5 ± 2,0	1 830 ± 48,8	54,7 ± 2,1	1 357 ± 53,5
Graines de coton	1 ^e	12,9 ± 1,3	313 ± 33,3	16,0 ± 1,1	389 ± 27,7	ns
	2 ^e	14,2 ± 1,1	348 ± 27,7	15,3 ± 1,1	381 ± 27,7	ns
	3 ^e	14,4 ± 1,1	357 ± 27,7	18,0 ± 1,3	439 ± 33,9	ns
	4 ^e	17,5 ± 1,1	434 ± 27,7	16,5 ± 1,3	412 ± 33,9	ns
	Moyenne		14,8 ± 0,6	363 ± 14,6	16,3 ± 0,6	406 ± 16,0
Consommation totale de MS		89,3	2 193	71,0	1 763	

* $p < 0,05$

ns = non significatif

MS : matière sèche

Tableau III

Evolution du poids des animaux

Variable	Semaine	Animaux sains	Animaux infectés	P
Poids (kg)	1 ^e	288 ± 5,2	278 ± 5,2	ns
	2 ^e	275 ± 5,2	256 ± 5,2	ns
	3 ^e	265 ± 5,2	261 ± 6,0	ns
	4 ^e	266 ± 5,2	256 ± 6,0	ns
Moyenne		274 ± 2,6	263 ± 2,8	ns
Variation du poids		-22	-22	

ns = non significatif

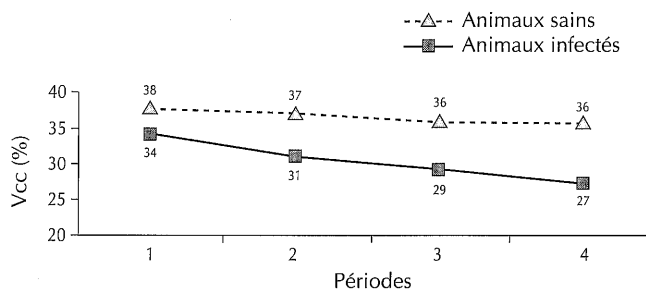


Figure 1 : évolution du Vcc au cours des quatre semaines de travail.

semaine, alors que celui des animaux infectés est passé de 34 à 27 p. 100. La moyenne du Vcc après quatre semaines de travail au cours de la première et deuxième phase a été respectivement de $36,6 \pm 0,4$ p. 100 et $30,4 \pm 0,4$ p. 100 chez les animaux sains et chez les animaux infectés. Cet écart de valeurs entre les animaux (6,2 p. 100) montre un effet significatif ($p < 0,05$) de l'infection trypanosomienne sur le volume du culot de centrifugation. La figure 1 montre qu'il y a eu une diminution progressive du Vcc moins importante chez les animaux sains (0,96 p. 100 par semaine) que chez les animaux infectés (2,58 p. 100 par semaine). Au cours de la phase d'infection artificielle, la parasitémie $2+$ ($10^3 - 10^4$ trypanosomes/ml) est apparue en moyenne chez les animaux infectés au huitième jour après l'infection, donc après quatre jours de travail. Durant toute cette phase, la parasitémie a augmenté progressivement chez les animaux infectés sans pour autant dépasser la valeur $5+$ ($> 10^5$ trypanosomes/ml).

Effet de l'infection trypanosomienne sur le travail fourni

Le travail fourni a été en moyenne plus important chez les animaux sains ($6\ 072 \pm 69,40$ kJ) que chez les animaux infectés ($4\ 263 \pm 81,23$ kJ) (figure 2). L'écart du travail fourni (1 809 kJ) entre les animaux sains et les animaux infectés montre un effet significatif ($p < 0,001$) de l'infection trypanosomienne sur le travail total. En moyenne, les animaux sains ont parcouru par jour une distance de $18,5 \pm 0,21$ km contre $13,6 \pm 0,25$ km pour les animaux infectés (tableau IV). L'infection trypanosomienne a eu un effet significatif ($p < 0,001$) sur la distance parcourue.

Effet de l'infection trypanosomienne sur la puissance développée

Les animaux infectés ont généré respectivement une puissance et une vitesse moyennes de $254,0 \pm 2,30$ W et de $0,80 \pm 0,007$ m/s

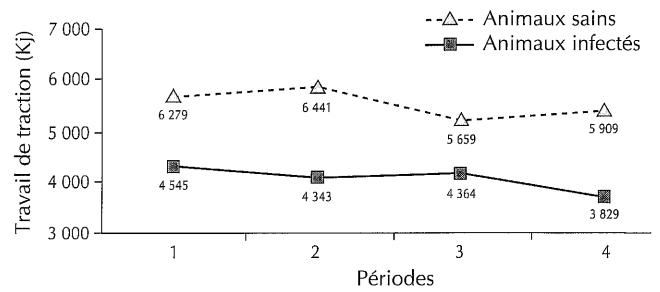


Figure 2 : variation du travail de traction au cours des quatre semaines.

Tableau IV

Effet de l'infection trypanosomienne sur la distance parcourue et la force de traction

Variable	Semaine	Animaux sains	Animaux infectés	P
Distance par jour (km)	1 ^e	18,1 ± 0,43	13,8 ± 0,43	***
	2 ^e	19,5 ± 0,42	14,0 ± 0,42	***
	3 ^e	17,8 ± 0,43	14,0 ± 0,52	***
	4 ^e	18,5 ± 0,41	12,5 ± 0,52	***
Moyenne		18,5 ± 0,21	13,6 ± 0,25	***
Force	1 ^e	346 ± 1,54	329 ± 1,54	ns
	2 ^e	330 ± 1,50	307 ± 1,50	ns
	3 ^e	319 ± 1,54	311 ± 1,84	ns
	4 ^e	319 ± 1,46	305 ± 1,84	ns
Moyenne		327 ± 0,75	313 ± 0,88	ns

*** $p < 0,001$

ns = non significatif

(tableau V). Les animaux sains se sont déplacés plus rapidement, avec une vitesse moyenne de $1,09 \pm 0,005$ m/s, et ont généré une puissance plus élevée de l'ordre de $357,5 \pm 1,67$ W. Il existe une différence significative ($p < 0,001$) de la vitesse d'avancement ou de travail et de la puissance développée entre les animaux sains et les animaux infectés artificiellement.

Comportement à l'effort des animaux sains et des animaux infectés

Aussi bien chez les animaux sains que chez les animaux infectés, il a été observé au cours du travail des modifications nettes de leur comportement allant du ralentissement à l'augmentation de la fréquence des arrêts. Des positions couchées (décubitus latéral) ont été également observées chez les animaux infectés conduisant parfois à l'interruption du travail.

■ DISCUSSION

L'espèce de trypanosome choisie pour l'infection des animaux a été *Trypanosoma congolense*, espèce très pathogène et virulente. Dans la zone de Kolda, une étude épidémiologique a montré que 64,9 p. 100 des infections trypanosomiennes étaient dues à *T. congolense* (8). Cette espèce de trypanosome est connue pour avoir un impact économique énorme et pour provoquer souvent des infections chroniques au niveau du bétail (15). Pratiquement toutes les infections trypanosomiennes détectées à Kolda chez les glossines sont dues à *T. congolense* ou à *T. vivax*. En moyenne,

Tableau V

Puissance et vitesse moyennes de travail des animaux sains et infectés au cours de quatre semaines de travail

Semaine	Vitesse (m/s)		P	Puissance		P
	Animaux sains	Animaux infectés artificiellement		Animaux sains	Animaux infectés artificiellement	
1 ^e	1,08 ± 0,01	0,84 ± 0,01	***	373 ± 3,36	281 ± 3,95	***
2 ^e	1,14 ± 0,01	0,81 ± 0,01	***	377 ± 3,24	250 ± 3,84	***
3 ^e	1,08 ± 0,01	0,80 ± 0,01	***	345 ± 3,49	252 ± 4,69	***
4 ^e	1,05 ± 0,01	0,75 ± 0,01	***	334 ± 3,25	233 ± 4,93	***
Moyenne	1,09 ± 0,005	0,80 ± 0,007	***	357 ± 1,67	254 ± 2,30	***

*** p < 0,001

2,9 p. 100 des mouches sont infectées chaque mois par *T. vivax* ou *T. congolense*. L'infection à *T. congolense* (1,59 p. 100) est plus fréquente que celle à *T. vivax* (8).

Les résultats de cette étude ont montré, d'une part, une influence significative de l'infection trypanosomienne sur les niveaux de consommation d'*Andropogon gayanus* et, d'autre part, un effet non significatif sur l'évolution pondérale des animaux de trait. L'effet de l'infection sur le poids a été semblable aux résultats obtenus par l'Illad (12). La différence de consommation d'*Andropogon gayanus* (473 g MS/100 kg PV/j) entre les animaux sains et les animaux infectés peut être due, d'une part, à des facteurs intrinsèques aux animaux et, d'autre part, à des facteurs extrinsèques liés à l'aliment. Les facteurs liés à la qualité du fourrage consommé peuvent être écartés, car la composition chimique d'*Andropogon gayanus* fauché au jour le jour n'a pas présenté de différence significative entre les deux phases de l'expérience (tableau VI). Les valeurs des dernières fauches ont été relativement les mêmes que celles des premières fauches. En revanche, l'état de santé des animaux a probablement joué un rôle prépondérant dans la consommation du fourrage. Les animaux infectés perdent l'appétit, mais ne maigrissent pas plus vite que les animaux sains. Les animaux affaiblis par l'infection trypanosomienne ont tendance à moins consommer que les animaux sains. Ces derniers ont présenté les mêmes amplitudes (22 kg) de diminution de poids que les animaux infectés. Pour ces animaux de trait, les pertes de poids seraient dues aux dépenses énergétiques liées à l'effort. Les animaux malades ont tendance à réduire leur effort de traction et leur puissance entraînant une réduction de leur dépense énergétique liée au travail et par conséquent de leur perte de poids. Si l'expérience avait été prolongée de quelques semaines supplémentaires, une différenciation significative de l'évolution pondérale aurait probablement été observée dans le cas où les animaux ne seraient pas bien alimentés.

L'hématocrite, qui révèle l'anémie, est un indicateur classique de la trypanosomose (4). Les résultats obtenus ont mis en évidence une influence significative (p < 0,05) de l'infection trypanosomienne sur la valeur de l'hématocrite. Les animaux ont présenté au cours du travail des Vcc moyens élevés montrant leur capacité à résister à l'infection. Cela est probablement lié aux conditions alimentaires particulières auxquelles ils ont été soumis (ration alimentaire riche). Le Vcc des animaux infectés par les trypanosomes a diminué en moyenne de 2,58 p. 100 par semaine, comparé à celui des animaux sains (0,96 p. 100 par semaine). Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Agyemang et coll. (1) qui rapportent que le Vcc du bétail infecté avec des trypanosomes a diminué en moyenne de 4 p. 100, comparé à celui du bétail non infecté (0,5 p. 100). Les écarts obtenus entre ces deux études relèvent de la différence d'activités soumises aux animaux. Le travail lui-même aurait un effet sur l'évolution du Vcc, car même les animaux sains ont montré une diminution de leur Vcc au cours du travail. Ces animaux, qui ont néanmoins un Vcc plus élevé, ont présenté les meilleures performances au travail. Les résultats de cette étude conduisent aux mêmes conclusions que celles rapportées par le CIPEA (3) : les animaux capables de maintenir leur hématocrite à des niveaux élevés s'avèrent toujours plus productifs que ceux présentant un hématocrite faible.

L'infection trypanosomienne a eu un effet significatif sur la distance parcourue. Les animaux sains ont parcouru une distance plus longue que les animaux infectés (18,5 km contre 13,6 km). Cette différence moyenne de distance parcourue (4,9 km/j) entre ces deux catégories d'animaux se traduit par des diminutions de surfaces cultivées ou labourées pour le paysan qui utilise des animaux infectés par des trypanosomes. La baisse de la distance parcourue est due à une réduction de la vitesse de travail des animaux infectés. Ces animaux manifestent des signes de fatigue en modifiant leur comportement par un ralentissement de leur vitesse.

Tableau VI

Composition chimique d'*Andropogon gayanus* au cours de l'expérience

Composants analysés	Phase de non-infection	Phase de repos	Phase d'infection
Matières sèches (g/kg produit brut)	926	911	908
Matières minérales (g/kg matière sèche)	55	53	44
Matières organiques (g/kg matière sèche)	945	947	956
Matières celluloses (g/kg matière sèche)	388	395	404
Matières protéiques (g/kg matière sèche)	59	83	60
Paroi cellulaire (g/kg matière sèche)	779	776	790
Lignocellulose (g/kg matière sèche)	430	464	467

L'infection a eu un effet significatif sur le travail fourni. L'écart du travail (1 809 kJ) obtenu en comparant les performances de ces deux catégories d'animaux équivalait à 30 p. 100 et correspond à un manque à gagner si des animaux infectés sont attelés.

Les résultats de cette étude ont montré que les animaux sains ont avancé plus vite (1,09 m/s) que les animaux infectés (0,80 m/s). La puissance développée par les animaux sains (357 W) a été plus élevée que celle développée par les animaux infectés artificiellement (254 W). L'écart (103 W) entre ces deux types d'animaux est dû à leur différence de vitesse de déplacement. Il en résulte que l'infection trypanosomienne des taurins Ndama de trait entraîne une diminution de 29 p. 100 de la puissance développée.

L'évaluation de ces différents paramètres (vitesse, distance parcourue, travail fourni, puissance développée) entre les animaux infectés et les animaux sains permet d'apprécier leurs comportements et leurs adaptations physiologiques à l'effort fourni. L'animal infecté manifeste sa fatigue en modifiant son comportement : ralentissement, énervement. Cet effort de traction qui est un exercice musculaire entraîne une réduction de l'apport d'oxygène au niveau des muscles, se traduisant par une diminution de la puissance musculaire. Cette diminution de la puissance musculaire se traduit par une baisse de la puissance de travail liée à un ralentissement de la vitesse et, par conséquent, par une diminution du travail, pour une force de traction et une durée de travail fixes. Cette corrélation entre ces différents paramètres conduit à la conclusion évidente qu'un animal infecté par les trypanosomes travaille moins.

Avec ces baisses de performances, les paysans sont contraints de recourir à une main d'œuvre rémunérée, ce qui réduit leurs revenus. Cette contre-performance des animaux infectés peut probablement s'expliquer par un amoindrissement de leur état général dû à l'infection trypanosomienne, associée au travail qui est un facteur de stress pouvant diminuer la trypanotolérance, d'autant plus que celle-ci n'est pas absolue.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que l'infection des taurins Ndama de trait par *Trypanosoma congolense* a eu un effet significatif sur la vitesse de travail ($p < 0,001$), la distance parcourue ($p < 0,001$), la puissance développée ($p < 0,001$), le volume du culot de centrifugation ($p < 0,05$) et la consommation d'*Andropogon gayanus* ($p < 0,01$). En revanche, l'infection n'a pas semblé affecter la perte de poids vif des animaux. Ces résultats ont aussi mis en évidence les meilleures performances au travail des animaux sains par rapport aux animaux infectés par les trypanosomes. L'infection trypanosomienne a entraîné une baisse des performances de travail des animaux de trait. Cette baisse de travail a comme conséquence au niveau des utilisateurs de la traction bovine une réduction des surfaces cultivées et une baisse des rendements, occasionnant une diminution considérable de leurs revenus pendant la campagne agricole. Cette baisse des performances des animaux due à l'infection trypanosomienne peut aboutir, avec les modifications nettes de comportement liées à l'effort fourni, à la perte des animaux de trait. Dans le contexte de zone subhumide où l'enherbement nécessite un labour préalable au semis, il est capital pour le paysan de disposer d'animaux rapides et puissants. Il apparaît nécessaire de formuler des recommandations en matière de protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne. Un mois avant le début de l'hivernage, les animaux de trait doivent être traités contre la trypanosomose. L'acéturate de diminazène (Bérénil®) peut être utilisé à la dose de 7 mg/kg (solution aqueuse à 7 p. 100) ; il procure une protection de trois semaines environ. Pendant la période d'hivernage,

le chlorhydrate de chlorure d'isoméamidium (Trypamidium®) peut être utilisé à la dose de 0,5 à 1 mg/kg de poids vif pour couvrir toute la période de la campagne agricole ; il procure une protection de quatre mois en moyenne.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Union européenne par l'intermédiaire du Réseau ouest-africain de la traction animale (Roata) qui a financé la première phase du projet, l'Illri qui a financé la deuxième phase et tous ceux qui les ont aidés dans la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGYEMANG K., DWINGER R.H., TOURAY B.N., JEANIN P., FOFANA D., GRIEVE A.S., 1980. Effects of nutrition on degree of anemia live weight changes in Ndama cattle infected with trypanosomes. *Livest. Prod. Sci.*, **26**: 39-51.
2. AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15th edn. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Chemists.
3. CIPEA, 1990. Rapport annuel et synthèse des programmes. Addis-Abéba, Ethiopie, CIPEA, 107 p.
4. CLAIR M., 1987. L'épidémiologie de la trypanosomose africaine. In : Production animale dans les régions d'Afrique infestées par les glossines. Addis-Abéba, Ethiopie, CIPEA/Illrad, p.85-95.
5. DIATTA A., 1984. Conditions de productions et d'exploitation des cultures fourragères d'*Andropogon gayanus* Kanth à Kolda (Casamane, République du Sénégal). Travail de fin d'études pour l'obtention de grade d'ingénieur agronome. Orientation : élevage. Gembloux, Belgique, faculté des Sciences agronomiques, 117 p.
6. DRAWER K., 1959. Anspannung Und Beschirring der Haustiere. Frankfurt, Deutschland, Verlag.
7. DWINGER R.H., CHIFFORD D., AGYEMANG K., GETTINBY G., GRIEVE A.S., KORA S., BOJANG M.A., 1992. Comparative study on Ndama and zebu cattle following repeated infection with *Trypanosoma congolense*. *Res. vet. Sci.*, **52**: 292-298.
8. FALL A., DIACK A., 1993. Productivité et pathologie du bétail Ndama. Site de Kolda. Entomologie et santé animale. Rapport Crz de Kolda. Kolda, Sénégal, Drpsa-Isra.
9. FAO., 1995. Animal production and health trypanomiasis ELISA Kit. Direct sandwich enzyme immunoassay for the detection of *T. brucei*, *T. congolense* and *T. vivax*. Rome, Italy, FAO, 37 p.
10. FAYE A., DIACK A., DIEYE P.N., FALL A., 1996. Projet de recherche sur les inter relations entre les pathologies parasitaires des bovins de trait en zone subhumide du Sénégal. Rapport d'avancement. Kolda, Sénégal, Centre de recherches zootechnique/Isra, 10 p.
11. HOPFEN H.J., 1969. Farm implements for arid and tropical regions. Rome, Italy, FAO. (Agricultural development paper No 91).
12. ILRAD, 1986. Rapport annuel. Nairobi, Kenya, Laboratoire international pour la recherche sur les maladies animales, 94 p.
13. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I., 1977. An improved parasitological technique for the diagnostic of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
14. MURRAY M., TRAIL J.C.M., TURNER D.A., WISSOCQ Y., 1983. Productivité animale et trypanotolérance : manuel de formation pour les activités du Réseau. Addis-Abéba, Ethiopie, Centre international pour l'élevage en Afrique, 198 p.
15. NAYLOR D.C., 1971. The haematology and histopathology of *Trypanosoma congolense* infection in cattle. Part II. Haematology (including symptoms). *Trop. Anim. Health Prod.*, **3**: 159-168.
16. PARIS J., MURRAY M., MCODEMBA F., 1982. A comparative evolution of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta trop.*, **39**: 307-316.
17. SAS/STAT, 1989. SAS/STAT User's Guide. Vers. 6, 4th edn, vol. 2 Cary, NC, USA, SAS Institute, 846 p.

Accepté le 26.06.2003

Summary

Seck M.T., Fall A., Diaite A., Diokou A., Dieng M. Effect of Trypanosome Infection on Work Performance of Trypanotolerant Ndama Cattle in Senegal Subhumid Zone

The aim of this study was to assess trypanosome infection effects on the work performance of trypanotolerant cattle in the subhumid zone of Senegal. The study was conducted on Ndama cattle with a mean live weight of 288 kg and a mean age of six years. The animals were trained individually (single ox). The experimental design comprised two phases of four weeks each. In the first phase, the animals worked five hours a day, five days a week drafting the equivalent of 12% their body weight. A three-week rest period followed. Then, in the second phase, they were intradermally infected with a strain of *Trypanosoma congolense* (infective dose: 10^5 trypanosomes per milliliter) and subjected to the same work. The trypanosome infection had a significant effect on work power ($P < 0.001$), work speed ($P < 0.001$), distance traveled ($P < 0.001$), volume of pellets obtained by centrifugation ($P < 0.05$) and *Andropogon gayanus* intake ($p < 0.01$). However, the infection had no significant effect on the animals' live weights. Results showed the work performance of infection-free animals was better than that of trypanosome-infected cattle. Healthcare and prophylactic measures against trypanosomes are proposed to improve the work performance of trypanotolerant Ndama cattle used for drafting: cattle should be treated against trypanosomosis with diminazene aceturate (Bérénil®) (7 mg/kg body weight) at the end of the dry season, and with isometamidium (0,5–1 mg/kg body weight) during the rainy season, to protect them during the land preparation period.

Key words: N'Dama cattle – Disease resistance – *Trypanosoma congolense* – Experimental infection – Animal performance – Senegal.

Resumen

Seck M.T., Fall A., Diaite A., Diokou A., Dieng M. Efecto de la infección por tripanosomas sobre los rendimientos de trabajo de los taurinos Ndama tripanotolerantes en la zona sub húmeda de Senegal

El presente estudio tuvo por objetivo el de medir el impacto de la infección por tripanosomas sobre los rendimientos en el trabajo de los taurinos tripanotolerantes en la zona sub húmeda de Senegal. Se llevó a cabo sobre machos Ndama con un peso vivo medio de 288 kg y una edad media de seis años. Los animales fueron criados en forma individual (mono buey). El dispositivo experimental se compuso de dos fases de cuatro semanas cada una. La primera consistió en utilizar animales sanos para tracción de una carga equivalente al 12% de su peso vivo durante cinco horas por día y cinco días por semana. Durante la segunda fase, después de tres semanas de reposo, los animales fueron infectados artificialmente por vía intradérmica con una cepa de *Trypanosoma congolense* (dosis infectante 10^5 tripanosomas por mililitro) y fueron sometidos a los mismos ejercicios. La infección tripanosómica tuvo un efecto significativo sobre la potencia desarrollada ($p < 0,001$), la velocidad de trabajo ($p < 0,001$), la distancia recorrida ($p < 0,001$), el volumen del fondo de centrifugación ($p < 0,05$) y el consumo de *Andropogon gayanus* ($P < 0,01$). Por otro lado, no presentó efecto significativo sobre el peso vivo de los animales. Los resultados demuestran que los animales sanos tienen un mayor rendimiento al trabajo que los animales infectados por los tripanosomas. Se proponen recomendaciones concernientes a los cuidados sanitarios y de profilaxia tripanosómica con el fin de aumentar los rendimientos al trabajo de los taurinos Ndama tripanotolerantes de tiro: al final de la estación seca, tratar a los animales contra la tripanosomosis con aceturato de diminazene (Bérénil®), con dosis de 7 mg/kg y durante el invierno tratarlos con isometamidium a dosis de 0,5 a 1 mg/kg de peso vivo para protegerlos durante el periodo de la campaña agrícola

Palabras clave: Ganado bovino N'Dama – Resistencia a la enfermedad – *Trypanosoma congolense* – Infección experimental – Desempeño animal – Senegal.

OIE Symposia, Seminars and Conferences 2003-2004

Title	Venue	Dates	Objective	Contents
Symposium on Bluetongue	Taormina, Italy	26-29 Oct. 2003	Exchange of latest scientific information on bluetongue	<ul style="list-style-type: none"> ● Current global situation ● Epidemiological and vector surveillance ● Diagnostic and vaccination techniques ● International trade issues
6th OIE Seminar on Biotechnology and 11th International Symposium of the World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians	Bangkok, Thailand	9-13 Nov. 2003	Contribution towards capacity building for the veterinary scientific community of laboratories in developing countries	<ul style="list-style-type: none"> ● Science-based diagnostic methods and sanitary standards for trade ● Avian influenza, FMD, Hog cholera ● Rapid diagnosis of diseases & marker vaccines ● Risk management on specific animal diseases ● Chronic wasting disease ● West Nile virus
International Conference on Animal Welfare	OIE headquarters Paris, France	23-25 Feb. 2004	To support the OIE in a science-based approach to standards of animal welfare in agriculture and aquaculture	<ul style="list-style-type: none"> ● Scientific approaches on animal welfare ● Support from industry and non profit non governmental organisations in setting up science-based standards on animal welfare ● Link between animal health and welfare
International Conference on the Control of Infectious Animal Diseases by Vaccination	Buenos Aires, Argentina	13-16 Apr. 2004	Examine current, new and future trends in vaccination as a means to control infectious animal diseases	<ul style="list-style-type: none"> ● Experience gained in the control of foot and mouth disease and several other transboundary animal diseases ● Current vaccination methods ● New and future vaccination methods ● Antigen and vaccine banks ● Impact on international regulations and trade
International Conference on Antimicrobial Resistance	<i>(To be announced)</i>	<i>(Last trimester of 2004)</i>	<i>(To be announced)</i>	<i>(To be announced)</i>

La traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine

I. Diffusion de la traction animale et sa place dans les exploitations

E. Vall¹ A.L. Dongmo Ngoutsop²
O. Abakar² C. Meyer¹

Mots-clés

Energie animale – Innovation – Savane – Coton – Tchad – Cameroun – République centrafricaine.

Résumé

La traction animale est exploitée depuis très longtemps en Afrique subsaharienne, mais elle a beaucoup évolué. La zone des savanes d'Afrique centrale compte environ 260 000 attelages (40 p. 100 d'exploitations équipées au Tchad, contre 25 p. 100 au Cameroun et moins de 10 p. 100 en République centrafricaine). La traction bibovine domine. Dans les systèmes de production, l'énergie animale est utilisée surtout pour le labour à la charrue et d'une manière secondaire pour les opérations d'entretien et le transport. La traction animale a des fonctions agronomiques (mécanisation, intégration agriculture-élevage) et des fonctions socio-économiques importantes. La phase d'équipement est un moment stratégique pour l'exploitation. Depuis 1950, les crédits équipements et l'encadrement technique proposés par les sociétés cotonnières ont fortement contribué au développement de la traction animale. Les paysans ont investi une part importante des revenus du coton dans cette technique.

■ INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, l'énergie animale est exploitée depuis des siècles pour le transport. La culture attelée est apparue à la fin du XIX^e siècle. Elle a connu un développement vigoureux depuis les années 1950, sous la houlette des projets de développement des cultures industrielles comme le coton et l'arachide. En l'an 2000, dans les pays d'Afrique subsaharienne francophones le cheptel de trait était estimé à 1,4 million de têtes et les équipements agricoles à 2 millions d'unités (17). Dans cette région du monde, on estime que les animaux de trait fournissent environ 10 p. 100 de l'énergie agricole, derrière le travail manuel (89 p. 100) et loin devant la motorisation (24).

Dans les zones de savanes d'Afrique centrale, l'énergie animale est employée traditionnellement pour le transport à dos d'âne, de cheval et de zébu. Les premières tentatives de mécanisation de l'agri-

culture à traction animale datent de la période coloniale. Cependant, la technique n'a connu son véritable essor qu'après la Seconde Guerre mondiale, à partir de 1950, avec la mise en place des filières cotonnières dans le cadre de projets volontaristes encadrés par l'Etat. La traction animale était considérée comme un facteur essentiel pour l'accroissement rapide et l'intensification de la production du coton et des cultures vivrières. Compte tenu de la présence d'un cheptel de zébus disponible localement et de la capacité du cotonnier, plante à enracinement pivotant, à valoriser un travail de préparation du sol relativement profond, les agronomes ont promu l'utilisation de la traction bibovine et de la charrue légère (2, 3, 20, 31).

Peu à peu, dans les zones de plaine où le niveau de pression foncière justifiait le passage à un système agraire plus intensif (réduction de la durée des jachères et amélioration des travaux de préparation et d'entretien des parcelles) et où la situation sanitaire le permettait, les agriculteurs se sont appropriés la technique. On constate que dès les années 1980, elle est devenue une composante essentielle des systèmes de culture et des stratégies des producteurs d'Afrique centrale. Bien que le modèle dominant soit resté celui de la traction bibovine et du labour à la charrue, la pratique

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

E-mail : eric.vall@cirad.fr ; christian.meyer@cirad.fr

2. Irad/Prasac, Station polyvalente, BP 415, Garoua, Cameroun

s'est diversifiée petit à petit avec le développement du transport, des opérations d'entretien mécanique et la diversification des espèces de trait. La culture cotonnière a été le véritable moteur de la diffusion de la traction animale. Mais depuis le début des années 1990, le contexte de développement de la traction animale se modifie, notamment sous l'effet du désengagement progressif de l'Etat du secteur rural.

L'objectif de ce travail a été, dans une première partie, de revenir sur la place, l'histoire et le rôle de la traction animale dans les systèmes de production de la région. Dans une seconde partie, il a été de présenter les recompositions institutionnelles en cours touchant au « marché » de la traction animale, de préciser les nouveaux enjeux liés à l'ensemble des changements et, pour finir, de définir les priorités de la recherche et du développement dans ce contexte en mutation.

■ REPARTITION ET DIFFUSION DE LA TRACTION ANIMALE DANS LA REGION

Répartition spatiale de la traction animale

Actuellement, la région compte environ 260 000 attelages. Leur répartition est très inégale selon les pays et à l'intérieur des frontières nationales (tableau I). La zone soudanienne du Tchad compte le plus grand nombre d'attelages et les meilleurs taux d'équipements. L'écart n'est pas très marqué entre la préfecture la moins équipée (Logone occidental, 30 p. 100 des paysans propriétaires) et la plus équipée (Mayo-Kebbi, 55 p. 100). Au Nord-Cameroun, environ une exploitation sur quatre possède un attelage. Certaines régions, comme le centre du bassin cotonnier, sont

Tableau I
Statistiques de la traction animale dans les zones de savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine en l'an 2000

	Tchad	Cameroun	Rca	Total
Païres de bovins	160 000	55 000	8 000	223 000
Chevaux	2 000 *	5 000	–	7 000
Anes	5 000 *	25 000	–	30 000
Total attelages	167 000	85 000	8 000	260 000
Taux d'équipement moyen	40 %	25 %	< 10 %	30 %
Département/préfecture plus équipé(e)	55 %	40 %	0 %	–
Département/préfecture moins équipé(e)	30 %	5 %	15 %	–

* Estimations des auteurs
Sources : Ondr, Sodécoton, Sococa

bien pourvues en attelages, d'autres pas, comme les franges nord et sud de la zone cotonnière. Enfin, en République centrafricaine le nombre d'attelages et les taux d'équipement sont très faibles. Actuellement, la traction animale fait une très nette percée dans les provinces du nord-ouest (Ouham et Ouham-Pendé). Cette répartition spatiale de la traction animale traduit en fait une grande diversité régionale des systèmes agraires (figure 1).

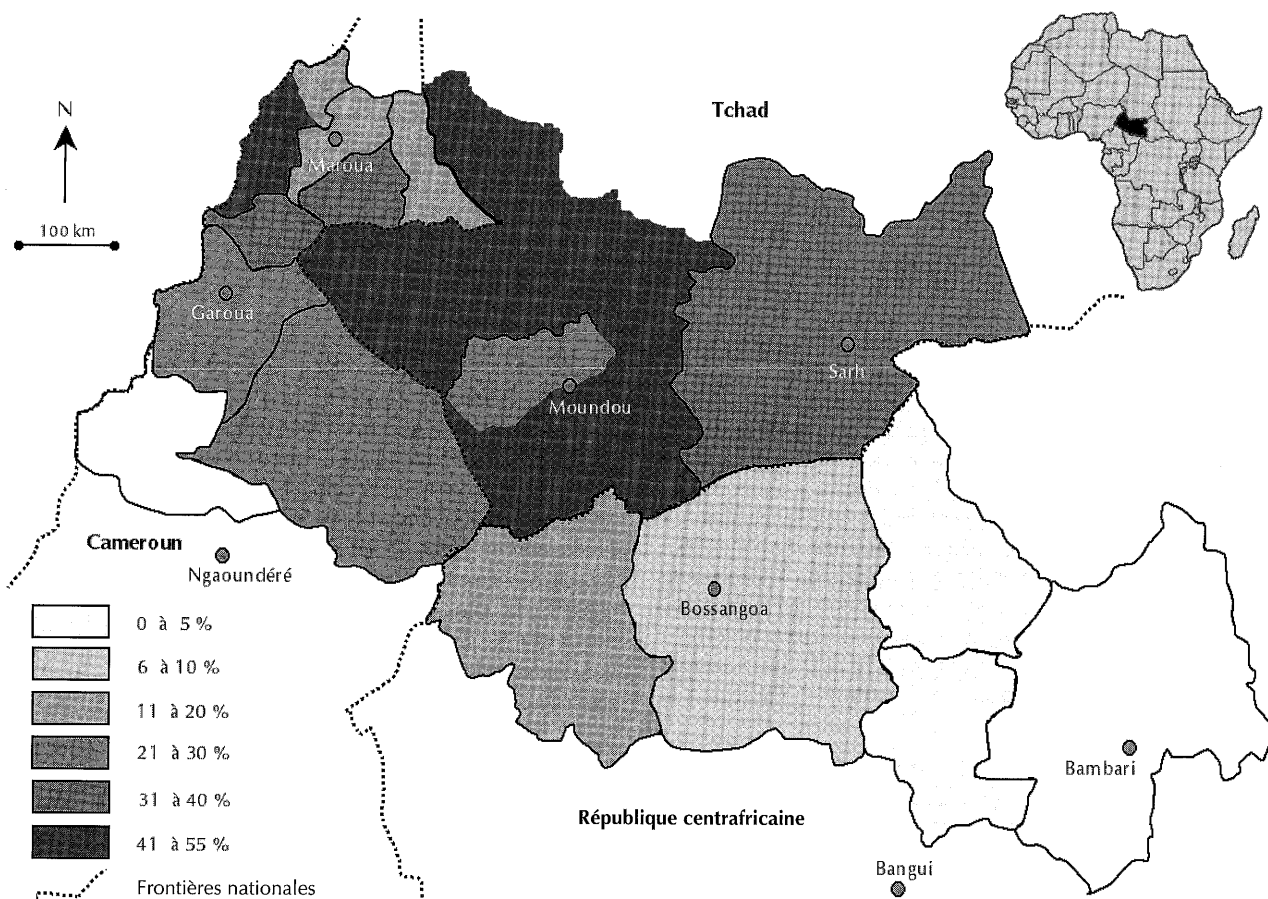


Figure 1 : répartition spatiale de la percée de la traction animale (taux d'équipement en attelage par exploitation agricole) dans les départements du Cameroun et les préfectures du Tchad et de la République centrafricaine (Sources : Ondr, Sodécoton, Sococa, Prasad).

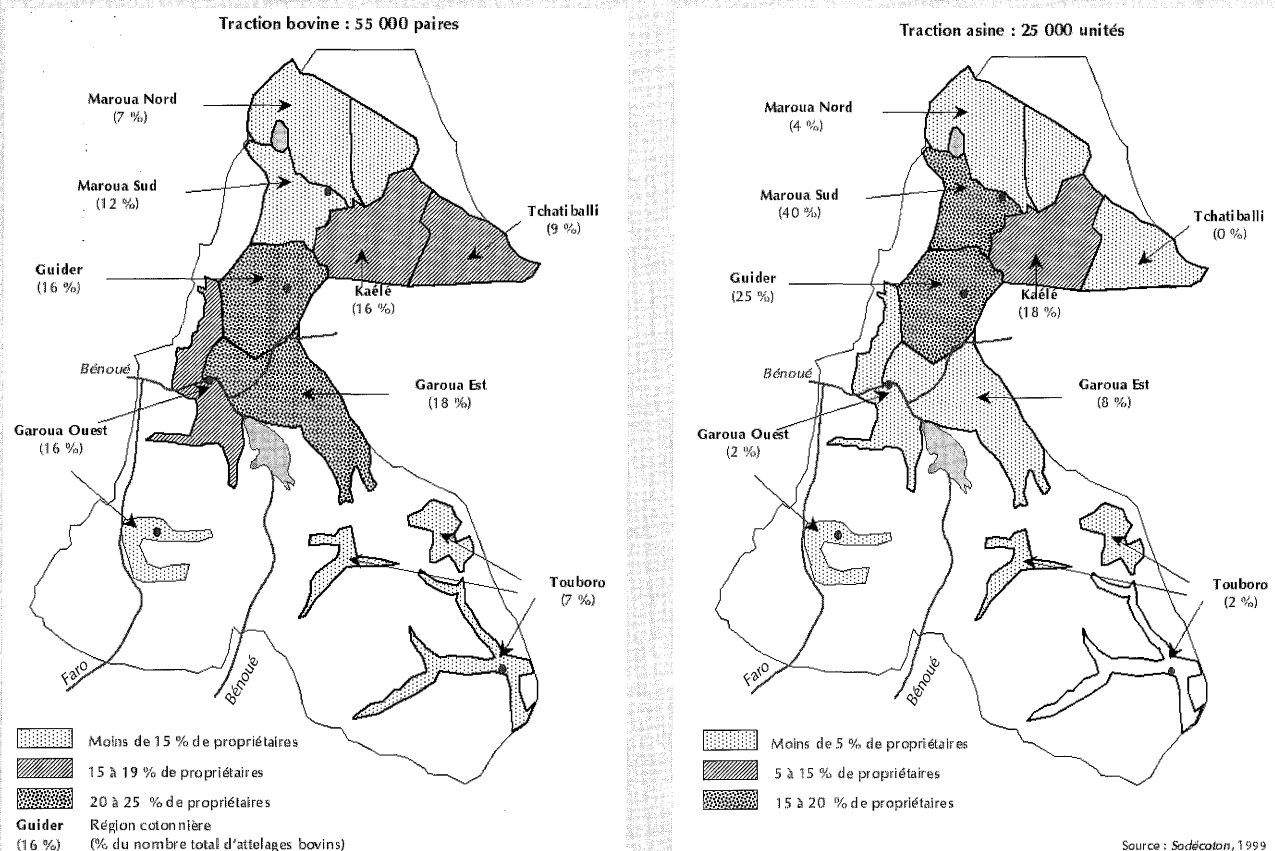
En République centrafricaine, la traction animale est peu développée. La densité de population est généralement faible (bien souvent inférieure à 5 hab./km²) et, dans cet environnement forestier, les systèmes agraires les plus durables sont de type abatti-brûlis avec jachère de longue durée (25, 38). Les pratiques d'exploitation extensives sont plus rentables et n'impliquent pas un investissement visant l'augmentation de la productivité du travail. La culture attelée n'est pas prioritaire pour l'agriculteur. Dans les préfectures les moins habitées, le taux d'équipement est proche de zéro (Nana-Grébizi, Kémo, Ouaka). Dans les zones plus peuplées du nord-ouest (20 hab./km²), la pression foncière rend nécessaire une évolution du système agraire et la société cotonnière encourage l'extension de la traction animale par des actions de crédit. Les agriculteurs sont demandeurs d'attelages puissants, comme la paire

de bovins, en raison de la pression des adventices, mais leurs possibilités financières sont limitées et le manque de fournisseurs d'équipements freine la progression de la traction animale.

Dans le Nord-Cameroun, la traction animale est mieux implantée et les espèces utilisées sont diverses (encadré 1). En moyenne, 85 p. 100 des agriculteurs ont régulièrement recours à la culture attelée et 60 p. 100 grâce aux pratiques de location (6, 8). Dans les plaines de l'Extrême-Nord, les densités de population sont élevées (plus de 60 hab./km²) et les jachères ont pratiquement disparu. Les agriculteurs pratiquent un système de culture à base de sorgho pluvial et de coton. La traction animale est utilisée principalement pour le labour des parcelles de coton et concerne peu le sorgho (en dehors du sarclage). Dans les plaines du Nord, les systèmes de culture s'appuient sur trois cultures dominantes l'arachide, le coton et

Encadré 1

DIVERSITÉ ET RÉPARTITION SPATIALE DES ATTELAGES AU NORD-CAMEROUN



En 1999, le Nord-Cameroun compte 110 000 bovins, mâles à 95 p. 100. La race White Fulani (Bororo Akou) domine, suivie de la Red Fulani (Bororo Djafoun). Adultes, les mâles pèsent entre 350 et 500 kg. Historiquement introduite dans l'Extrême-Nord près de Kaélé, la traction bovine reste importante en pays Moundang et Toupouri. Aujourd'hui, elle se développe dans la basse vallée de la Bénoué et autour de Guider.

La traction asine est très présente dans les régions de Guider et de Maroua-Sud qui concentrent 70 p. 100 des effectifs. Dans ces régions, les paysans ont des besoins de traction limités (petites exploitations, pression des adventices moins forte en début de cycle, sols caillouteux...) et des possibilités financières modestes. Au Sud, cette espèce est au contraire peu prisée (manque de puissance, sensibilité à la trypanosomose). Actuellement, on compte

25 000 ânes de trait environ. Ils mesurent 100 cm au garrot et pèsent entre 120 et 130 kg à l'âge adulte.

Les trois races traditionnelles de grands chevaux, Dongolaw, Barbe et Arabe (250 à 300 kg de poids vif, 140 à 150 cm de hauteur au garrot), sont peu recherchées par les paysans qui préfèrent atteler des poneys Museys (poneys du Logone) moins chers, plus rustiques et faciles à entretenir (environ 200 kg de poids vif). Cette race était en voie d'extinction jusqu'en 1990. Elle connaît désormais un regain sensible, surtout dans l'Extrême-Nord et paradoxalement chez les migrants de la région de Touboro où l'achat d'un poney de trait s'apparente à une stratégie défensive face à la mortalité élevée de bétail.

Sources : Dromard, 1986, Sodécoton ; Ebangi, Vall, 1998, Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. ; Seignobos et coll., 1987, lemvt ; Vall, 1996, Cirad-emvt

le maïs, semées dans cet ordre chronologique. Les paysans utilisent la traction animale sur les trois cultures pour la préparation des parcelles (labour à la charrue) et l'entretien des cultures (sarclage, buttage). Les départements septentrionaux (Diamaré, Mayo-Danay, Mayo-Sava) et méridionaux (Mayo-Rey, Poli) sont les moins pourvus en attelages. Au Sud, la situation sanitaire du bétail et la concurrence entre les herbicides et le labour mécanique expliquent une percée moyenne de la traction animale. Au nord du bassin cotonnier, peu arrosé (600 à 700 mm/an), le labour à la charrue ne constitue pas une priorité dans des systèmes de production dominés par le sorgho pluvial. C'est une plante que l'on sème sans préparation du sol dès la première pluie utile.

Dans la zone soudanienne du Tchad, la traction animale est très développée et dominée par l'utilisation des paires de bovins (27). Comme au Nord-Cameroun, la pression foncière dans les terroirs a conduit les populations à adopter des systèmes à traction animale légère et des jachères de très courte durée. L'agriculture de la zone soudanienne du Tchad se distingue de celle du Nord-Cameroun par son faible niveau de consommation d'intrants (engrais et herbicides). Aussi, la pratique très répandue des cultures associées entrave la mécanisation des sarclages. Les attelages sont surtout utilisés pour le labour à la charrue, le buttage et le transport à charrette. Les équipements d'entretien sont peu répandus. Pourtant, de l'avis de différents auteurs (29, 34), les sarclages constituent un goulot d'étranglement, en grande partie responsable des performances agricoles moyennes enregistrées (coton en moyenne 700 kg/ha, ensemble des céréales 600 kg/ha, arachide 700 kg/ha).

Histoire du développement régional de la traction animale

Dans la zone soudanienne du Tchad, l'appropriation de la traction animale a démarré véritablement au milieu des années 1960 avec la création de l'Ondr¹ en 1965, après plus de 15 ans d'opérations d'incitations conduites par le Bdpa² (11, 35). A la veille des troubles politico-militaires marquant la fin des années 1970, le Tchad dénombrait 64 000 paires de bovins (figure 2). Durant les années de guerre, la production cotonnière s'est effondrée, la traction animale a régressé de 3 500 unités environ. Le calme revenu,

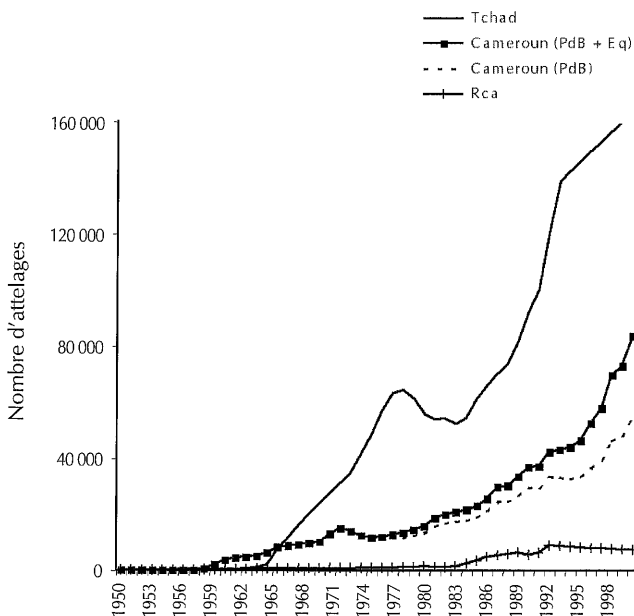


Figure 2 : évolution du nombre d'attelages dans les zones de savanes cotonnières du Cameroun, du Tchad et de République centrafricaine de 1950 à nos jours. PdB : paire de bovins ; Eq : équins ; sources : Ondr, Sodécoton, Sococa).

l'Ondr a relancé, dès 1986, une opération de crédit et le rythme de l'équipement a repris vigoureusement. La zone soudanienne a atteint 140 000 paires de bovins en 1992 (27). Depuis une dizaine d'années, la poussée de l'innovation est moins forte. Le niveau moyen d'équipement de la région s'est rapproché probablement d'un niveau suffisant pour permettre aux non-propriétaires d'accéder à un attelage par la location dans des conditions acceptables de prix et de délais d'attente, ce qui expliquerait en partie le fléchissement observé. Une autre cause du ralentissement est probablement liée à l'offre erratique de matériels. Contrairement au Cameroun, le Tchad a toujours été fortement dépendant des importations de matériels agricoles, surtout depuis la fermeture de la Simat³ en 1999. Depuis 1995, l'Ondr lance chaque année un appel d'offres pour s'approvisionner en matériels agricoles. De nombreux dysfonctionnements ont conduit à une offre très irrégulière de matériels et parfois à de véritables pénuries notamment en 1995, 1998, 1999 (statistiques Ondr). Enfin, l'épuisement du fonds de crédit « traction animale » mis en place en 1983 a contribué aussi au ralentissement de la dynamique d'équipement.

Au Nord-Cameroun, après une phase de développement lente et hésitante de 1950 à 1974 (5, 14, 15) sous l'impulsion de la Cfdt⁴ et du Semnord⁵, phase ponctuée par une régression de la traction animale durant les sécheresses des années 1970, le rythme de l'équipement s'est considérablement accéléré depuis le début des années 1980. La Sodécoton⁶ en a fait un des « fers de lance » de l'intensification de la production du coton et des vivriers (31). De 1980 à nos jours, le développement de la traction animale s'est caractérisé par la diversification des attelages et l'enracinement de la pratique (37). Diversification, tout d'abord, avec la progression importante de la traction asine dans l'Extrême-Nord où de nombreux paysans cultivant de petites superficies (2 à 3 ha) ont trouvé cet attelage adapté à leurs besoins agricoles et économiques à l'achat comme à l'entretien. Enracinement ensuite car, malgré un taux d'équipement moyen, aujourd'hui 85 p. 100 des paysans ont régulièrement recours à la culture attelée (6, 8). Depuis 20 ans, les chocs économiques qui ont touché l'économie du pays et la filière cotonnière n'ont pas affecté le rythme d'appropriation de la traction animale. Il s'est maintenu et tend à s'accélérer depuis 1995 avec 6 000 unités de plus chaque année, ce qui laisse à penser que le taux de 40 à 50 p. 100 d'exploitations équipées pourrait être atteint vers 2010. La traction animale est devenue une composante essentielle des stratégies des agriculteurs.

En République centrafricaine, les premiers essais de dressage de zébus Bororo et de taurins importés d'Afrique de l'Ouest dans les années 1950 eurent peu d'impact (23). Les débuts du crédit à l'équipement datent de la fin des années 1960. En 1970, le nombre d'attelages a atteint environ 1 500 unités. Durant la réforme agraire de 1971 à 1974, le développement de la traction bovine a été arrêté net au profit de la motorisation. A partir de 1975, le développement agricole a repris sur l'ensemble de la zone cotonnière avec une intensité variable suivant les régions. La traction bovine a diffusé plus vite dans les préfectures du nord-ouest, Ouham-Pendé notamment. Dans ce pays, les matériels ont toujours été importés, principalement du Cameroun, et ont toujours coûté excessivement cher, environ deux fois plus qu'au Cameroun, ce qui a aussi constitué un frein à l'équipement pour les paysans. Aussi, l'artisanat du fer ne s'est jamais développé et les paysans n'ont jamais pu

¹ Office national de développement rural

² Bureau de développement de la production agricole

³ Société industrielle de matériels agricoles du Tchad

⁴ Compagnie française pour le développement des fibres textiles

⁵ Secteur de modernisation du Nord-Cameroun

⁶ Société de développement du coton au Cameroun

compter sur cette possibilité. En République centrafricaine, la traction animale a atteint un sommet en 1991 avec près de 9 000 paires de bovins. Par la suite, la traction animale a régressé, suite à l'arrêt des crédits et à la fermeture des centres de dressage. Entre 1991 et 1994, le nombre de paires de bœufs a diminué de 12 p. 100, la proportion des charrues hors service est passée de 7 à 22 p. 100 (statistiques de la Sococa ⁷). En 1995, la Sococa dénombrait à peine 8 000 paires de bœufs. En réaction, elle a lancé en 1996 une opération de crédits à moyen terme pour l'équipement. Depuis, les événements politiques ont profondément perturbé l'essor économique de ce pays et de l'agriculture en particulier.

Rôle moteur des cultures industrielles et des services d'appui

Dans ces trois pays, les revenus du coton relayés par les opérations de « crédit équipements » et de vulgarisation ont largement contribué à l'extension de la technique. Les sociétés cotonnières se sont également appuyées sur des industries locales (Tropic, Manucycle, Simat) et étrangères (Bourguignon, Gouvy...) pour proposer aux producteurs une gamme de matériels certes peu étendue (deux ou trois modèles pour chaque type d'outils) mais de bonne qualité et dont le corollaire a été un prix élevé. Ce lien entre la dynamique cotonnière et la traction animale est parfaitement illustré par le parallélisme des courbes sur la figure 3.

Le financement de l'attelage a été, et reste, basé sur le revenu du coton (28). Un producteur de coton connaît, approximativement, les revenus et les charges de sa culture dès le mois d'octobre, soit environ six mois avant la commercialisation. Il peut concevoir un projet d'équipement et se préparer en conséquence, c'est-à-dire mobiliser, le cas échéant, des ressources financières complémentaires (céréales, animaux, crédit...). Cependant, les systèmes sont peu productifs et les surplus commercialisables sont modestes. Un suivi de plusieurs exploitations agricoles cotonnières modestes du Nord-Cameroun (trois hectares environ) a montré que la capacité d'autofinancement annuelle du ménage agricole dépassait rarement 100 000 Fcfa, c'est-à-dire l'équivalent du prix d'un taurillon (40). La superficie moyenne des exploitations de la région étant de 2,5 hectares (16), on comprend la lenteur du processus d'équipement. De telles prévisions sont encore beaucoup plus incertaines lorsqu'il n'existe localement ni culture industrielle, ni filière intégrée.

Dans les zones où l'on pratique une culture industrielle, les seuls systèmes de crédits à l'équipement de masse viables sont ceux

⁷ Société cotonnière centrafricaine

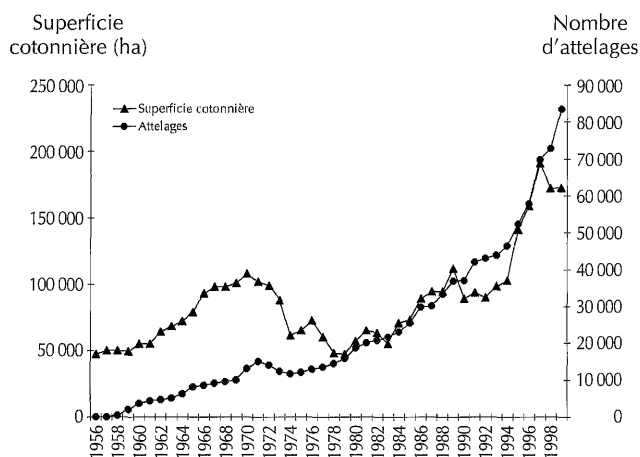


Figure 3 : évolution de la superficie cotonnière (Sfc) et du nombre d'attelages au Nord-Cameroun de 1950 à nos jours (source : Sodécoton).

gérés par la société de développement en place (Ondr, Sodécoton, Sococa) en substitution, et parfois en association, à une institution financière. Pour limiter les risques financiers, le prêt ne concerne que l'équipement et jamais l'animal, les annuités sont déduites directement du produit de la culture industrielle. Chaque année, la Sodécoton effectue des crédits à court terme pour le matériel agricole d'un montant compris entre 400 et 700 millions Fcfa (33). Au Tchad, l'Ondr en liaison avec la CotonTchad gère depuis 1983 un fonds annuel de crédit à l'équipement qui s'est élevé initialement à 800 millions de Fcfa par an (39). En 1996, la Sococa a engagé un fonds de 600 millions de Fcfa pour relancer le crédit à l'équipement (38). Malheureusement, au Tchad et en République centrafricaine depuis cinq ans environ, les fonds réellement engagés sont nettement inférieurs aux sommes prévues. Depuis quelques années, dans les trois pays, des services financiers décentralisés (caisses villageoises d'épargne et de crédit, coopératives d'épargne et de crédit, crédit mutuel) expérimentent des formules de crédit (19, 26, 39). Mais leur offre reste très limitée en raison d'une certaine incompatibilité entre les conditions de crédit proposées (taux d'intérêts élevés) et la rentabilité immédiate de ce type d'investissement.

Le passage de la culture manuelle à la culture attelée nécessite un apprentissage technique important, puisque le paysan adopte un nouveau système de culture qui va profondément agir sur l'organisation de l'activité agricole du ménage, contribuant à la saturation du calendrier agricole. Depuis 50 ans, tous les services de développement se sont beaucoup investis sur les appuis techniques (conduite des animaux, suivi sanitaire, réglages des outils, itinéraires techniques...); il paraît superflu d'insister davantage sur cette composante essentielle du développement de la traction animale.

En conséquence, dans les zones où une culture industrielle et des actions de développement coordonnées par une intervention publique sont présentes, la diffusion conséquente de la traction animale est possible à condition que les systèmes agraires se prêtent à l'adoption d'une mécanisation légère à traction animale, ce qui n'a longtemps pas été le cas en République centrafricaine. Aussi, lorsqu'un niveau de diffusion suffisant est atteint, un épisode de crise de la filière industrielle ou bien le désengagement de l'Etat n'entraîne pas un effondrement de la pratique. Peu de paysans sont prêts à abandonner leur attelage pour revenir à la culture manuelle. De plus, dans de telles situations, des acteurs privés se positionnent sur le marché de la traction animale et les paysans eux-mêmes prennent en charge certaines fonctions (apprentissage, dépannage, location...), comme nous le verrons dans la seconde partie.

Importance du suivi sanitaire des animaux de trait

Dans cette zone majoritairement soudano-sahélienne, caractérisée par une situation sanitaire peu favorable (trypanosomoses, maladies liées aux tiques...), le suivi vétérinaire des animaux de trait a été et reste encore aujourd'hui une composante essentielle pour le maintien de la traction animale.

En République centrafricaine, la Fédération nationale des éleveurs centrafricains (Fnc) avait bien résolu le problème pour l'élevage pastoral avec un service vétérinaire très efficace (3). Malheureusement, les propriétaires d'attelages ayant été très peu représentés dans la fédération, le bétail de trait n'a jamais bénéficié de ce service.

Au Tchad en 1975, les services de l'élevage ont créé les groupes de défenses sanitaires (Gds). Les Gds sont des associations d'agriculteurs prenant en charge les soins des animaux de trait avec l'appui d'une quarantaine d'agents des services de l'élevage. En 1990, on dénombrait environ 650 Gds (22). Sous la houlette de la

privatisation, certains agents de l'élevage sont devenus des mandataires. Mais ils couvrent des superficies importantes et connaissent des difficultés pour approvisionner les producteurs en médicaments. Aujourd'hui, les fonds déposés dans les Gds sont insuffisants pour couvrir les besoins et approvisionner les stocks de médicaments.

Au Cameroun, les services de l'élevage ont toujours ignoré les animaux de trait. Consciente du problème qui se posait, surtout dans le sud du bassin cotonnier, la Sodécoton a créé son propre service élevage en 1978. Aujourd'hui, ce service est coiffé par la Sodécoton et par l'organisation des producteurs de coton (4). La prophylaxie recommandée est axée sur des vaccinations (péripleurésie, charbons et pasteurellose), les déparasitages internes (deux fois par an, au début et à la fin de la saison sèche), la lutte contre les tiques, vecteurs de la dermatophilose (applications de produit *pour-on* en saison des pluies), et la lutte contre les trypanosomes (chimiothérapie adaptée selon les zones à risques). Le coût d'une prophylaxie minimale est estimé à 7 600 Fcfa par bovin adulte et par an. Cette norme est loin d'être atteinte. Dans le sud du bassin cotonnier, les dépenses effectives des paysans s'en approchent en raison d'une pression sanitaire plus forte (7 000 Fcfa par an). Dans les autres régions, on en est loin et les dépenses diminuent plus on progresse vers les zones arides (3 500 Fcfa à Garoua, 2 000 Fcfa à Guider, 1 000 Fcfa à Maroua).

Dans le domaine de la santé, même si aujourd'hui les trypanosomes sont en net repli, suite aux défrichements agricoles des populations qui s'installent en zone soudanienne, des progrès sont encore possibles pour réduire la mortalité (qui s'élève à environ 10 p. 100 pour les bovins) et la morbidité du bétail (plaies dorsales de dermatophilose aggravées par le joug, parasitoses gastro-intestinales...).

■ PLACE DE LA TRACTION ANIMALE DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Les producteurs de la région dirigent le plus souvent des exploitations familiales dont la superficie cultivée est comprise entre 1 et 15 hectares (16). Pour ces hommes et ces femmes, l'énergie animale est un auxiliaire déterminant pour augmenter la productivité par actif et diversifier les sources de revenus. Dans les systèmes marqués par la disparition de la jachère et l'intensification par le travail, la culture attelée facilite la maîtrise des adventices, agit sur la gestion de l'eau à la parcelle et, grâce à la fumure animale, contribue modestement à l'entretien de la fertilité. L'énergie animale permet l'augmentation de la surface cultivée par unité de production. Mais l'accès à un attelage pose encore beaucoup de difficultés à de nombreux paysans.

Phase d'équipement

Moment stratégique dans la vie de l'exploitation

Le passage de la culture manuelle à la culture attelée ou encore l'acquisition d'un nouvel attelage sont toujours associés à une stratégie de financement et à un projet de l'agriculteur à moyen terme (extension de la surface cultivée, diversification des productions et des activités...). Aussi, pour l'agriculteur, le choix de l'attelage met en jeu des éléments techniques, économiques et stratégiques en interaction comme l'indique la figure 4.

Les principaux éléments techniques pris en compte sont les conditions locales d'enherbement, le type de sol (lourd, léger...) et l'environnement parasitaire (glossines, tiques...). On peut constater qu'ils sont tous largement influencés par les conditions climatiques. Ces éléments vont jouer sur le choix de l'espèce animale (adaptation aux conditions environnementales, capacités de travail...) et sur le choix des caractéristiques des équipements (charrues lourdes, légères...). Aujourd'hui ces éléments techniques et les

critères de conformation des animaux pour le travail (aplombs...) sont bien maîtrisés par les paysans (37). On peut s'étonner toutefois, d'une part, d'un certain conformisme des agriculteurs qui placent généralement en priorité l'achat d'une paire de bovins quelle que soit la taille de leur exploitation et, d'autre part, du manque de vision progressive sur l'équipement (beaucoup de paysans s'estiment suffisamment équipés avec seulement une charrue...).

Les éléments économiques pris en compte par l'agriculteur sont principalement la capacité d'autofinancement ainsi que la recherche d'une meilleure rentabilité de l'activité agricole. La capacité d'autofinancement du producteur dépend des résultats économiques du système de production (équilibre recettes/dépenses, performances techniques...), de l'habileté de l'agriculteur à gérer les différentes formes d'épargne domestiques, de son aptitude à mobiliser des aides au financement et de sa faculté à contrôler les dépenses non prioritaires. Mais plusieurs études ont montré que les paysans ont une représentation assez vague du fonctionnement économique de leur exploitation. Dans leurs pratiques de gestion, l'incertitude prédomine ; la prévision et l'avenir sont rarement envisagés au-delà d'une campagne (7). Pour les agroéconomistes aussi, cet aspect du fonctionnement économique de l'exploitation (pratiques de gestion de trésorerie, pratiques d'épargne...) reste méconnu (30). La capacité d'autofinancement se résume bien souvent à ce qui reste de l'argent du coton après le règlement des nombreuses dettes, plus l'argent du reliquat de céréales non consommées durant la saison sèche. L'amélioration de la rentabilité de l'activité agricole est difficile à quantifier et les agriculteurs ont des difficultés à exprimer leurs attentes dans ce domaine. En général, ils citent (par ordre d'importance décroissant) l'augmentation de la surface cultivée, de meilleurs rendements, et une meilleure intégration agriculture élevage génératrice de revenus directs et indirects.

Les éléments stratégiques représentent les projets de l'agriculteur. Ces derniers dépendent de la situation du producteur et des objectifs visés à moyen terme. La disponibilité locale en terres agricoles et la possibilité de mobiliser de la main-d'œuvre agricole supplémentaire sont deux éléments déterminants du projet d'équipement dans une perspective de rentabilisation. Mais les agriculteurs ont beaucoup de difficultés à se projeter dans l'avenir compte tenu des nombreuses incertitudes auxquelles ils sont confrontés (prix, pluie...) et de leur manque d'information. Il est toujours très difficile de les faire s'exprimer sur ce qu'ils attendent d'un attelage et en quoi cela va changer leurs conditions de travail et les performances technico-économiques de l'exploitation.

Le choix d'un attelage est encore subordonné à des facteurs socio-économiques, comme les tabous et les usages coutumiers,

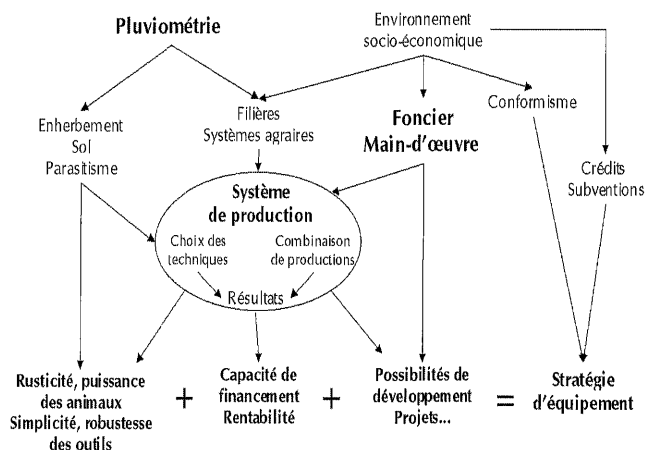


Figure 4 : éléments pris en compte lors du choix d'un attelage.

les phénomènes de suivisme, la politique agricole... Notons enfin que les opportunités d'aide au financement (crédits, subventions) peuvent jouer un rôle décisif sur la décision finale de l'agriculteur et le faire opter pour un choix contraire à une logique purement technique.

Période difficile pour le producteur

Les producteurs ont des difficultés à dégager les fonds nécessaires au financement d'un attelage sur le revenu agricole. Aujourd'hui, il n'y a pratiquement que les sociétés cotonnières et l'Ondr qui proposent des crédits pour les équipements. De plus en plus de producteurs sont à la recherche d'outils bon marché et se fournissent chez les artisans forgerons (18). Pour l'animal, ils doivent compter sur leur capacité d'autofinancement qui dépend en grande partie du revenu du coton (28). Le plus souvent, ils achètent directement leurs animaux chez un éleveur, parfois sur les marchés (6). Ils le prélèvent rarement sur leur troupeau, bien souvent faute d'avoir un troupeau. L'opération se fait généralement après le paiement du coton (donc au cours du premier trimestre de l'année civile) et requiert presque toujours un complément financier apporté par la vente de céréales (40). Un schéma d'équipement maintes fois rencontré dans la région de Garoua est décrit à titre d'illustration dans l'encadré 2.

Aujourd'hui, la pression foncière s'accroît dans de nombreuses zones agricoles. Lorsqu'un certain niveau est atteint, le développement des exploitations agricoles ne peut plus se faire par une extension de la surface cultivée. Dans ces conditions, les jeunes qui s'installent ont des difficultés à constituer une réserve foncière suffisante. Pour eux, l'investissement dans un attelage lourd et coûteux, comme la paire de bœufs, fait peser sur leurs épaules un risque élevé de surendettement. Avec eux, il faut repenser totalement les stratégies d'équipement et proposer des outils de conseil et des aides au financement prenant en compte leur situation et leurs projets à moyen terme, de manière à ce qu'ils puissent s'orienter vers un équipement adapté à leurs besoins (40).

Fonctions agronomiques

Mécanisation des systèmes de culture

L'attelage peut être utilisé à toutes les étapes du calendrier agricole (9). Dans cette région à pluviométrie comprise entre 700 et 1 500 mm par an, la traction animale est principalement utilisée dès le retour des premières pluies utiles pour la préparation des parcelles de coton, de maïs et d'arachide au moyen du labour à la charrue (encadré 3). Cette opération permet le décompactage du sol et l'enfouissement de la matière organique et des mauvaises herbes (42). Dans les zones peu arrosées, les agriculteurs ont recours à des attelages légers, comme les ânes de trait et effectuent un travail du sol superficiel (8). Dans les zones plus humides, la pression des adventices est forte, le labour requiert une puissance importante, les paysans préfèrent les paires de bovins. Au Nord-Cameroun, grâce à la Sodécoton qui a vulgarisé l'utilisation des herbicides, les paysans parviennent à réduire les travaux de préparation du sol. Depuis quelques années, la demande des agriculteurs se porte de plus en plus sur les charrues légères (9 pouces), car l'utilisation des herbicides n'exige plus le même travail d'enfouissement des adventices.

Aujourd'hui, le taux d'équipement en charrues atteint bien souvent un niveau suffisant pour que les priorités des paysans se reportent sur l'acquisition de matériels d'entretien. Au Cameroun, depuis quelques années, les ventes de sarcleurs et de corps butteurs prennent l'ascendant sur les ventes de charrues (statistiques de la Sodécoton). Au Tchad, les butteurs se vendent plus que les sarcleurs (statistiques de l'Ondr). Bien que la mécanisation des opérations d'entretien des cultures progresse, elle reste loin derrière le labour

Encadré 2

SCHÉMA D'ÉQUIPEMENT SOUVENT DÉCRIT DANS LA RÉGION DE GAROUA

Lorsqu'un jeune agriculteur s'installe, ses revenus sont souvent insuffisants pour acquérir un attelage. Ses efforts se portent sur l'acquisition de parcelles, sur le règlement de la dot grâce au revenu d'activités extra-agricoles et de cultures peu exigeantes en intrants (arachide...). Après quelques années, lorsqu'il s'est constitué une réserve foncière de deux à trois hectares, sa capacité d'autofinancement lui permet d'envisager l'achat d'un taurillon (80 000 à 100 000 Fcfa), au prix d'économies sévères sur les autres dépenses du ménage. La constitution d'une paire complète prend alors deux à trois années. Certains s'associent pendant cette période de transition pour constituer une paire de bœufs. Durant la phase d'équipement, l'agriculteur augmente la part du coton dans son assolement. Dans les années qui suivent l'acquisition de l'attelage, on constate une nouvelle augmentation de la réserve foncière, mais elle reste toujours proportionnée à la possibilité de mobiliser une main-d'œuvre agricole suffisante pour les opérations d'entretien et pour les récoltes.

Source : Cuvier, 1999, Cirad-émvt

à la charrue. Le Cameroun et le Tchad ne dénombrent respectivement qu'un ensemble sarcleur pour 4 et 14 charrues (27, 33). Avant la mécanisation, les semis de céréales (mil, sorgho) et de légumineuses (niébé, arachide) étaient effectués précocement sans travail du sol important, les adventices étant éparées au démarrage des pluies. L'introduction de nouvelles plantes cultivées (coton, maïs...) a allongé la période des semis en raison des exigences de culture de ces plantes, rendant nécessaire une préparation du sol au moyen du labour pour enfouir les adventices et la matière organique et ameublir le sol. Mais, la pénibilité du labour manuel a limité l'extension des surfaces cultivées. L'attelage et la charrue ont levé cette contrainte. Durant les 40 premières années de développement de la traction animale, l'attrait des paysans pour la culture attelée a d'abord porté sur la mécanisation du labour à la charrue. La traction animale est entrée dans les systèmes de culture d'abord par les opérations exigeant le plus d'énergie agricole et le moins de technicité. Depuis une dizaine d'années, les paysans mécanisent de plus en plus les chantiers d'entretien (sarclage et buttage). Certains voient dans ces techniques la possibilité de desserrer les contraintes de main-d'œuvre dans le calendrier agricole. D'autres, placés sous contrainte de pression foncière, optent pour ces techniques afin d'améliorer leur production sur une surface cultivée limitée. Aujourd'hui, la traction animale progresse par de telles pratiques, plus exigeantes en technicité (respect des semis en lignes et des dates d'intervention...), mais plus économes en énergie de traction.

Intégration agriculture-élevage et conduite des animaux de trait

L'intégration agriculture-élevage correspond à une forme d'intensification basée sur une gestion raisonnée des flux de matière organique et d'énergie disponibles sur les terroirs et les exploitations. À l'échelle individuelle, l'attelage est un maillon essentiel de l'intégration par son apport d'énergie agricole et pour le recyclage des résidus de culture. Elle s'appuie sur un mode de conduite des animaux de trait en stabulation. Promu puis critiqué par les agronomes et les zootechniciens (21), le modèle techniciste s'est brisé sur la réalité socio-économique des exploitations (charges de travail largement sous-estimées, rentabilité économique et capacités financières des paysans surévaluées). En définitive, on constate que les paysans ont développé des modalités d'intégration de l'agriculture et de l'élevage mettant en jeu des pratiques collectives qui prennent

Encadré 3**CULTURE ATTELÉE AU NORD-CAMEROUN****Labour**

Avec le labour, l'objectif poursuivi par les paysans est la préparation d'un lit de semences dégagé d'adventices et décompacté en surface pour favoriser la pénétration des pluies et la germination rapide des graines. Le labour est effectué après la première ou la seconde pluie utile, juste avant le semis. Le travail du sol est inférieur à 15 cm, avec des sillons disjoints. Les bovins sont attelés à des charrues 9 ou 11 pouces et les ânes à des charrues 7 pouces. Les parcelles mesurent généralement moins de 100 m ce qui occasionne de fréquents demi-tours en fin de raie. Ceci conduit les agriculteurs à se défaire de la roulette qui alourdit le maniement de l'outil et incline leur préférence pour les matériels légers (charrue 9 pouces). Le cotonnier bénéficie le plus du labour à la charrue (70 p. 100 de la surface cotonnière), suivi du maïs et de l'arachide. Les premiers semis (mils, sorgho djigari) sont presque toujours effectués sans labour préalable. Dans le sud du bassin cotonnier, de plus en plus de paysans remplacent le labour mécanique par un désherbage à l'herbicide (glyphosate). Ce type de semis direct est appelé localement le « labour chimique ».

Sarclage

Dans le calendrier agricole de début de saison, le labour et le semis sont toujours prioritaires sur le premier désherbage. Certains paysans fractionnent le semis du sorgho en deux vagues pour étaler les premiers sarclages. Compte tenu de l'incertitude sur la pluviométrie à venir, la stratégie des paysans consiste à semer le plus de surface possible quitte à en abandonner une partie plus tard. Quelle que soit la culture, le premier sarclage est tardif (25 à 30 jours après le semis). A partir de cette date, le désherbage constitue un goulot d'étranglement majeur dans les calendriers agricoles des exploitations. En général, le coton et le maïs sont sarclés deux fois, puis buttés. L'arachide est sarclée une fois, parfois deux. Le sorgho n'est sarclé qu'une seule fois. Faute d'équipement, la majorité des sarclages sont effectués à la main. Il faut compter 25 à 35 jours par hectare par personne. Les chantiers avancent lentement, ce qui entretient les désherbages tardifs avec pour conséquences des pertes de production importantes (concurrentes culture/adventices) et des abandons de parcelles envahies par les adventices. La mécanisation du désherbage, en réduisant significativement la durée d'intervention, pourrait contribuer à résorber le problème. Mais les raisons du maintien du désherbage manuel sont nombreuses (multifonctionnalité, coût de l'équipement, pratiques des cultures associées, défauts de certains outils...). Certains agriculteurs sarclent à la charrue en effectuant deux passages par sillon.

Buttage

Avec le buttage, trois objectifs sont poursuivis : i) éviter les excès d'eau au cours du cycle, ii) désherber et iii) recouvrir l'urée épandue juste avant. La Sodécoton recommande de butter entre 30 et 40 jours après la levée. C'est une pratique qui concerne surtout le sud du bassin cotonnier, plus arrosé, où l'emploi d'urée et un désherbage à 40 jours se justifient plus que dans l'Extrême-Nord.

Sources : Aboubakary, 2001, Fasa ; Tchinsahbe Pabame, 2002, Fasa ; Vall, Huguenot, 2001, Columa ; Vandendael, 2000, FusaGx

en compte leur force de travail et leur capacité financière. Ils se sont appuyés sur la mobilité des animaux pour les conduire à la ressource et non l'inverse. Ils ont recours à des pratiques individuelles ou collectives visant à réduire les charges de travail comme la vaine pâture, les troupeaux villageois, les contrats de fumure, la constitution de meules de paille au champ protégées par des épines (12). Les stocks fourragers sur l'exploitation sont limités et servent d'appoint en fin de saison sèche. La fumure animale est principalement épandue sur les champs de case. Notons que, dans les zones semi-arides, du fait de la rareté des ressources, les pratiques d'intégration sont plus développées qu'en zone soudanienne. Il en va de même lorsque la pression foncière augmente.

Aujourd'hui, le dressage ne pose plus de véritable problème. Le gardiennage est fréquemment résolu par la constitution d'un troupeau de village gardé par un berger. La nuit, les animaux sont placés à l'intérieur des concessions familiales. Les dépenses d'alimentation se résument souvent à l'achat de deux sacs de tourteau de coton par an, distribués en fin de saison sèche. Dans les zones arides, les producteurs couvrent d'épineux les meules de pailles de céréales confectionnées sur les parcelles et font pâturer les animaux au champ.

Fonctions socio-économiques

L'adoption de la traction animale renforce la composante élevage de l'exploitation, ce qui pour le ménage agricole a des incidences multiples sur les performances technico-économiques, sur l'organisation du travail (tâches supplémentaires liées au gardiennage et à l'entretien des animaux), sur les dépenses (alimentation, santé et garde des animaux), mais aussi sur les revenus (plus-value à la réforme, prestations de services). Dans les villages, la diffusion de la technique a eu des incidences sur l'évolution des rapports sociaux.

Effets sur la productivité du travail

L'énergie animale permet, en général, une augmentation de la productivité du travail sur l'exploitation qui se traduit par une augmentation de la surface cultivée par actif. Le tableau II rassemble les résultats de plusieurs enquêtes menées ces dix dernières années au Tchad, au Cameroun et en République centrafricaine. Si l'effet de la traction animale est bien marqué au Cameroun et en République centrafricaine, il ne ressort pas au Tchad. Un travail de vérification d'une telle situation mériterait d'être conduit dans ce pays. L'augmentation de la productivité du travail a pour corollaires :

- une augmentation significative de la surface cultivée de l'exploitation (16), si la pression foncière le permet et si le producteur parvient à augmenter le nombre d'actifs (à niveau de main-d'œuvre équivalent, les exploitations équipées sont plus grandes) ;
- une réduction de la pénibilité de certains travaux, notamment ceux très exigeants en énergie agricole (préparation du sol, entretien, transport) et une augmentation de la vitesse de travail. La mécanisation du désherbage du cotonnier divise par trois la durée de l'intervention à l'hectare (41) ;
- une nette augmentation de la charge globale de travail sur l'exploitation liée à l'extension des surfaces (report des pics des travaux sur les chantiers d'entretien pouvant conduire à la gestion d'une main-d'œuvre d'appoint), à l'alimentation et au gardiennage des animaux (dressage, conduite au pâturage, stockage d'aliments...).

L'attelage, source de revenus directs et indirects

Au Nord-Cameroun, un taurillon qui coûte 90 000 Fcfa à trois ans peut être revendu cinq ans plus tard à 180 000 Fcfa pour des dépenses annuelles d'entretien de 10 000 Fcfa, ce qui donne une plus-value à la réforme de 40 000 Fcfa. Malgré de possibles interruptions de carrières accidentelles liées au vol ou à la maladie, la majorité des producteurs réalise un bénéfice à la revente des

Tableau II

Actifs, surfaces cultivées et surfaces cultivées par actif en fonction du niveau d'équipement dans les savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine

Pays	Niveau d'équipement	Actifs	Surface cultivée (ha)	Surface/actif (ha)	Sources
Tchad	Manuels et locataires	2,5	2,3	0,9	Enquête Ondr (1992), 480 exploitations
	Laboureur bovin	4,2	4,0	0,9	
	Lab. bovin + charrette	5,0	4,7	0,9	
Cameroun	Manuel	1,9	0,9	0,4	Base de données Irad/Prasac (2000), 900 exploitations
	Locataire d'attelages	2,6	1,6	0,7	
	Laboureur asin	4,1	2,9	0,8	
	Laboureur bovin	4,1	3,8	1,0	
Rca	Manuel	2,5	1,8	0,7	Enquête Ica (1995), 988 exploitations
	Locataire d'attelages	2,4	2,1	0,9	
	Laboureur bovin	3,3	3,8	1,2	

animaux (6, 28). En général, le cheval et l'âne ne procurent pas de telles perspectives économiques.

Les revenus tirés de la location constituent un appoint non négligeable, cependant insuffisant pour rentabiliser l'investissement. A titre indicatif citons quelques tarifs pratiqués par les propriétaires d'attelage : 15 000 à 20 000 Fcfa par hectare labouré ; 500 à 2 000 Fcfa par charrette selon la quantité transportée et la distance. Dans les zones peu équipées, le marché de la location est très actif, puis il décroît lorsque le niveau d'équipement augmente. D'après certaines observations, il s'éteint progressivement lorsque 40 p. 100 des producteurs sont propriétaires d'un attelage (6, 8).

Transport attelé et portage

Les attelages sont aussi utilisés pour le transport. Au Tchad, le transport attelé est bien développé, avec environ 35 000 charrettes, et très actif durant la saison sèche. Principalement utilisée pour le transport de la récolte du coton, la charrette est aussi employée pour les besoins domestiques (eau, matériaux de construction...) et les mises en marché. Dans ce pays, l'enclavement des campagnes et l'indigence des services de transport ont probablement incité les paysans à investir dans une charrette et ce, malgré le prix peu attractif des matériels proposés. Il se peut aussi que les crédits à l'équipement aient contribué à cet engouement des paysans pour la charrette. Avec seulement 5 000 charrettes bovines, le Cameroun est peu équipé puisque cela ne fait qu'une charrette pour 70 producteurs de coton. Dans ce pays, la multiplication des points de collecte du coton, la circulation des taxis-brousse dans les campagnes reculées et, par

endroits, un relief très accidenté peuvent expliquer le désintérêt des paysans pour la charrette et leur attrait pour le pousse-pousse dans les transports de proximité. Les éleveurs transhumants utilisent des ânes et des bovins porteurs lors de leurs déplacements. Les agriculteurs bâtent les ânes à cru, ce qui occasionne de fréquentes plaies dorsales.

Impact sur les rapports sociaux dans les villages : le cas des villages de migrants

Cette section traite du cas du village de Mafa Kilda, proche de Garoua, créé il y a quelque vingt années par des migrants Mafa en provenance de l'Extrême-Nord (6). Par rapport à l'accès à la traction animale, on distingue trois catégories d'exploitations : les laboureurs, les locataires et les bouviers. Dans ce village, la diffusion de la traction animale s'est accompagnée de l'apparition d'une classe d'exploitants que l'on peut qualifier de laboureurs (propriétaires d'attelages). Ce sont en général les premiers arrivants et ils représentent aujourd'hui 30 p. 100 des exploitations. Les laboureurs, en partie grâce à leur attelage, ont étendu les surfaces cultivées et petit à petit concentré dans leur main la majorité de la réserve foncière du finage, puisque l'usufruit d'une terre revient à celui qui la travaille. Ils sont installés sur les meilleures terres, dirigent les plus grandes exploitations et sont proches ou impliqués dans la chefferie. D'une certaine manière, ces grands agriculteurs contrôlent le foncier (ils ont l'usufruit de 70 p. 100 des terres du village) et la traction animale. Cependant, ils ont besoin de main-d'œuvre agricole pour mettre en valeur leur exploitation au moment des labours, des sarclages et des récoltes (tableau III).

Tableau III

Statistiques sur les trois types d'exploitations de Mafa Kilda classées par rapport à leur type d'accès à la traction animale

Statistiques par type	Bouviers	Locataires d'attelages	Laboureurs
Nb. d'exploitations	46	63	45
Nb. d'actifs	111	155	181
Réserve foncière (ha)	29	90	266
Surface cultivée (ha)	71	105	237
Surface cultivée/exploitation (ha)	1,5	1,7	5,2
Surface cultivée/actif (ha)	0,6	0,7	1,3

Source : base de données exploitations Irad/Prasac

Les locataires accèdent à la traction animale par la location d'attelage. Ils forment la seconde vague d'immigration et sont très nombreux (41 p. 100 des cas). En moyenne, leur exploitation est de taille modeste et ces agriculteurs louent très peu de terres aux laboureurs. La location est une pratique qui permet d'accéder à la traction animale dans des conditions satisfaisantes de délais d'attente et de prix si le niveau d'équipement local est suffisant (plus de 25 p. 100 de propriétaires d'attelages). Ils travaillent souvent dans les champs des laboureurs au moment des sarclages pour gagner de l'argent et parfois pour payer la location de l'attelage. Leur souhait est d'acquérir un attelage, mais leur stratégie est souvent bloquée par le manque de terre disponible.

On trouve enfin des bouviers qui sont de jeunes paysans très liés aux laboureurs, notamment par la parenté, installés depuis peu dans le village. Ils conduisent l'attelage du laboureur sur ses parcelles et chez les locataires d'attelages et, en contrepartie, ont un droit d'usage de l'attelage selon les termes d'un contrat passé avec le laboureur (en général un jour après trois jours de travail pour le patron). Le patron leur accorde un petit lopin de terre qui constitue l'embryon de leur exploitation. Mais 59 p. 100 des terres qu'ils cultivent appartiennent à des laboureurs de Mafa Kilda et des villages voisins. Leur chance de constituer une grande exploitation est très faible dans la mesure où l'espace agricole est déjà distribué entre les deux autres classes.

Ce schéma paraît assez caractéristique des villages de fronts pionniers cotonniers et met en avant le rôle de la traction animale dans la stratégie de conquête foncière des migrants. Il se décline différemment dans les zones d'émigration situées plus au nord. Dans ces zones où la traction animale a commencé sa diffusion dans les années 1950, les études que nous avons conduites n'ont pas révélé l'existence de tractations comparables sur les terres et les attelages entre exploitations, ce qui est certainement lié à l'histoire des terroirs et à une distribution des terres très ancienne qui a largement précédé l'apparition de l'attelage. Les prêts de terres et d'attelages se font surtout entre membres d'une même famille et engagent rarement de l'argent (8).

■ CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

Après 50 années de développement dans les savanes cotonnières d'Afrique centrale, la traction animale occupe une place centrale dans les stratégies individuelles et collectives des producteurs, notamment dans les zones où le niveau de pression foncière a justifié l'adoption d'un système agraire à culture attelée légère avec

jachère de courte durée afin d'améliorer les travaux de préparation du sol et d'entretien des cultures. Sur les fronts pionniers cotonniers, généralement peu peuplés, elle est un élément central de la stratégie des migrants qui visent une conquête rapide de terres agricoles. D'une façon générale, en augmentant la productivité par actif, elle a contribué à l'accroissement de la surface cultivée par exploitation.

Dans cette région, les paysans préfèrent les paires de zébus. Au Nord-Cameroun, l'âne de trait occupe une part de plus en plus importante surtout dans les zones moins arrosées et parmi les agriculteurs modestes. Le cheval, malgré son importance culturelle, reste marginal. La situation physiologique des animaux est loin d'être misérable, comparativement aux cas rencontrés dans les zones plus arides. Cependant, des progrès sont souhaitables dans le domaine de la santé. L'utilisation des animaux de trait progresse peu à peu vers d'autres pratiques que le labour à la charrue. Mais, cette évolution est loin d'être achevée notamment pour le transport, le sarclage et la diversification des attelages. L'intégration agriculture-élevage reste assez frustrée (pas de vaches, faible valorisation du fumier...) et pourtant, l'amélioration significative de cette intégration semble bien être une des clés pour l'évolution des systèmes mixtes. La paire de zébus joue un rôle économique central dans l'économie des ménages en tant que source de revenus (surtout à la réforme) et d'élément de capitalisation et d'épargne. La multifonctionnalité du bovin de trait est très certainement à l'origine de son succès dans cette région et plus généralement en Afrique subsaharienne.

Le moteur du développement de la traction animale a été et reste la culture cotonnière avec l'ensemble des services attachés à cette filière (crédits d'équipement, vulgarisation, encadrements vétérinaire et zootechnique). Certaines contraintes qui dans le passé ont pu freiner son développement, surtout dans la partie soudanienne (insuffisance du cheptel disponible, trypanosomoses...), sont en net recul en raison de l'installation d'une population de plus en plus nombreuse d'agriculteurs et de l'importance prise par l'élevage dans les zones subhumides. D'autres contraintes, comme le financement de l'attelage et son entretien (suivi sanitaire, entretien des équipements...), se posent toujours au producteur, mais d'une tout autre manière car l'environnement institutionnel est en pleine mutation avec le désengagement progressif de l'Etat des filières cotonnières et du secteur rural. De nouveaux acteurs se positionnent sur le « marché » de la traction animale. La deuxième partie envisagera ces évolutions et le rôle que la recherche devrait jouer pour le développement.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABOUBAKARY, 2001. Comparaison des performances au champ, sur cotonnier, de deux outils de sarclage mécanique en traction monoasine dans les exploitations agricoles du Nord-Cameroun. Cas du village de Mafa Kilda. Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 59 p. + annexes.
2. ARDITI C., 1999. Paysans sara et éleveurs arabes dans le sud du Tchad : du conflit à la cohabitation ? In : Baroin C., Boutrais éd., L'homme et l'animal dans le bassin du lac Tchad. Paris, France, IRD, p. 555-574.
3. BLANC F., LE MASSON C., LE MASSON A., REMAYEKO A., LE GALL F., LHOSTE P., 1995. Les contraintes au développement de l'élevage bovin en savane humide : l'exemple des Peuls Mbororo en République centrafricaine. *Revue mond. Zootech.*, 82 : 69-77.
4. BONIS CHARANCLE J.M., 2000. Etude de faisabilité en vue de l'externalisation du volet zootechnique du Dpgt. Garoua, Cameroun, Sodécoton, Dpgt, 58 p.
5. CFDT, 1965. La culture attelée dans la zone cotonnière du Nord-Cameroun. *Mach. agric. trop.*, 11 : 3-11.
6. CUVIER L., 1999. Etude des pratiques et des stratégies paysannes de traction animale dans la zone cotonnière du Nord-Cameroun : cas du terroir de Mafa-Kilda. Mémoire DESS productions animales en régions chaudes. Montpellier, France, Cirad-emvt, 82 p. + annexes.
7. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun : le conseil de gestion. In : Second comité scientifique du Prasac, Maroua, Cameroun, 5-9 février 2001, 15 p.

8. DONGMO NGOUTSOP A.L., 1999. Pratiques et stratégies paysannes de traction animale en zone cotonnière du Nord-Cameroun : cas du terroir de Mowo. Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 121 p. + annexes.
9. DOUNIAS I., 1998. Modèles d'action et organisation du travail pour la culture cotonnière : cas des exploitations agricoles du bassin de la Bénoué au Nord-Cameroun. Thèse Doct. Sciences agronomiques, Ina Paris-Grignon, France, 208 p. + annexes.
10. DROMARD P., 1986. Les résultats de la campagne agricole 1985-86. Evaluation de l'impact de la Sodécoton sur les paysans. Projet Centre Nord. Garoua, Cameroun, Sodécoton, 76 p.
11. DRONNE M., 1969. Rapport d'exécution de l'opération bœufs 1968-1969. Paris, France, Bdpa, 26 p.
12. DUGUE P., 1998. Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle des terroirs. Etude de cas au Nord-Cameroun et essai de généralisation aux zones de savanes. Montpellier, France, Cirad-tera, 72 p. (Cirad-tera n° 29/98)
13. 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.
14. FOURNIER A., 1974. La culture attelée et l'association agriculture-élevage dans la province du Nord-Cameroun : bilan d'une innovation technologique en milieu rural traditionnel soudano-sahélien. Thèse Doct., Ecole pratique des hautes études, Paris, France, 380 p.
15. GEORGES M., 1965. La culture attelée et la modernisation rurale dans le Nord Cameroun. Paris, France, Bdpa, 318 p.
16. HAVARD M., ENAM J., ABAKAR O., 2000. Les exploitations agricoles dans les terroirs de référence du Prasac au Cameroun. Résultats de l'enquête exhaustive réalisée entre mars et mai 2000. Garoua, Cameroun, Prasac, Délégation nationale, 25 p.
17. HAVARD M., LE THIEC G., VALL E., 1998. Stock number and use of animal traction in sub-Saharan French-speaking Africa. *Agric. Mech. Asia, Afr. Lat. Am.*, **29**: 9-14.
18. KEMTSOP TCHINDA G.A., 1999. Fabrication des agro-équipements de traction animale dans la province du Nord Cameroun : place et rôle de l'artisanat du fer. Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 94 p. + annexes.
19. KENIKOU MOUNKANA C., 2000. Les marchés financiers ruraux. Quelles particularités pour les exploitations agricoles des provinces du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun. DEA Sciences de gestion, Fseg, université de Ngaoundéré, Cameroun, 136 p. + annexes.
20. LANDAIS E., 1980. L'élevage bovin dans les zones tropicales du sud du Tchad. In : Actes Colloque international sur les recherches de l'élevage bovin en zone tropicale humide, Bouaké, Côte d'Ivoire, 18-22 avril 1977. Paris, France, Iemvt, p. 589-599.
21. LANDAIS E., LHOSTE P., 1990. L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. *Cah. Sci. Hum.*, **26** : 217-235.
22. LAURENT J.-C., 1990. Appui à la cellule culture attelée au projet de développement rural de la zone soudanienne. Projet « Groupement de dépense sanitaire » (Gds). Paris, France, Bdpa-Scetagri, 50 p. + annexes.
23. LE THIEC G., 1994. Le développement de la traction animale en Centrafrique. Montpellier, France, Cirad-sar, 43 p. (Rapport n° 106/94)
24. LE THIEC G. coord., 1996. Agriculture africaine et traction animale. Montpellier, France, Cirad, 355 p. (Coll. Techniques)
25. MAZOYER M., ROUDART L., 1998. Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Paris, France, Seuil, 530 p.
26. NGUYEN G., 1999. Le financement de l'agriculture au Nord-Cameroun. Rapport de mission (Garoua, 1-9 mai 1999). Montpellier, France, Cirad-tera, 11 p. + annexes. (Cirad-tera n° 40/99)
27. ONDR, 1992. Rapport annuel. Zone soudanienne. Campagne 1991-1992. Moundou, Tchad, Ondr, Sous-direction de la zone soudanienne, 112 p.
28. RAUBEC S., 2001. Le financement de la traction animale en zone de savane cotonnière du Nord-Cameroun dans un contexte de libéralisation. Montpellier, France, Cnearc, 209 p. + annexes.
29. RODRIGUEZ M., ANGEL G., 1992. Bilan et perspectives de la mécanisation agricole au Tchad. Paris, France, Gret, 149 p.
30. ROESCH M., VALL E., KENIKOU MOUNKAMA C., HAVARD M., 2002. Recettes, dépenses et crédits, comment accorder les rythmes ? Ce que peut apporter le Conseil d'exploitation à la gestion de la trésorerie des ménages agricoles et aux institutions de microfinance. In : Le financement de l'agriculture familiale dans un contexte de libéralisation : quelle contribution de la microfinance ? Dakar, Sénégal, 21-24 janvier 2002. Montpellier, France, Cirad-tera. (Sous presse)
31. ROUPSARD M., 1984. Le point sur la culture attelée et la motorisation au Nord-Cameroun. *Cah. Orstom, Sér. Sci. Hum.*, **20** : 613-631.
32. SEIGNOBOS C., TOURNEUX H., HENTIC A., PLANCHENAU D., 1987. Le poney du Logone. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 200 p. (Coll. Etudes et synthèses n° 23)
33. SODECOTON, 2001. Rapport semestriel de mai à octobre 2001. Campagne agricole 01/02. Garoua, Cameroun, Sodécoton, Dpa, 50 p. + annexes.
34. STARKEY P., 1993. La traction animale au Tchad : politiques et approches. N'djaména, Tchad, Oxfam, 65 p.
35. TACHER G., LACHAUX P., NICOLAS F., 1971. Les bovins de culture attelée au Tchad. In : Colloque Elevage, N'Djaména, Tchad, 8-13 décembre 1969. Maisons-Alfort, France, Iemvt, p. 252-267.
36. TCHINSAHBE PABAME I., 2002. Comparaison des performances en champ des sarcleuses monoasine Attila et Sodécoton sur les parcelles paysannes de cotonnier dans le village de Gadas (Extrême-Nord du Cameroun). Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 62 p. + annexes.
37. VALL E., 1996. Capacités de travail, comportement à l'effort et réponses physiologiques du zébu, de l'âne et du cheval au Nord-Cameroun. Thèse Sciences agronomiques, Ensam, Cirad-emvt, Montpellier, France, 418 p.
38. VALL E., 1997. La traction animale en République centrafricaine : synthèse bibliographique. Perspectives de recherche-développement dans le cadre du Prasac. Rapport de mission 26 octobre - 1 novembre 1996. Montpellier, France, Cirad-emvt, 44 p.
39. VALL E., 2000. Compte rendu de mission au Tchad, 18-28 septembre 2000. Djaména, Tchad, Prasac, 12 p.
40. VALL E., DJAMEN P., 2002. Construction d'une méthodologie de conseil à l'agro-équipement de traction animale pour les exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : CR 3^e Sémin. Inra/Cirad, Modélisation du fonctionnement des troupeaux, Verrière, France, 17-18 décembre 2001. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 89-100.
41. VALL E., HUGUENOT S., 2001. Maîtrise des adventices par le sarclage mécanique précoce répété dans les systèmes de culture de la zone de savane cotonnière du Nord-Cameroun. In : Actes 18^e Conf. Columa, Journées internationale sur la lutte contre les mauvaises herbes, Toulouse, France, 5-7 décembre 2001. Paris, France, Columa, p. 1305-1312.
42. VANDENDAEL L., 2000. Les paysans du Nord-Cameroun et leurs charrues : un outil, son utilisation et sa fabrication. Grade Ingénieur agronome, FusaGx, Gembloux, Belgique, 84 p. + annexes.

Summary

Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. Animal Draft in the Cotton Savannah New Context in Chad, Cameroon and the Central African Republic. I. Expansion and Role on the Farms

Animal draft has been used for a very long time in sub-Saharan Africa, but it underwent many changes. The Central Africa savannah zone counts about 260,000 animal teams – 40% of farms are equipped in Chad, 25% in Cameroon and 10% in the Central African Republic. Two-oxen systems prevail. In production systems, animal power is primarily used for ploughing and secondarily for maintenance and transport. Animal draft has major agronomic (mechanization, agriculture-livestock integration) and socioeconomic functions. The equipment phase is a strategic time for the farmer. Since 1950, cotton companies have proposed equipment credits and technical aid that highly contributed to animal draft development. Farmers invested a large part of cotton revenues into this technique.

Key words: Animal power – Innovation – Savannah – Cotton – Chad – Cameroon – Central Africa Republic.

Resumen

Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. La tracción animal en el nuevo contexto de las sabanas algodonales de Chad, Camerún y República centroafricana. I. Difusión de la tracción animal y su lugar en las explotaciones

La tracción animal se explota desde hace mucho tiempo en África subsahariana, sin embargo, su evolución ha sido grande. La zona de las sabanas de África central cuenta con alrededor 260 000 yuntas (40% de las explotaciones están equipadas en Chad, 25% en Camerún y 10% en la República centroafricana). La tracción a dos bovinos es la que domina. En los sistemas de producción, la energía animal se utiliza sobre todo para labrar con carreta y, de forma secundaria, para operaciones de mantenimiento y transporte. La tracción animal tiene funciones agronómicas (mecanización, integración agricultor-cría) y funciones socio económicas importantes. La etapa de obtención del equipo es un momento estratégico en la explotación. Desde 1950 los créditos para equipo y la asistencia técnica propuesta por las sociedades algodonales han contribuido fuertemente al desarrollo de la tracción animal. Los campesinos han invertido una parte importante de los rendimientos del algodón.

Palabras clave: Energía animal – Innovación – Sabana – Algodón – Chad – Camerún – República centroafricana.

La traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine.

II. Quelles priorités pour la recherche et le développement ?

E. Vall¹ A.L. Dongmo Ngoutsop²
O. Abakar² C. Meyer¹

Mots-clés

Energie animale – Innovation – Savane – Coton – Tchad – Cameroun – République centrafricaine.

Résumé

La traction animale joue un rôle très important dans la zone de savanes d'Afrique centrale (Tchad, Cameroun et République centrafricaine). Depuis quelques années, l'environnement institutionnel se modifie fortement. L'Etat se désengage du secteur agricole. De nouveaux acteurs se positionnent sur le « marché » de la traction animale : organisations paysannes, vétérinaires, forgerons, encadrement technico-économique, etc. Certains ont des difficultés à répondre à la demande des producteurs, à dégager une rentabilité suffisante, et sont demandeurs d'un appui pour pérenniser leur activité. Les producteurs aussi rencontrent des difficultés pour s'équiper et pour tirer tous les partis de l'attelage faute de connaissances et de moyens financiers suffisants. Ainsi de nouveaux enjeux émergent. L'augmentation de la pression foncière et la diffusion des herbicides modifient aussi la place de la traction animale dans les exploitations. Cette nouvelle donne pose de nouvelles questions à la recherche et au développement. Auparavant, il s'agissait pour la recherche d'apporter des réponses techniques aux questions soulevées par le développement. Désormais, il faut comprendre les recompositions institutionnelles, saisir l'évolution des besoins, susciter l'innovation et renforcer les processus de coopération au sein des nouvelles configurations d'acteurs. Les objectifs de développement doivent être réorientés vers le financement de la traction animale, la mécanisation des systèmes de culture, l'appui au transport attelé, l'intégration agriculture-élevage et l'appui aux secteurs émergents.

■ INTRODUCTION

La traction animale est exploitée depuis très longtemps en Afrique subsaharienne, mais elle a beaucoup évolué ces cinquante dernières années sous la houlette du développement des filières cotonnières. La première partie de cet article a retracé la diffusion de la traction animale et la place qu'elle occupe dans les exploitations au Tchad, au Nord-Cameroun et en République centrafricaine.

Cette zone des savanes d'Afrique centrale compte 260 000 attelages environ. La traction animale y a des fonctions très importantes pour l'agriculture (labour, sarclage, transport), pour l'intégration agriculture élevage et elle tient une place importante dans l'économie des ménages (revenus directs et indirects, épargne...).

Depuis le début des années 1990, le contexte de développement de la traction animale se modifie, notamment sous l'effet du désengagement progressif de l'Etat du secteur rural. Certaines fonctions de développement autrefois prises en charge par l'Etat sont reprises peu à peu par les organisations paysannes et les privés. Ces nouveaux acteurs rencontrent beaucoup de difficultés pour établir et pérenniser leur activité. Les producteurs sont inquiets face à cette évolution de la situation qui pour l'instant leur apparaît comme un

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

E-mail : eric.vall@cirad.fr ; christian.meyer@cirad.fr

2. Irad/Prasac, Station polyvalente, BP 415, Garoua, Cameroun

retour en arrière. Comment financer les équipements ? Qui prendra en charge l'encadrement technique ? Les revenus du coton seront-ils suffisants pour acquérir un attelage ?... D'autres éléments contribuent au renouvellement du contexte de développement de la traction animale, parmi lesquels les phénomènes démographiques et sociaux qui deviennent prégnants (accroissement de la pression foncière, mouvement de professionnalisation...) et la diffusion de nouvelles techniques agricoles (herbicides...). Ces multiples changements ont des incidences sur les pratiques de traction animale, sur le fonctionnement des exploitations et sur leur environnement écologique et humain. La recherche doit s'interroger sur ces effets en cascades, mais aussi sur les conditions pour garantir une poursuite du développement de la technique dans un environnement institutionnel, technique et démographique en mutation et définir les priorités de développement en matière de traction animale.

Cette deuxième partie présente les recompositions institutionnelles en cours touchant au « marché » de la traction animale, précise les nouveaux enjeux liés à l'ensemble des changements et, pour finir, identifie les priorités de la recherche et du développement dans ce contexte en mutation.

■ UNE PRATIQUE DANS UN ESPACE INSTITUTIONNEL EN RECOMPOSITION

Éléments du changement et conséquences sur la traction animale

Depuis quelques années, l'environnement de la production agricole en Afrique centrale évolue fortement sous l'effet des baisses tendanciennes des prix agricoles, de la crise cotonnière, des privatisations progressives des filières intégrées, du croît de la pression anthropique sur les ressources naturelles, de la réorganisation de l'espace et des marchés, de l'engagement des acteurs locaux dans les actions de développement. Parmi ces évolutions, l'augmentation de la pression foncière, la libéralisation du secteur agricole et le mouvement de professionnalisation des agriculteurs ont une incidence particulière sur la traction animale.

L'augmentation progressive de la pression foncière conduit à des pratiques d'intensification au sens où les producteurs utilisent d'autres facteurs de production que la terre (10). Au Cameroun, cela se manifeste dans toutes les catégories d'exploitations, y compris les plus pauvres installées sur les moins bonnes terres, par des accroissements de consommation d'intrants (herbicides, insecticides, engrais) sur coton et céréales et par la percée d'une culture comme le maïs qui répond bien à l'augmentation des intrants (6, 13, 27). Lorsque la densité de population atteint 50 à 60 hab./km², on constate que les paysans développent des techniques permettant une amélioration de la productivité par actif (21). La mécanisation du labour, des travaux d'entretien et des transports rend possible ce type de stratégie.

La libéralisation du secteur agricole conduit à l'émergence de services privés et d'organisations de producteurs qui prennent progressivement le relais de l'Etat, comme cela est développé plus loin. Pour les agriculteurs, cela implique des changements dans les conditions d'accès à l'encadrement technique, aux crédits à l'équipement, aux services vétérinaires et aux services après-vente du matériel agricole. De plus, les variations erratiques des prix agricoles, céréales et légumineuses, conduisent bon nombre d'agriculteurs à se replier sur des stratégies défensives visant à réduire les coûts et les risques. Cela se traduit, pour la traction animale, par un vieillissement du matériel (on attend le plus longtemps possible avant de renouveler un outil), des usages « détournés » (sarclage à

la charrue), des réticences à diversifier l'équipement et à augmenter le nombre d'animaux de trait par exploitation, tout cela justifié par les coûts financiers.

L'amélioration du niveau de scolarité des jeunes agriculteurs (23) et, plus généralement, la professionnalisation du secteur font que les capacités de gestion et de prévision des agriculteurs s'améliorent continuellement (25). Les producteurs élaborent des calculs économiques sommaires pour évaluer la rentabilité de leurs investissements (35). Pour la traction animale, cela s'est traduit par des stratégies d'équipement longues et complexes combinant de multiples ressources financières, par la diversification des attelages (asins, équins...) et par une demande en équipement moins coûteux auprès des artisans (15).

Recomposition des services : émergence de nouveaux enjeux

Depuis une dizaine d'années, on assiste à une évolution du contexte institutionnel de développement de la traction animale avec le désengagement progressif de l'Etat du secteur agricole. Auparavant, les services permettant l'accès et le développement de la technique étaient assurés par le secteur public, par le biais des sociétés de développement et d'encadrement agricole pour la fourniture d'équipements et d'animaux, les crédits, les intrants zootechniques, le suivi sanitaire...

Avec le mouvement de libéralisation, ces services doivent se privatiser et s'insérer dans une logique économique, leur durabilité étant liée à leur capacité à répondre à la demande et à dégager une rentabilité suffisante. Certains services sont pris en charge par les producteurs eux-mêmes de façon formelle, par le biais de leurs organisations (exemple du Service élevage au Nord-Cameroun), ou bien informelle (entraide, dépannage, dressage...). Au Nord-Cameroun, bien que l'Etat reste présent (Sodécoton), cette évolution a commencé progressivement il y a dix ans, en 1992, avec la loi autorisant la mise en place de coopératives. Force est de constater qu'aujourd'hui, les acteurs des services sont plus nombreux. Certains, comme les forgerons, ont bénéficié des effets de la dévaluation en 1994 et de la brusque élévation des prix des matériels agricoles. D'autres, comme les services financiers et vétérinaires, émergent lentement, mais ils restent encore dans l'ombre de la Sodécoton (tableau I).

L'ensemble de ces acteurs forment ce que l'on peut appeler le marché des services de la traction animale. Pour le Cameroun en 1999, le volume de ce marché a été estimé à environ 3,5 milliards de Fcfa, ce qui représentait 10 p. 100 de la somme reversée annuellement aux producteurs de coton par la Sodécoton (encadré 1). Les services portés par un marché, comme la fabrication des matériels agricoles, se développent sans trop de difficultés (15). Pour les autres acteurs (conseil agricole, services financiers, vétérinaires...) la viabilité en dehors du domaine public reste une question en suspens, et l'autonomie financière et technique paraît encore lointaine (8, 12, 22).

Auparavant, les services d'appui à la traction animale formaient un ensemble dans un système public global et cohérent, assez uniformément répartis sur le territoire. Pour l'instant, malheureusement, la réorganisation des réseaux sociotechniques concernés par la traction animale s'opère sans mesure d'accompagnement visant à garantir un minimum de coordination entre les services. C'est un peu comme si l'Etat s'en allait trop vite sans avoir préparé la structuration du milieu et laissait derrière lui un vide. En définitive, on constate que les services émergents se cantonnent dans des logiques sectorielles. Les échanges et la coopération entre ces acteurs sont peu actifs. Ils évoluent collatéralement sans chercher à établir de passerelles, sans échanger des informations qui pourraient être utiles à leur essor mutuel. Bien souvent, la traction

Tableau I

Services d'appui à la traction animale au Nord-Cameroun avant et après 1992
(Loi autorisant la création de coopératives...)

Acteurs	Avant 1992	Aujourd'hui
Agro-équipements	Industrie locale (Tropic) avec cahier des charges fixé par la Sodécoton	Industrie locale (Manucycle) avec cahier des charges fixé par la Sodécoton Plus de 500 artisans forgerons qui couvrent le marché des pièces de rechanges et 50 p. 100 du marché des charrues
Services vétérinaires et zootechniques	Sodécoton (service élevage)	Opcc/Sodécoton (service élevage) Quelques vétérinaires privés installés surtout en ville
Services financiers	Sodécoton (crédits équipements)	Sodécoton (crédits équipements) Une centaine d'institutions de microfinance (Coopec, Cvéca, Crédit du Sahel...) qui couvrent encore très mal la demande de crédit d'équipement

animale ne représente pour eux qu'une partie marginale de leur activité, ce qui n'est pas de bon augure pour une amélioration rapide de la situation.

On constate aussi que ces services privés se recomposent d'abord autour des pôles générant des marchés actifs (forges, banques, vétérinaires). Force est de constater que, dans un premier temps, les privés exercent leurs activités autour des gros bourgs, sur les marchés importants et dans les couronnes périurbaines (15, 16). Certains services dont la vocation première a été l'appui aux populations rurales se tournent vers les marchés de services urbains (c'est souvent le cas des banques...). Ce mode de recomposition des réseaux sociotechniques permet de comprendre le désarroi de

nombreux paysans qui éprouvent un sentiment d'abandon, notamment lorsqu'ils sont installés dans des zones rurales enclavées. Il faut espérer qu'avec le temps ces services se professionnaliseront et qu'ils parviendront progressivement à couvrir les segments de la demande mal couverts aujourd'hui.

Dans les processus de désengagement de l'Etat observés, il y a d'abord une période de réagencement des réseaux sociotechniques durant laquelle le rythme de diffusion de la traction animale est affecté tant que de nouvelles routines ne sont pas mises en place par les acteurs émergents. C'est de fait une période propice aux innovations organisationnelles mais aussi techniques. Et il paraît évident que, dans un tel contexte, la recherche se doit d'accompagner ces processus d'innovation et se doit de construire son intervention autour de ces dynamiques.

Encadré 1

MARCHÉ CAMEROUNAIS DES SERVICES LIÉS À LA TRACTION ANIMALE

En 1999, le marché camerounais des services liés à la traction animale a représenté un volume d'environ 3,5 milliards de Fcfa par an, réparti de la manière suivante : commerce des animaux et intrants (60 p. 100), agro-équipements industriels (20 p. 100), agro-équipements artisanaux (20 p. 100). Le commerce des animaux et intrants a été très largement dominé par les ventes de bovins (2 milliards de Fcfa), suivis des ventes de produits vétérinaires (300 millions de Fcfa), puis des ventes des asins (moins de 100 millions de Fcfa). Concernant les agro-équipements, le secteur artisanal a réalisé près de 80 p. 100 de son chiffre d'affaires avec la fabrication de pièces de rechanges (socs, talons). La région comptait environ 500 à 600 artisans surtout en zone rurale. Quelques gros producteurs installés en ville ont produit des quantités substantielles de matériels et en ont exporté une partie vers le Tchad. Depuis une dizaine d'années, des institutions de microfinance commencent à financer l'agriculture. Les plus importantes sont organisées en réseaux (Cvéca, Coopec). La région en dénombre actuellement une centaine qui octroie un volume de fonds de l'ordre de 500 millions de Fcfa. Mais ces institutions ont des difficultés à couvrir la demande en équipement et à se démarquer du cycle du coton pour conduire leur activité.

Sources : Adama, 2002, Minagri/Scac ; Kemsop Tchinda, 1999, Fasa ; Kenikou Mounkana, 2000, Fseg ; Nguyen, 1999, Cirad-tera ; Raubec, 2001, Cnearc

■ QUELLES LEÇONS POUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT ?

Redéfinir les pratiques de recherche

Cette nouvelle donne pose de nouvelles questions à la recherche et la place face à de nouveaux interlocuteurs. Là où il s'agissait auparavant de mettre au point des équipements et des normes techniques en relation avec une société de développement ou bien un projet, il faut aujourd'hui analyser les recompositions institutionnelles, comprendre l'évolution des besoins et susciter l'innovation au sein des réseaux d'acteurs qui se mettent en place progressivement.

Un renouvellement des pratiques de recherche, fondé sur une démarche pluridisciplinaire et proactive sur l'innovation (4, 5, 9, 14), résumée par la notion de couplage entre recherche et innovation, peut donc être proposé (38). Cette démarche vise à mieux intégrer les nouveaux acteurs privés et les organisations paysannes qui accompagnent ces évolutions dans les réseaux de chercheurs, et réciproquement. Le traitement des questions de recherche requiert une approche pluridisciplinaire alliant disciplines techniques (agronomie, zootechnie, machinisme agricole...) et sciences humaines (économie, sociologie). Il s'agit d'une recherche finalisée qui vise :

- la production de connaissances sur les pratiques et les stratégies paysannes de traction animale, et l'adéquation entre l'offre et la demande de services d'appui à la traction animale (conditions de pérennisation et d'amélioration de l'offre services) ;

- la coconstruction d'innovations matérielles (équipements, techniques...) ou immatérielles (aides à la décision...).

La démarche proposée est de type recherche-action puisqu'elle vise à modifier ce qu'elle étudie (20). Elle est fondée sur la construction d'un partenariat avec les innovateurs (paysans, privés, organisations paysannes...) et elle suit trois séquences itératives :

- la reconstruction de la demande des producteurs (diagnostic, enquête, suivi, état de l'art...), analyse de l'adéquation offre/demande des services et identification des voies possibles d'innovation ;

- la conception et les tests de nouveaux procédés (outils, itinéraires techniques, rations alimentaires, soins...), d'outils d'aide à la décision (conseil à l'équipement, outils de gestion, aides à la valorisation des animaux...) et d'outils de normalisation (contrôle qualité des équipements, critères de choix des animaux...);

- la socialisation des résultats de la recherche par des actions de communication et par l'organisation de débats (ateliers, tables rondes) réunissant chercheurs, développeurs et innovateurs. Ce dernier point permet de préciser les conditions nécessaires pour le développement des produits de la recherche et d'identifier les pistes de recherche futures grâce à un contact direct avec les utilisateurs.

Réorienter les objectifs de développement

Le désengagement progressif de l'Etat et les diverses évolutions du contexte de l'Afrique centrale ont des conséquences multiples sur la place et le rôle de la traction animale dans les exploitations, sur les conditions d'accès, d'entretien et de valorisation de l'attelage, et sur les conditions d'émergence de services d'appui. Le diagnostic de la situation, fondé sur l'étude des pratiques des producteurs et sur l'état des différents services d'appui à la traction animale, nous a conduit à formuler une stratégie d'intervention axée sur cinq priorités de développement qu'il convient de moduler selon le niveau d'appropriation local de la technique.

Stratégie d'intervention axée sur cinq priorités

1. Financement de la traction animale

Aujourd'hui, les capacités de gestion et de prévision des agriculteurs s'améliorent continuellement grâce à la scolarisation et au mouvement de professionnalisation. Les plus nantis choisissent des attelages adaptés à leur possibilité financière et sont plus attentifs à la rentabilité de l'investissement. Pour la majorité, en situation d'incertitude et de précarité, le financement de l'attelage constitue une étape très difficile et déterminante pour l'avenir de l'exploitation. Il paraît important de développer des méthodes de conseil à l'équipement qui prennent en compte la situation et les projets des agriculteurs (35). Ces méthodes intéressent aussi les banques rurales, pour identifier les bons projets, former les paysans à la gestion d'un crédit et garantir les remboursements (25). Il convient aussi de proposer des attelages bon marché et efficaces aux agriculteurs modestes qui veulent s'équiper. Les paires d'ânes, le poney et le monobovine sont, pour la région, des solutions adaptées et plus économiques que la paire de bovins, lorsque l'on maîtrise le système de harnachement (29, 32).

2. Mécanisation des systèmes de culture

Depuis 20 ans, les services de développement de la région proposent aux paysans le même catalogue d'équipements et se cantonnent sur une liste très limitée d'outils ayant fait leur preuve localement (2 ou 3 charrues, 2 ou 3 ensembles sarclers, 2 ou 3 corps butteurs). L'évolution des besoins des paysans a été peu suivie.

Aujourd'hui, un nombre sans cesse croissant d'agriculteurs adopte des stratégies d'intensification et cherche à améliorer la productivité par actif lorsque la pression foncière s'accroît. Certaines tech-

niques ont un effet significatif sur la productivité du travail et mériteraient d'être promues plus largement, comme le sarclage mécanique qui réduit significativement la durée de l'intervention à l'hectare (7 j/ha au lieu de 21 j/ha sur coton ; 37). D'autres techniques doivent être introduites et vulgarisées, comme le semis mécanique, notamment pour l'arachide au Tchad et au Cameroun qui est semée manuellement à de très faibles densités (environ 50 000 pieds/ha).

Aujourd'hui, les techniques agricoles évoluent consécutivement à la diffusion des herbicides avec pour corollaires la réduction des opérations de préparation du sol avant le semis et un report du pic de travail sur le désherbage. Des techniques de préparation du sol simplifiées sont expérimentées. Elles s'appuient sur un travail du sol en sec au coutrier (19), suivi par un scarifiage dix jours avant le semis, de manière à augmenter l'infiltration des premières pluies et stimuler les germinations de certaines adventices envahissantes qui sont ensuite traitées à l'herbicide au moment du semis (2). Ces techniques ont donné des résultats très prometteurs sur cotonnier (meilleure germination, meilleure maîtrise des adventices, meilleur rendement par rapport à un semis direct sans travail du sol).

En matière de désherbage, les options d'équipements retenues par le développement ne correspondent pas parfaitement aux besoins des paysans : bâtis polyvalents peu compatibles avec une gestion flexible du travail sur l'exploitation en début de campagne, outils peu adaptés aux capacités de traction des petits animaux (ânes). Dans ces conditions, l'effort de développement doit porter sur des équipements conçus spécifiquement pour le sarclage (1, 28), sur des attelages adaptés à ce type de travail (asin, monobovine, équin) (29, 32) et sur la technique du sarclage précoce (15 jours après semis) et répété (au moins deux fois). L'intervention précoce, répétée réduit significativement les compétitions culture/adventices et a un effet sur le rendement : en moyenne, + 170 kg/ha de coton graine (37).

3. Transport attelé et portage

Au Cameroun et en République centrafricaine, les animaux de trait sont peu utilisés pour le transport. On peut penser que le modèle des charrettes bibovines (plateau en bois, roues en fer) développé au Tchad correspond bien aux besoins des paysans de la région et mériterait d'être promu dans les deux autres pays (figure 1). L'accent doit être mis sur des équipements économiques et faciles à entretenir, mais aussi sur les attelages rapides (poneys) ou bien pas chers (asins). Il faudrait s'appuyer sur les artisans pour la fabrication de modèles de charrettes peu coûteuses comme on en trouve en Afrique de l'Ouest avec un plateau en bois et un essieu de récupération. Pour l'instant, le modèle de charrette monobovine expérimenté au Nord-Cameroun par la recherche et la société Manucycle reste trop coûteux pour être développé¹, mais représente un concept intéressant en termes de charge utile intermédiaire (31).

Aussi, l'âne de bât est une solution économique et adaptée pour transporter des petites quantités sur des reliefs escarpés (entre 60 et 80 kg de charge selon le gabarit de l'animal). Les modèles de bât asins expérimentés par l'Irad² (type éthiopien) coûtent 20 000 Fcfa environ (29). Les paysans des monts Mandara ont beaucoup apprécié ce type de matériel. Davantage d'efforts de développement mériteraient d'être conduits sur le portage qui est une solution très économique pratiquée traditionnellement par de nombreux groupes d'éleveurs (arabes, bororo...) y compris avec des bovins.

¹ Il s'agit d'un modèle sur pneumatique à plateau fer de 500 kg de charge utile avec son harnais

² Institut de recherche agricole pour le développement, Cameroun

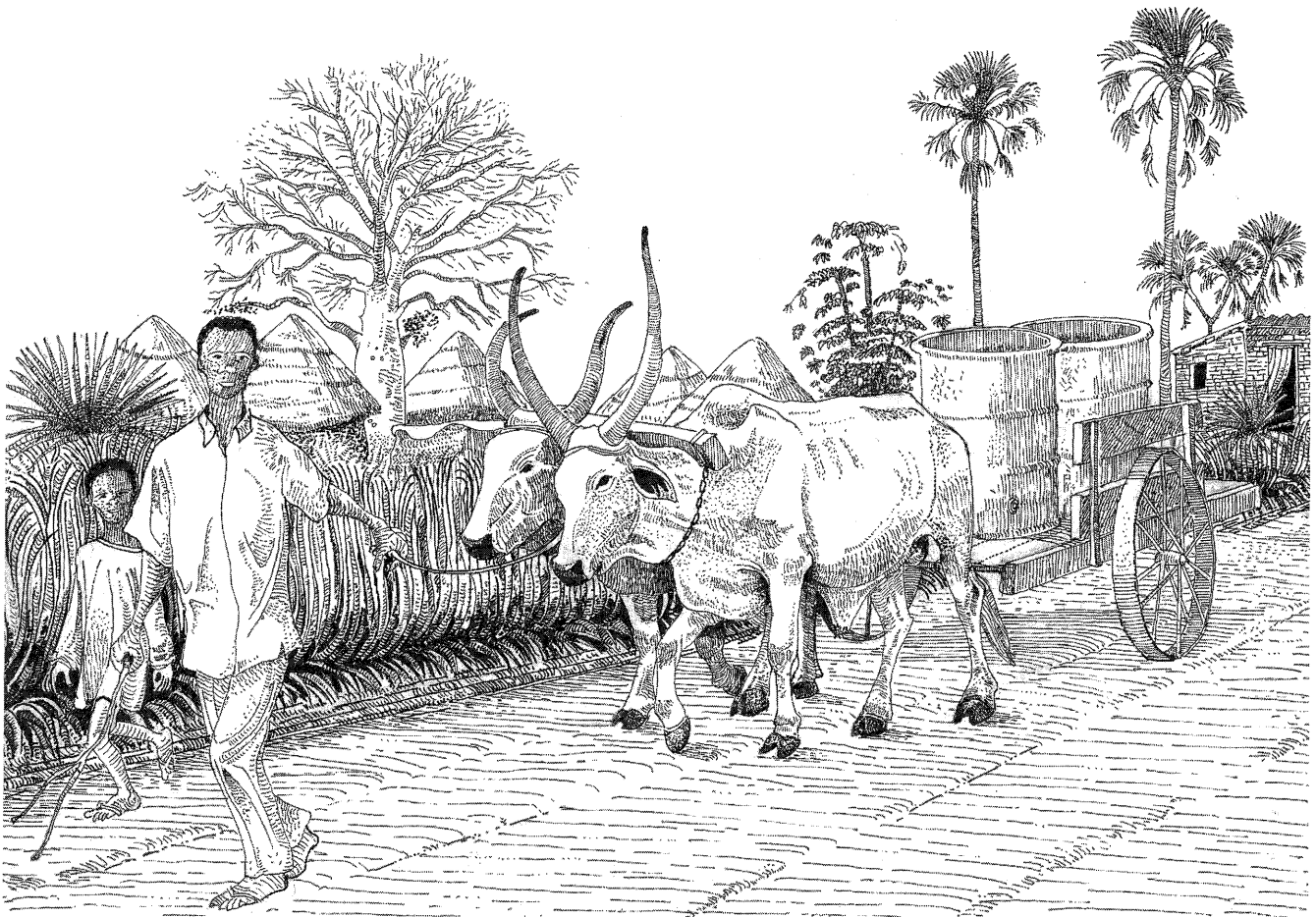


Figure 1 : paire de zébus Bororo tractant une charrette au Tchad.

4. Intégration agriculture élevage et valorisation des animaux de trait

Aujourd'hui, dans les zones agricoles du Tchad et du Nord-Cameroun, la densité de population moyenne dépasse de plus en plus souvent 60 à 80 hab/km². Cette valeur est élevée compte tenu de la pluviométrie et des systèmes locaux basés sur une agriculture pluviale mécanisée au moyen de la traction animale. Or, la population et la pression foncière vont continuer à augmenter. Pour une question de durabilité évidente, les systèmes devront évoluer vers une intégration plus poussée des activités d'élevage et d'agriculture. On peut faire l'hypothèse qu'une telle « intensification verte » des systèmes passera par l'augmentation de la place de l'élevage dans les exploitations agricoles et par l'évolution poussée des systèmes fourragers en relation avec le système de culture.

L'intégration agriculture élevage s'appuie sur des éléments techniques qu'il faut continuer à mettre en œuvre. Des recommandations alimentaires sont disponibles pour les bovins de trait (18) mais restent à élaborer pour les équidés qui prennent de plus en plus d'importance dans la région (33, 36). Les freins à l'utilisation de la fumure animale restent mal connus et doivent être mieux identifiés (sous-équipement en charrettes ? charge de travail trop élevée ? pression foncière encore insuffisante ? rentabilité trop faible ?). Dans un même ordre d'idées, les réticences des paysans à atteler des vaches sont toujours incomprises (d'autant plus qu'ils n'ont aucun scrupule à faire travailler des ânesses pour tout type de tâches agricoles...). De fait, dans la région, l'adoption de la traction animale n'a jamais été un véritable moteur pour le développement d'un élevage bovin intégré. Force est de constater que la valorisation des bovins de trait se limite généralement au travail et à la

réforme en fin de carrière : pas de veaux, pas de lait... pourquoi ? Aujourd'hui, les techniques de culture sous couverture végétale et sans travail du sol, expérimentées par la Sodécoton, invitent à une réflexion sur la place de l'animal dans les systèmes de production (notamment sur les calendriers fourragers et les pratiques d'alimentation) et sur le devenir de la mécanisation.

Bien souvent, et malgré les évolutions soulignées plus haut, la traction animale est assez peu valorisée dans les exploitations en dehors des périodes de labour. L'utilisation des vaches de trait, la valorisation de la fumure animale, le transport attelé, l'amélioration des ressources fourragères sont des thèmes que les paysans ne se sont pas appropriés avec le même enthousiasme que le labour bibovin à la charrue. Pour amener les paysans à s'interroger sur les façons d'intégrer l'ensemble de ces techniques dans leur système de production de manière à améliorer les performances globales de leur exploitation en termes de revenus et de sécurité alimentaire, il semble qu'il conviendrait de mettre en place un conseil à l'élevage (26).

5. Appui aux services émergents

En matière d'appui aux services émergents l'objectif principal est leur pérennisation par l'acquisition d'une autonomie technique et d'une autonomie financière suffisantes. Selon les services, les besoins prioritaires se déclinent différemment. Les forgerons sont demandeurs d'un appui à la professionnalisation : informations sur les marchés, crédits, formations techniques, connaissances en gestion, outils de certification (15, 40). Les difficultés des vétérinaires privés varient selon les pays (obtention d'un mandat sanitaire, éparpillement de la demande) (7, 8, 17). Les services financiers décentralisés rencontrent des difficultés pour répondre aux

demandes de crédits d'équipements agricoles en raison du déséquilibre entre le niveau d'investissement, relativement élevé, et le taux de rentabilité, jugé trop faible, mais aussi en raison d'une concentration de la demande au moment du paiement du coton qui, en général, précède d'assez peu le démarrage de la campagne agricole (3, 16, 22, 25). La recherche peut appuyer ces services en réalisant des études sur l'état de la demande et son adéquation avec l'offre de service. Elle peut aussi faciliter le dialogue entre acteurs qui bien souvent ignorent leurs intérêts partagés en stimulant les initiatives de rencontres et d'associations (création de clubs « traction animale », organisation d'ateliers d'échanges...).

Actions à moduler selon le niveau d'appropriation local de la technique

Dans chaque zone d'intervention qui se prête à une diffusion de la traction animale, il paraît essentiel de construire une action de développement basée sur l'évolution historique et sur l'état de développement de la technique dans les exploitations. Ainsi, dans les zones où le taux d'équipement est encore faible, avec moins de 20 p. 100 des paysans équipés comme cela est le cas dans la majorité des villages de la République centrafricaine mais aussi dans de nombreux endroits du Nord-Cameroun (région de Poli, sud-est de Bénoué...), l'intervention de l'Etat au travers des sociétés de développement cotonnières est vivement souhaitable pour soutenir l'effort d'équipement des paysans. Le système des services publics intégrés conduisant des actions de masse paraît incontournable pour faire décoller la technique et faciliter son apprentissage. Il convient cependant de s'appuyer sur des schémas d'équipements progressifs et de proposer une variété d'attelages adaptés à la diversité de besoins de traction et aux possibilités financières des paysans (âne, paire d'ânes, cheval, monobovin, bibovin...).

Dans les zones où la traction est déjà bien implantée (zone soudanienne du Tchad, centre du bassin cotonnier du Nord-Cameroun), il s'agit de consolider les acquis et d'adapter l'offre d'innovations à la diversité des besoins des paysans, sans oublier les plus modestes. Au niveau des services, la phase de désengagement de l'Etat doit être anticipée. La professionnalisation progressive des forgerons est souhaitable, ainsi que l'organisation des marchés financiers, l'organisation des services de santé animale et le développement de méthodes de conseil à l'élevage, à l'équipement... Sur le plan technique, l'accent doit être mis davantage sur la diversification de l'équipement (outils de désherbage, semoirs, coultier...), l'intégration agriculture élevage et le transport attelé.

■ CONCLUSION GENERALE

Après cinquante années de développement dans les savanes cotonnières d'Afrique centrale, la traction animale occupe une place centrale dans les stratégies individuelles et collectives des producteurs, notamment dans les zones où le niveau de pression foncière a justifié l'adoption d'un système agraire à culture attelée légère avec jachère de courte durée, afin d'améliorer les travaux de préparation du sol et d'entretien des cultures. Sur les fronts pionniers cotonniers, généralement peu peuplés, elle est un élément central de la stratégie des migrants visant une conquête rapide de terres agricoles. D'une façon générale, en augmentant la productivité par actif, elle a contribué à l'accroissement de la surface cultivée par exploitation. Le moteur de son développement a été et reste la culture cotonnière et l'ensemble des services attachés à cette filière (crédits d'équipement, vulgarisation, encadrements vétérinaire et zootechnique). Certaines contraintes qui dans le passé ont pu freiner son développement, surtout dans la partie soudanienne (insuffisance du cheptel disponible, trypanosomoses...), sont en net recul en raison de l'installation d'une population de plus en plus nom-

breuse d'agriculteurs et de l'importance prise par l'élevage dans les zones subhumides (39). Le financement de l'attelage et son entretien (suivi sanitaire, entretien des équipements...) continuent de poser des contraintes au producteur, mais d'une tout autre manière car l'environnement institutionnel est en pleine mutation avec le désengagement progressif de l'Etat des filières cotonnières et du secteur rural. Des organisations de producteurs et des acteurs privés émergent et reprennent à leur actif certaines activités qui étaient autrefois prises en charge par l'Etat (crédit à l'équipement, suivi vétérinaire, agroéquipement...). Le plus souvent, ils les ajoutent à un portefeuille d'activités plus étendu.

On passe donc progressivement d'un système public, où les services d'appui à la traction animale étaient intégrés, à une configuration plus complexe dans laquelle les mêmes services sont éparpillés dans les mains de plusieurs privés ou d'organisations paysannes et, malheureusement, bien souvent à la marge de leur activité. La pérennité des services dépendra de leur capacité à se professionnaliser et à coordonner leurs actions. Sur le plan technique, la traction animale est en continue évolution et, ces dernières années, il a été montré en quoi la diffusion des herbicides et la montée progressive de la pression foncière dans les villages ont une incidence très marquée sur les pratiques des agriculteurs et notamment sur l'intensification par le travail et l'amélioration de la productivité par actif (simplification des travaux de préparation du sol, intensification des travaux de désherbage mécanique...) (34). Malgré cinquante années de développement, force est de constater que dans les savanes d'Afrique centrale, les paysans se sont encore peu appropriés des pratiques comme l'attelage des vaches de trait, l'utilisation de la fumure animale, le transport attelé et les cultures fourragères. Il est urgent de développer des méthodes visant à susciter la réflexion des agriculteurs sur le fonctionnement global de leur exploitation et sur les conséquences de l'adoption de telle ou telle technique sur les performances technico-économiques de l'exploitation, donc, plus spécifiquement, de mettre au point un conseil à l'élevage autour du concept d'intensification verte.

En définitive, nous pensons que le changement de contexte dans les savanes d'Afrique centrale justifie un repositionnement de la recherche et du développement de la traction animale. Les efforts devraient porter non plus seulement sur la mise au point de techniques, mais bien plus sur l'analyse de l'évolution des pratiques des producteurs et des conditions d'émergence des services d'appui à la traction animale afin de susciter l'innovation au sein des réseaux d'acteurs émergents.

Remerciements

Ce travail régional a pu être réalisé grâce au concours du Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale (Prasac).

BIBLIOGRAPHIE

1. ABOUBAKARY, 2001. Comparaison des performances au champ, sur cotonnier, de deux outils de sarclage mécanique en traction monoasine dans les exploitations agricoles du Nord-Cameroun. Cas du village de Mafa Kilda. Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 59 p. + annexes.
2. ABOUBAKARY, 2002. Amélioration du semis direct avec utilisation des herbicides ou « labour chimique » : test des techniques culturales simplifiées sur cotonnier à Mafa Kilda. Garoua, Cameroun, Sadel-GIE, Irad, Cirad, 14 p. + annexes.
3. ADAMA P., 2002. Le financement du secteur rural. In : Ousman H., Seignobos C. éds, Eléments d'une stratégie de développement rural pour le Grand Nord du Cameroun. II. Notes thématiques. Yaoundé, Cameroun, Minagri, Scac Cameroun, p. 134-135.

4. ALTER N., 2000. L'innovation ordinaire. Paris, France, PUF (Sociologies), 278 p.
5. ALTER N., 2002. Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire. Paris, France, La découverte, 274 p.
6. BARBIER B., WEBER J., DURY S., SEGNOBOS C., OUSMAN H., 2002. Quelques enjeux du développement agricole dans le Grand Nord du Cameroun. In : Ousman H., Seignobos C., Teyssier A. éds, *Eléments d'une stratégie de développement rural pour le Grand Nord du Cameroun*. III. Annexes. Yaoundé, Cameroun, Minagri, Scac Cameroun, p. 34-41.
7. BLANC F., LE MASSON C., LE MASSON A., REMAYEKO A., LE GALL F., LHOSTE P., 1995. Les contraintes au développement de l'élevage bovin en savane humide : l'exemple des Peuls Mbororo en République centrafricaine. *Revue mond. Zootech.*, **82** : 69-77.
8. BONIS CHARANCLE J.M., 2000. Etude de faisabilité en vue de l'externalisation du volet zootechnique du Dpgt. Garoua, Cameroun, Sodécoton, Dpgt, 58 p.
9. CHAUVEAU J.-P., CORMIER-SALEM M.-C., MOLLARD E., 1999. L'innovation en agriculture. Questions de méthodes et terrains d'observation. Paris, France, IRD/A travers champs, 362 p.
10. COUTY P., 1991. L'agriculture africaine en réserve. Réflexions sur l'innovation et l'intensification agricole en Afrique tropicale. *Cah. Etud. afr.*, **31** : 65-81.
11. CUVIER L., 1999. Etude des pratiques et des stratégies paysannes de traction animale dans la zone cotonnière du Nord-Cameroun : cas du terroir de Mafa-Kilda. Mémoire DESS productions animales en régions chaudes. Montpellier, France, Cirad-emvt, 82 p. + annexes.
12. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun : le conseil de gestion. In : Second comité scientifique du Prasac, Maroua, Cameroun, 5-9 février 2001, 15 p.
13. HAVARD M., ENAM J., ABAKAR O., 2000. Les exploitations agricoles dans les terroirs de référence du Prasac au Cameroun. Résultats de l'enquête exhaustive réalisée entre mars et mai 2000. Garoua, Cameroun, Prasac, Délégation nationale, 25 p.
14. INRA, 1998. Les chercheurs et l'innovation. Paris, France, Inra (Sciences en question), 431 p.
15. KEMTSOP TCHINDA G.A., 1999. Fabrication des agro-équipements de traction animale dans la province du Nord Cameroun : place et rôle de l'artisanat du fer. Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 94 p. + annexes.
16. KENIKOU MOUNKAMA C., 2000. Les marchés financiers ruraux. Quelles particularités pour les exploitations agricoles des provinces du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun. DEA Sciences de gestion, Fseg, université de Ngaoundéré, Cameroun, 136 p. + annexes.
17. LAURENT J.-C., 1990. Appui à la cellule culture attelée au projet de développement rural de la zone soudanienne. Projet « Groupement de dépense sanitaire » (Gds). Paris, France, Bdpa-Scetagri, 50 p. + annexes.
18. LAWRENCE P.R., PEARSON R.A., 1999. Feeding standards for cattle used for work. Edinburgh, UK, CTVM/University of Edinburgh, 59 p.
19. LE THIEC G. coord., 1996. Agriculture africaine et traction animale. Montpellier, France, Cirad, 355 p. (Coll. Techniques)
20. LIU M., 1997. Fondements et pratiques de la Recherche-Action. Paris, France, l'Harmattan, 351 p.
21. MAZOYER M., ROUDART L., 1998. Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Paris, France, Seuil, 530 p.
22. NGUYEN G., 1999. Le financement de l'agriculture au Nord-Cameroun. Rapport de mission. Montpellier, France, Cirad-tera, 11 p. + annexes. (Cirad-tera n° 40/99)
23. OUSMAN H., 2002. La situation de l'éducation dans le Grand Nord. In : Ousman H., Seignobos C. éds, *Eléments d'une stratégie de développement rural pour le Grand Nord du Cameroun*. II. Notes thématiques. Yaoundé, Cameroun, Minagri, Scac Cameroun, p. 129-133.
24. RAUBEC S., 2001. Le financement de la traction animale en zone de savane cotonnière du Nord-Cameroun dans un contexte de libéralisation. Montpellier, France, Cnearc, 209 p. + annexes.
25. ROESCH M., VALL E., KENIKOU MOUNKAMA C., HAVARD M., 2002. Recettes, dépenses et crédits, comment accorder les rythmes ? Ce que peut apporter le Conseil d'exploitation à la gestion de la trésorerie des ménages agricoles et aux institutions de microfinance. In : Le financement de l'agriculture familiale dans un contexte de libéralisation : quelle contribution de la microfinance ? Dakar, Sénégal, 21-24 janvier 2002. Montpellier, France, Cirad-tera. (Sous presse)
26. SANGARE Y., KASSAMBARA H., FANE I., 2002. Guide du conseiller. Productions animales en zone Office du Niger : le cas des bovins. Niono, Mali, Office du Niger, DADR, 43 p.
27. SODECOTON, 2001. Rapport semestriel de mai à octobre 2001. Campagne agricole 01/02. Garoua, Cameroun, Sodécoton, Dpa, 50 p. + annexes.
28. TCHINSAHBE PABAME I., 2002. Comparaison des performances en champ des sarcleuses monoasine Attila et Sodécoton sur les parcelles paysannes de cotonnier dans le village de Gadas (Extrême-Nord Cameroun). Diplôme Ingénieur agronome, Fasa, université de Dschang, Cameroun, 62 p. + annexes.
29. VALL E., ABAKAR O., 2001. Perfecting donkey saddle in the North-Cameroon Savannah Zone. *Agric. Mech. Asia Afr. Lat. Am.*, **32**: 12-18.
30. VALL E., ABAKAR O., 2002. La bricole asine améliorée : économique, ergonomique et résistante à l'usure. Fiche technique. N'Djaména, Tchad, Prasac, 2 p.
31. VALL E., ABAKAR O., 2003. La charrette monobovine : facile à conduire, adaptée pour une charge utile de 500 kg. Fiche technique. N'Djaména, Tchad, Prasac, 2 p.
32. VALL E., ABAKAR O., KPOUMIE E., 2001. Mise au point de jouguets monobovins pour la culture attelée dans la zone de savane du Nord Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 247-253.
33. VALL E., ABAKAR O., LHOSTE P., 2002. Adjusting the feed supply of draught donkeys to the intensity of their work. In: van der Honing Y. Ed., 53rd Annual Meeting of EAAP, Cairo, Egypt, 1-4 September 2002. Wageningen, The Netherlands, Wageningen Academic Publishers, p. 252. (Book of Abstracts No 8)
34. VALL E., CATHALA M., MARNOTTE P., PIROT R., OLINA J.-P., MATHIEU B., GUIBERT H., NAUDIN K., ABOUBAKARY, PABAME TCHINSAHBE I., 2002. Pourquoi inciter les agriculteurs à innover dans les techniques de désherbage ? Etat de la pratique et propositions de la recherche. In : Jamin J.Y., Seiny Boukar L. éds, Actes Colloq. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis, Garoua, Cameroun, 27-30 mai 2002. N'Djaména, Tchad, Prasac. (Sous presse)
35. VALL E., DJAMEN P., 2002. Construction d'une méthodologie de conseil à l'agro-équipement de traction animale pour les exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : CR 3^e Sémin. Inra/Cirad, Modélisation du fonctionnement des troupeaux, Verrière, France, 17-18 décembre 2001. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 89-100
36. VALL E., EBANGI A.L., ABAKAR O., 2001. Mise au point d'une grille de notation de l'état corporel des ânes de trait au Nord Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 255-262.
37. VALL E., HUGUENOT S., 2001. Maîtrise des adventices par le sarclage mécanique précoce répété dans les systèmes de culture de la zone de savane cotonnière du Nord-Cameroun. In : Actes 18^e Conf. Columa, Journées internationale sur la lutte contre les mauvaises herbes, Toulouse, France, 5-7 décembre 2001. Paris, France, Columa, p. 1305-1312.
38. VALL E., LHOSTE P., DONGMO N., ABAKAR O., 2003. La traction animale dans un contexte en mutation : répondre aux besoins des producteurs par une offre de recherche et de développement adaptée. *Cah. Agric.* (Sous presse)
39. VALL E., NJOYA A., GUERIN H., 2002. Rôle de l'animal et de l'élevage dans les espaces et les systèmes agraires des savanes soudano-sahéliennes : spécificités, complémentarités et concurrences. In : Jamin J.Y., Seiny Boukar L. éds, Actes Colloq. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis, Garoua, Cameroun, 27-30 mai 2002. N'Djaména, Tchad, Prasac. (Sous presse)
40. VANDENDAEL L., 2000. Les paysans du Nord-Cameroun et leurs charrues : un outil, son utilisation et sa fabrication. Grade Ingénieur agronome, FusaGx, Gembloux, Belgique, 84 p. + annexes.

Summary

Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. Animal Draft in the Cotton Savannah New Context in Chad, Cameroon and the Central African Republic. II. What are the Priorities for Research and Development?

Animal draft plays a major role in the savannah zone of Central Africa (Chad, Cameroon, Central African Republic). Since the last few years, the institutional environment has been changing greatly. States relinquish control of the agriculture sector and new actors emerge in the animal draft "market" (farmers' associations, veterinarians, blacksmiths, rural development services...). Some of these actors face difficulties meeting producers' demands, generating enough profitability, and they look for support to sustain their activity. Producers also face hardship when they attempt to acquire equipment or take full advantage of their animal team, from lack of knowledge and insufficient financial means. Therefore, new stakes have emerged. The land pressure increase and wider use of herbicides also alter the place held by animal draft on the farm. This new situation leads to new questions to research and development. In the past, the research role was to bring technical answers to questions raised by development. Today, it is essential to understand institutions' new configuration, to analyze need changes, to promote innovation, and to reinforce the cooperation process within the new distribution of actors. Development objectives must be redirected towards animal draft financing, crop system mechanization, agriculture-livestock integration, and must support animal-draft-team transport and emerging sectors.

Key words: Animal power – Innovation – Savannah – Cotton – Chad – Cameroon – Central Africa Republic.

Resumen

Vall E., Dongmo Ngoutsop A.L., Abakar O., Meyer C. La tracción animal en el nuevo contexto de las sabanas algodonales de Chad, Camerún y República centroafricana. II. Cuales son las prioridades para la investigación y el desarrollo

La tracción animal juega un papel muy importante en la zona de las sabanas de Africa central (Chad, Camerún y República centroafricana). Desde hace varios años, el espacio institucional se ha modificado fuertemente. El estado se desliga del sector agrícola. Nuevos actores se integran al "mercado" de la tracción animal: organizaciones campesinas, veterinarios, herreros, municipios, etc. Algunos tienen dificultad para responder a la demanda de los productores, para obtener una rentabilidad suficiente y piden un apoyo para continuar con su actividad. Los productores, debido a la falta de conocimiento y de medios financieros suficientes, también encuentran dificultades para equiparse y para utilizar al máximo las yuntas. Surgen así nuevas apuestas. El aumento de la presión territorial y la difusión de herbicidas modifican también el lugar de la tracción animal en las explotaciones. Este nuevo factor suscita nuevas interrogaciones para la investigación y el desarrollo. Antes, se trataba de que la investigación aportara respuestas técnicas a las preguntas presentadas por el desarrollo. Ahora, deben comprenderse las recomposiciones institucionales, dominar la evolución de las necesidades, suscitar la innovación y reforzar los procesos de cooperación dentro del marco de los nuevos actores figurantes. Los objetivos del desarrollo deben ser reorientados hacia el financiamiento de la tracción animal, la mecanización de los sistemas de cultivo, el apoyo del transporte con atelajes, la integración agri-cultura-cría y el apoyo a los sectores que emergen.

Palabras clave: Energía animal – Innovación – Sabana – Algodon – Chad – Camerún – República centroafricana.

Éléments de génétique quantitative

2^e édition

Louis Ollivier

□ La première édition de cet ouvrage consacré à la génétique quantitative remontait à 1981. Celle-ci se trouvant aujourd'hui épuisée, la préparation d'une nouvelle version a paru souhaitable, d'autant que cette discipline, indispensable à l'analyse de la variabilité et de l'évolution des caractères à déterminisme complexe, a connu des développements importants au cours des vingt dernières années. L'agencement général du manuel, découpé en cinq chapitres, reste inchangé. Les notions de base permettant de comprendre la transmission héréditaire des caractères quantitatifs sont clairement énoncées : situation des populations satisfaisant aux conditions de l'équilibre de Hardy-Weinberg, principaux facteurs d'évolution (fractionnement en sous-populations d'effectif limité, sélection, mutation et migration). Cette nouvelle édition des *Éléments de génétique quantitative* présente les principes de base de la discipline en intégrant les principales avancées de ces dernières années.

Le premier chapitre est consacré à l'étude des populations en équilibre de Hardy-Weinberg. Après l'étude des caractères gouvernés par un et deux locus, l'auteur se penche sur le cas des caractères quantitatifs, la définition de la variance génétique, la mesure des ressemblances entre individus apparentés et la mesure des paramètres génétiques. Sur ce dernier point, les nouvelles méthodes statistiques basées sur le maximum de vraisemblance ont été ajoutées. Le second chapitre aborde le cas des populations d'effectif limité et l'évolution de la consanguinité. Il a été complété par l'étude des populations fractionnées à l'aide des indices de fixation de Sewall Wright et par des notions de démographie utiles dans le calcul des effectifs génétiques. Dans le troisième chapitre, l'auteur présente les principes de la sélection : la théorie de la sélection à

deux locus y a été ajoutée. Les mutations et les gènes à effets quantitatifs font l'objet du quatrième chapitre. Enfin le dernier chapitre est réservé à l'étude des migrations et des croisements ; la nouvelle version inclut une présentation des méthodes de sélection en croisement qui vient en complément de la méthode classique de la sélection récurrente réciproque.

En complément du chapitre consacré à la sélection, les méthodes modernes d'évaluation génétique sont notamment exposées avec la théorie du BLUP (meilleur prédicteur linéaire sans biais) de Henderson. La théorie du BLUP fut proposée dès le début des années 1950 comme une extension de la théorie des indices de sélection, théorie elle-même établie dans ses grandes lignes au début des années 1940. Le BLUP est maintenant devenu un outil universel d'évaluation génétique dans les populations animales grâce essentiellement aux progrès réalisés dans les moyens de calcul automatique. La méthode est succinctement décrite au chapitre III.

Ce nouveau manuel aborde également les principes d'utilisation, en amélioration génétique, des gènes de nature diverse ou des segments d'ADN balisant le génome. La génétique moléculaire a constitué une avancée majeure de la biologie de la deuxième moitié du XX^e siècle. Ses perspectives d'application dans l'amélioration génétique avaient été analysées dès le début des années 1960, mais elles connurent un net regain de faveur à partir de 1980, avec notamment les progrès dans la connaissance du génome des espèces animales et végétales utiles à l'homme. Depuis lors, cette connaissance a continué à progresser et des cartes génétiques très détaillées de la plupart des espèces sont maintenant disponibles. Le chapitre IV présente les principes de base de la mise en évidence et de l'utilisation en sélection de gènes de nature diverse ou de simples segments connus du génome.

D'une façon générale, la présentation conjointe et judicieuse de notions liées à « la génétique des populations » et celles attachées à « la génétique quantitative » permet au lecteur une approche compréhensible des principes utilisés pour la sélection des végétaux et des animaux. La génétique des populations s'est constituée dès le début du XX^e siècle, son point de départ théorique, la loi de Hardy-Weinberg remontant à 1908. Les travaux ultérieurs sont dus principalement à Fisher, Wright et Haldane. Le hasard intervenant aux étapes essentielles du

cycle de l'être vivant que sont la méiose et la fécondation, cette branche de la génétique repose essentiellement sur les calculs de probabilités. La génétique quantitative, quant à elle, est une discipline qui repose sur les mêmes fondements, mendéliens et probabilistes, que la génétique des populations. Elle se distingue cependant de celle-ci par son objet qui est l'étude des relations existant entre les caractères à variation continue et le patrimoine héréditaire. Elle est le fondement de l'amélioration génétique des espèces soumises à l'action de l'homme. Les applications concernant les animaux sont dues essentiellement à l'école de Lush dont le livre *Animal Breeding Plans* publié en 1937 eut un énorme retentissement.

Les raisonnements utilisés par Louis Ollivier reposent sur un nombre limité de notions de base de calcul des probabilités et de statistique, assurant une présentation simple et concise. Le lecteur est renvoyé pour plus de détails à une abondante bibliographie. L'auteur suppose connus les fondements biologiques de l'hérédité ainsi que les principes de base du calcul des probabilités. Quelques notions de calcul matriciel sont également nécessaires pour l'étude des indices de sélection et des migrations. Les variables aléatoires auxquelles il fait appel le plus fréquemment sont les variables de Bernoulli, binomiale, de Poisson et normale. Leurs lois sont donc supposées connues ainsi que les opérations applicables aux variables aléatoires en général.

Il s'agit d'un ouvrage de base pour les étudiants, enseignants et chercheurs en génétique animale et végétale. Il constitue une référence pour les agronomes et zootechniciens engagés dans des programmes d'amélioration génétique et pour tout généticien appelé à gérer des populations.

Jean-Paul POIVEY
Inra/Cirad

Ollivier L., 2002. *Éléments de génétique quantitative*, 2^e éd. revue et augmentée, 184 p.

Isbn 2-7380-1029-6 ; Réf. 01472 ; 53,00 euros

Inra-Editions, Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles Cedex, France

Tél. : 01 30 83 34 06 ; fax : 01 30 83 34 49

INRA-Editions@versailles.inra.fr

CHARDONNET Philippe (ed.)

Conservation of the African lion

Contribution to a status survey

The survey on the African lion reported in '*Conservation of the African lion: contribution to a status survey*' was carried out by a team of experts under the auspices of the International Foundation for the Conservation of Wildlife. It covers the whole of continental Sub-Saharan Africa, i.e. 42 countries in the four African regions (Western, Central, Eastern and Southern) where lion sub-populations and ranges have been defined. It aims to provide a fully updated comprehensive database of the status of the taxon for all the 42 Range States, though without claiming to be exhaustive or conclusive.

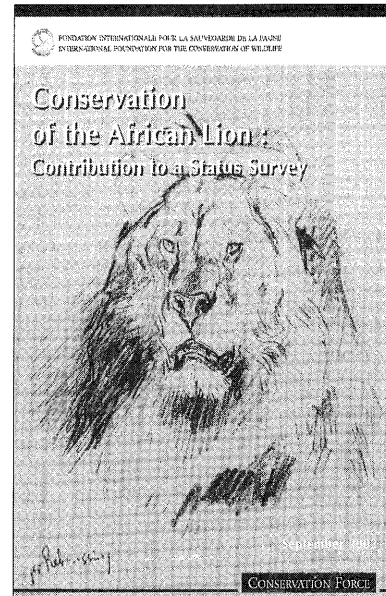
Lioness of Benin, Konkombri Hunting Area.
Photo C. Morio and V. Morio.



September 2002, 171 p.

Published by:
International Foundation
for the Conservation of Wildlife
France
&
Conservation Force
USA

Distributed by:
International Foundation
for the Conservation of Wildlife
15, rue de Téhéran
75008 Paris
France



SCOPE

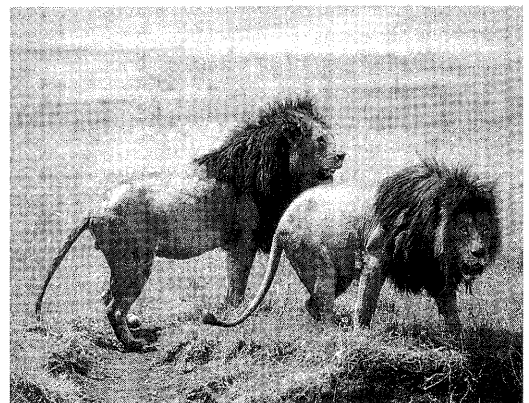
The survey covers, *inter alia*, a description of lion sub-populations, including:

- the location, size and protection status of lion habitats;
- an estimation of sizes, densities and trends in lion populations;
- the quality of lion habitat, main prey and major obstacles to lion conservation;
- the use of lion resources, management and regulatory measures, control of problem animals and poaching.

A tentative analysis on trade in live lions and lion products has also been made.

FUTURE ACTION

The main concern is the urgent need to conduct a planning exercise such as a conservation action plan, including measures for actions to be effectively implemented on the ground. Every effort should be made to ensure that the action plan is drafted with the involvement of all responsible and interested stakeholders. Africans should have a primary role in the design of African lion action plans and in strategic decision-making.



Tanzanian lions, Masailand. Photo Ph. Chardonnet.

Demographic Parameters of a Domestic Cattle Herd in a Contagious-Bovine-Pleuropneumonia Infected Area of Ethiopian Highlands

M. Lesnoff^{1‡*} M. Diedhiou² G. Laval¹
P. Bonnet^{1‡} A. Workalemahu² D. Kifle²

Key words

Cattle – Contagious bovine pleuropneumonia – Demography – Population structure – Ethiopia.

Summary

Demographic parameters of a cattle (Horro breed) herd in a rural highland district of Ethiopia (Boji, West Wellega) are described. Data were collected in the course of a herd-monitoring project on the spread of contagious bovine pleuropneumonia (CBPP). The mean age at first calving and calving rate (for females older than 4 years) in the monitored herds were estimated at 5.8 years and 0.37 year⁻¹, respectively. The annual natural mortalities were 17, 9 and 3% for calves (0 to 9 months old), subadults (> 9 months to 4 years) and adults (> 4 years), respectively. No effect of the herd status (CBPP-free or CBPP-infected) was observed on the mean mortality of weaned animals. A main feature of cattle management in the area was the common practice of animal lending between farmers (more than 35% of the adults in the monitored herds were loaned during the year), mainly for agricultural activities and manure. This practice may have had a major impact on the observed age structure of the cattle population.

■ INTRODUCTION

Ethiopia has the highest livestock population in Africa with 30 million head of cattle and 40 million small ruminants (18). The agricultural sector employs 80 to 85% of the estimated 65 million inhabitants and contributes to more than 40% of the country's gross national product (5). The rural population is primarily composed of smallholders engaged in agriculture and livestock production and lives in the highlands (> 1500 m above sea level) – In 1979, the

highlands accounted for 70% of the human and animal population of Ethiopia (16). One of the major constraints on productivity in the agricultural sector (including livestock) in the highlands is the decline in soil fertility and erosion over many centuries due to the high density of farmers and livestock (16). Animal diseases and particularly contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) are also severe constraints on livestock productivity (27, 32). Nevertheless, few field data were reported on livestock productivity and disease epidemiology in the Ethiopian highlands, and particularly in the western highlands. In this context, a CBPP herd-monitoring research project was initiated in 2000 in the highlands of Boji District, West Wellega zone, to evaluate the CBPP epidemiological situation, the disease cost to farmers and the efficiency of CBPP control programs. The livestock production system in Boji District was recently described (24). The objective of this paper was to present the main demographic parameters (calving, natural mortality, oftakes and intakes) estimated from herd monitoring in the CBPP project area.

1. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

2. International Livestock Research Institute, PO Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

‡ Present address: ILRI, PO Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

* Corresponding author

Tel.: +251 (0)1 46 32 15; Fax: +251 (0)1 46 12 52; E-mail: m.lesnoff@cgiar.org

■ MATERIALS AND METHODS

Study area and livestock production system

The first step of the project was to find a recently CBPP-infected area. The western part of Ethiopia was indicated as such by the national veterinary services. A field survey was conducted in West Wellega Province, in cooperation with local veterinary services and peasants' associations. Two districts were identified: Nole Kaba and Boji. Farmers' interviews and farm visits were then carried out to detect clinical cases of CBPP. After this preliminary investigation, Nole Kaba was discarded and Boji was retained (Figure 1).

The major portion of the district lies between 1500 and 2100 m above sea level – Woina Dega zone of the highlands (unpublished report from ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 1978). A smaller portion in the northeast is below the altitude of 1500 m. The rainfall pattern is unimodal with a rainy season from May to October and a dry season during the rest of the year. Annual rainfall for West Wellega region varies between 1300 and 2000 mm depending on the districts and on the years (West Wellega Zonal Agricultural Office, 2002, pers. commun.).

Boji population density was recently estimated at 104 inhabitants/km² (5). The dominant agricultural system is a sedentary, highly integrated crop-livestock farming system (24). The farmers belong to the Oromo ethnic group; most of them are smallholders – 83% of the farms in West Wellega zone cover less than two hectares (14). About 50% of them keep cattle (unpublished report from ILRI, Addis Ababa, Ethiopia, 2003), mainly of the Horro breed of the Sanga-Zebu type (1). The animals are of medium size and have a uniformly reddish brown coat.

Cattle herds have a small size (mean = 8 animals; range = [1, 45]; unpublished report from ILRI, Addis Ababa, Ethiopia, 2003). Almost 20% of the herds are composed of one or two animals, which are kept within the farm. In larger herds (80% of the herds), the weaned animals (older than nine months) are kept at night in open temporary paddocks (called *della*) built around the farms. During the day, they graze on pastures or on crop residues during harvest time under the guidance of a herder. Suckling calves are kept away from the main herd and sleep inside the farm at night. They have no contact with mature animals except during milking.

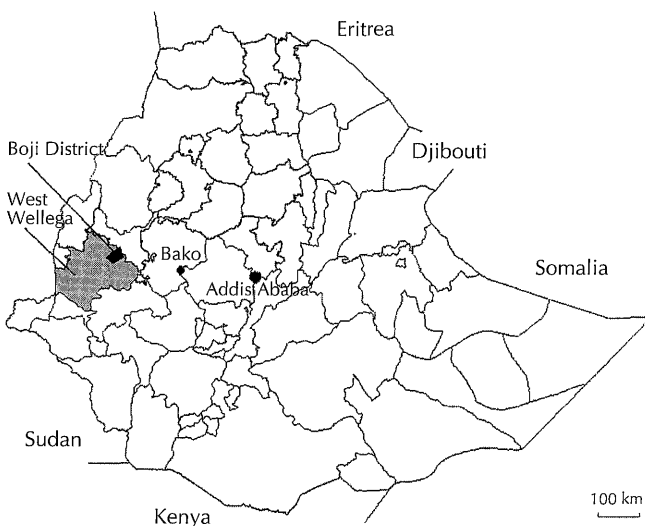


Figure 1: Location of Boji District in West Wellega Province in Ethiopia.

Animals are used for agricultural activities (draft, threshing and trampling), manure, milk and meat production. The loaning of animals between farmers is frequent and different types of contracts are encountered: fattening for manure (*dereba*, covering a period of a few months); ploughing for adult males (*goubo*, covering a few days to a few weeks); and herding (covering several years) (24).

The farmers divide the year into four cultural seasons: *bona* (December to February), *arfassa* (March to May), *gana* (June to August) and *birra* (September to November). Animals are used for agricultural activities throughout the year although the most intensive periods of usage are the *arfassa* and *gana* seasons (ploughing for maize, sorghum and teff) and the *bona* season (threshing of teff and ploughing for maize in the lower damp gullies) (24).

Herd selection

Information meetings were organized in Boji District with veterinary services and peasant associations to explain the goal of the survey. In particular, farmers were provided with veterinary information on CBPP and they were made aware that the study was targeted on within-herd CBPP spread. Incentive measures were proposed to farmers to participate in the survey: at the end of the herd monitoring period, any sick animal would be treated and vaccination against CBPP would be organized for monitored herds. No restriction was applied to farmers' management practices (cattle utilization and importation, disease prevention measures, cattle medical treatment, etc.). All the herds of the farmers who volunteered to be involved in the study were visited. Herds were finally selected according to two primary criteria: (i) they comprised at least five owned animals (excluding borrowed cattle) at the beginning of the monitoring period to ensure survey continuity at the herd level; (ii) those newly contaminated were searched using farmers' interviews (report of recent cattle death caused by respiratory disease) and slide agglutination tests on any cattle presenting respiratory symptoms (33). In addition, other herds (presumably CBPP-free) were selected. The overall herd-sample size was determined by the available financial, human and material means. All monitored herds were selected in a 20-km-diameter circle around Bila, Boji District main town.

Herd monitoring

Each selected herd was monitored for a period of 12 to 18 months, between June 2000 and December 2001. Herd monitoring was set up according to the Panurge method (9, 10). Each animal was ear-tagged for permanent identification. Three teams of two enumerators visited the herds every two weeks to record demographic events (birth, mortality, offtake and intake), clinical signs of sick animals, and type and cost of veterinary care. The birth date and parity of animals born outside of the herd or the monitoring period (animals in the herd at the start of the monitoring period and animals that entered the herd through purchase or loan) were estimated with farmers' interviews. In case of death, a postmortem diagnosis was established by the veterinary supervisors according to the clinical signs reported by farmers and enumerators, and, whenever possible, a necropsy examination was carried out. For this latter case, lungs and chest cavity were examined to reveal whether or not CBPP caused the death. Blood samples were collected every three months from all animals to determine their serological CBPP status. Any animal showing respiratory symptoms and any animal entering a herd (loan, purchase) was also sampled. All available information was entered and validated in relational database management systems with graphical user interfaces specifically designed for herd monitoring and serological data management (3, 19).

Data

Seventy-one herds were monitored (1700 head of cattle). Data were limited to the annual period between December 2000 and November 2001 (all herds were monitored for 12 months during this period, which ensured data homogeneity). The mean herd size (including calves kept at home) was 15.3 head of cattle and ranged from 4 to 31. The interquartile range was [10, 20].

According to serological results obtained by a competitive ELISA test (26), clinical symptoms, and necropsies, 15 out of the 71 herds were classified as infected with CBPP (unpublished results). The results reported here were recorded on the whole sample (71 herds), irrespective of their CBPP status.

Demographic parameters estimation

Demographic parameters for calving, natural mortality, offtakes and intakes were defined as hazard rates. Offtakes were divided between slaughterings, sales and loans of animals between farmers. Intakes were divided between purchases and loans. For loans, two exit and two entry reasons were considered:

- the loan of the animal to another farmer (coded DEC);
- the return of an animal to the herd of origin (coded FIC);
- the arrival of an animal on loan (coded ARC);
- the return of an animal that was previously on loan (coded REC).

These four reasons (DEC, FIC, ARC and REC) were considered separately.

For a homogeneous set of individuals, the rate μ (assumed constant within an age class) of a specific event (e.g. natural death) was estimated by the ratio y / T , where y was the number of observed cases of this event (e.g. the number of natural deaths) and T the total time at risk (25). A log-linear model was used to estimate the rates for the different demographic events according to a set of explanatory variables (17, 21):

$$\log(m_i / T_i) = x_i \beta$$

where x_i is a vector describing the explanatory-variable pattern i (i.e. a unique combination of the modalities of the different explanatory variables), β the vector of the corresponding parameters, and m_i and T_i the expected number of cases and the total time at risk (animal-year) for the explanatory-variable pattern i . The equation may be written as:

$$\log(m_i) = x_i \beta + \log(T_i)$$

Considering $\log(T_i)$ as an "offset" (i.e. as a fixed and known parameter) and assuming that m_i was generated from a Poisson law, this model was adjusted with standard algorithms for log-linear models. Rates were estimated by: $\hat{\mu}_i = \hat{m}_i / T_i$

In the study, the explanatory variables were:

- the season (*bona*: December to February; *arfassa*: March to May; *gana*: June to August; or *birra*: September to November);
- the sex of the animals (female or male);
- the age class of the animals. Exact ages were used (e.g. two years old represented 730 days): suckling calves (age ≤ 9 months), subadults (9 months $<$ age ≤ 4 years), adults (cows, bulls and oxen; age > 4 years);
- the CBPP herd status (infected or non-infected) for the natural mortality rate of weaned animals – the CBPP effect was not considered for suckling calves, which have low susceptibility and do not develop the severe pulmonary form (31).

For each type of demographic event, the best model was selected based on Akaike's information criterion (AIC: "smaller is better").

AIC allows the selection of parsimonious models achieving a compromise between the variance and the bias of the parameter estimators (2). A set of models was defined for each rate, composed of a "complete" model (including all the explanatory variables and their first-order interactions) and of all the simpler, nested submodels. In each set, the model with the minimum AIC was retained. For the selected models, the significance of the variables was checked with likelihood ratio tests (LRT). Finally, their global adequacy was checked with a Chi-square test of goodness of fit (28).

Sensitivity of calving rates

During the monitoring period, many cows (loaned to non-monitored farmers) returned to their originating herd just after calving. This practice might lower the estimated value of the calving rate because calvings not observed within the monitored herds were not taken into account. Three adjusted values were calculated to assess the sensitivity of the calving rate: the number of calves along with their mothers in the monitored herds due to loaning reasons and aged between 0 and 30 days, 0 and 60 days and 0 and 180 days (7, 9 and 17% of the observed calvings, respectively) were added to the number of observed calvings.

RESULTS

Herd structure

Calves, subadults, cows and bulls-oxen represented 13, 26, 40 and 21% of the cattle under study, respectively. The total percentage of females was 61%. The age structure dropped after one year and remained at the same level until five years (Figure 2). Higher age-class sizes were then encountered until eight years for females, and sizes regularly dropped afterwards. Animals older than 12 years represented less than 2% of the studied sample. Seasonal variations were low in the sex and age structures (the between-season differences were less than 1%).

Reproduction

The farmers reported neither abortion nor stillbirths during monitoring. There were no multiple births either. Thirty-four

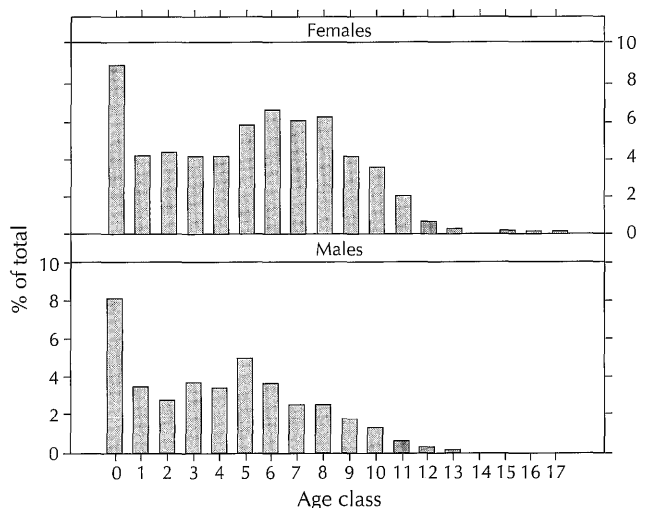


Figure 2: Age-by-sex cattle structures in the monitored herds; The x-axis represents the annual age classes: 0 represents the class "age ≤ 1 year", 1 represents the class "1 $<$ age ≤ 2 years", etc.

observed calvings were declared as being the first ones. The estimated density of probability function of age at first calving (Figure 3) showed a peak between 5 and 6 years (47% of calvings) thus showing a strong synchronization of heifers in age of first calving. Only two of these calvings were observed before 4 years of age and three were observed after the age of 7 years (the maximum observed value was 9.7 years). The estimated mean age at first calving was 5.8 years (S.E. = 0.2; median = 5.6 years).

The season was retained in the AIC-best statistical model for calving rates (Table I). Calving distribution was unimodal throughout the year (Figure 4). The highest rates were observed

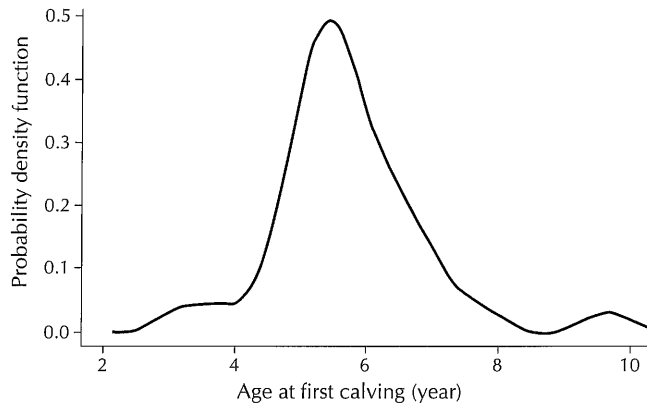


Figure 3: Kernel estimate of the probability density function (pdf) of the age at first calving in the monitored herds; pdf was estimated with a smoother kernel (Venables and Ripley, 1999, Springer). The kernel bandwidth smoothing parameter was set to 0.4.

between September and January (*birra* and *bona* seasons). The global calving rate (average over the year) was 0.37 years⁻¹ (S.E. = 0.03). The adjusted calving rates remained relatively poor: 0.40, 0.41 et 0.44 years⁻¹, respectively.

Natural mortality

The CBPP status at the herd level was not retained in the AIC-best statistical model including weaned animals (LRT of the status effect was not significant, P = 0.63). The AIC-best model including all age groups was additive between age and season (Table II).

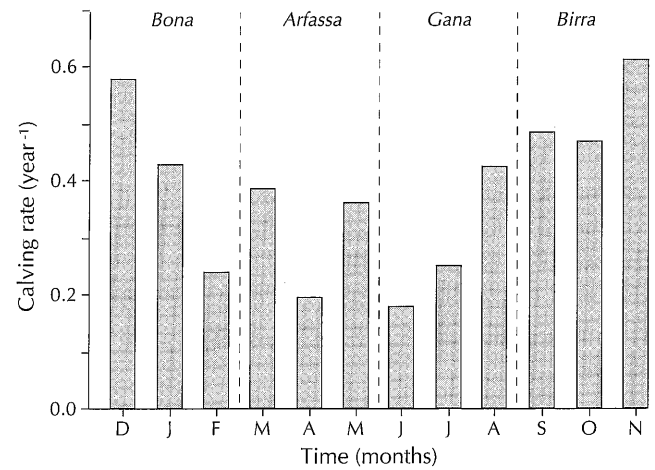


Figure 4: Monthly variations of the calving rate (year⁻¹) for females older than four years in the monitored herds.

Table I

Best statistical models selected by AIC^a for calving, mortality, sale, purchase and loan rates in the monitored herds

Models	Deviance	χ^2	df	pb
Calving: season	0	0	0	-
Mortality: season + age	24.9	20.1	18	0.33
Offtake				
Slaughtering: no effect (grand mean model)	8.1	6.7	7	0.96
Sale: season + sex + age + sex*age + season*sex	6.2	5.4	12	0.45
Loan				
DEC: season + sex + age + season*age + season*sex	11.1	10.3	8	0.25
FIC: sex + age + sex*age	25.9	25.6	18	0.11
Intake				
Purchase: sex + age	17.9	24.1	20	0.24
Loan				
ARC: season + age + season*age	9.2	8.6	12	0.71
REC: sex + age + sex*age	24.9	24.9	18	0.13

^a Akaike's information criterion

^b P-values for the global χ^2 test of model goodness of fit

DEC: loan of the animal to another farmer; FIC: return of an animal to the herd of origin; ARC: arrival of an animal on loan; REC: return of an animal that was previously on loan

The estimated natural mortality rates by age group (average over the year) were 0.21 (S.E. = 0.04), 0.13 (S.E. = 0.02) and 0.04 year⁻¹ (S.E. = 0.01) for the calves, subadults and adults, respectively (Table III). The highest rates were observed during the *bona* and *arfassa* seasons (mid and end of the dry season). They were 1.8 and 2.6 higher than in the *birra* season, which showed the lowest rates.

Offtakes and intakes of animals in the herds

Slaughtering

Few slaughtering occurred during the survey period: only nine animals (seven females and two males, all older than four years). The AIC-best model did not include the season nor the sex. The estimated slaughtering rate for adults was 0.01 year⁻¹ (S.E. < 0.01).

Sales and purchases

The AIC-best model for purchases only included the sex and age. The model for sales was more complex (Table I). Sales and

purchases of calves were rare (one calf for each category during the year). Globally, there were more sales than purchases; the ratios of sale rates to purchase rates varied from 1.4 to 1.8 for subadults and adults, respectively (Tables II and III). The highest sale rates were observed for bulls and oxen (0.16 year⁻¹, S.E. = 0.03) (Table III). The sales of males showed more seasonal variations than those of females, with a peak during the *arfassa* season. No seasonal effect was observed in purchases.

Loans between farmers

In general, the AIC-best models related to loans showed interactions between season, sex and age (Table I). Only the main patterns are presented here.

On average, the sampled farmers gave more animals for loaning than they acquired through loaning. For example, the rates associated with male exit due to loans (DEC) were higher than those associated with entry due to loans (ARC): the ratio of DEC rates to ARC rates were 1.3, 2.8 and 1.2 for calves, subadults and

Table II

Estimated rates (year⁻¹) of mortality and offtakes by sex and age group in the monitored herds

	Sex	Age groups (months)		
		Age ≤ 9	9 < age ≤ 48	48 < age
Mortality	T	0.21 (0.04) ^a	0.13 (0.02)	0.04 (0.01)
Slaughtering	T	–	–	0.01 (< 0.01)
Sales	F	0.01 (< 0.01)	0.08 (0.02)	0.06 (0.01)
	M	0.00 (0.00)	0.07 (0.02)	0.16 (0.03)
	T	< 0.01 (< 0.01)	0.07 (0.02)	0.09 (0.01)
Loans (DEC + FIC)	F	0.21 (0.05)	0.46 (0.05)	0.42 (0.03)
	M	0.14 (0.05)	0.62 (0.07)	0.57 (0.05)
	T	0.17 (0.04)	0.53 (0.04)	0.48 (0.03)

^a Standard error

T = total; F = females; M = males

DEC: loan of the animal to another farmer; FIC: return of an animal to the herd of origin

Table III

Estimated rates (year⁻¹) of intakes by sex and age group in the monitored herds

	Sex	Age groups (months)		
		Age ≤ 9	9 < age ≤ 48	48 < age
Purchases	F	0.01 (< 0.01) ^a	0.03 (0.01)	0.02 (0.01)
	M	0.00 (0.00)	0.07 (0.02)	0.08 (0.02)
	T	< 0.01 (< 0.01)	0.05 (0.01)	0.05 (0.01)
Loans (ARC + REC)	F	0.21 (0.05)	0.34 (0.05)	0.32 (0.03)
	M	0.20 (0.05)	0.37 (0.05)	0.51 (0.05)
	T	0.20 (0.04)	0.35 (0.04)	0.39 (0.02)

^a Standard error

T = total; F = females; M = males

ARC: arrival of an animal on loan; REC: return of an animal that was previously on loan

adults, respectively. The same trend was also observed to a lesser extent for females (with a ratio of 1.7 for weaned females).

The highest rates associated with exit due to loans (DEC) were observed for subadults, while the highest rates associated with entry due to return from loans (REC) were observed for adults (Figure 5).

As for sales, the rates of exit (DEC plus FIC) and entry (ARC plus REC) for males were higher than those for females (except for calves). For subadults and adults, the male-female ratios for exit rates were 1.3 and 1.4, respectively (Table II), and for entry rates 1.1 and 1.6, respectively (Table III).

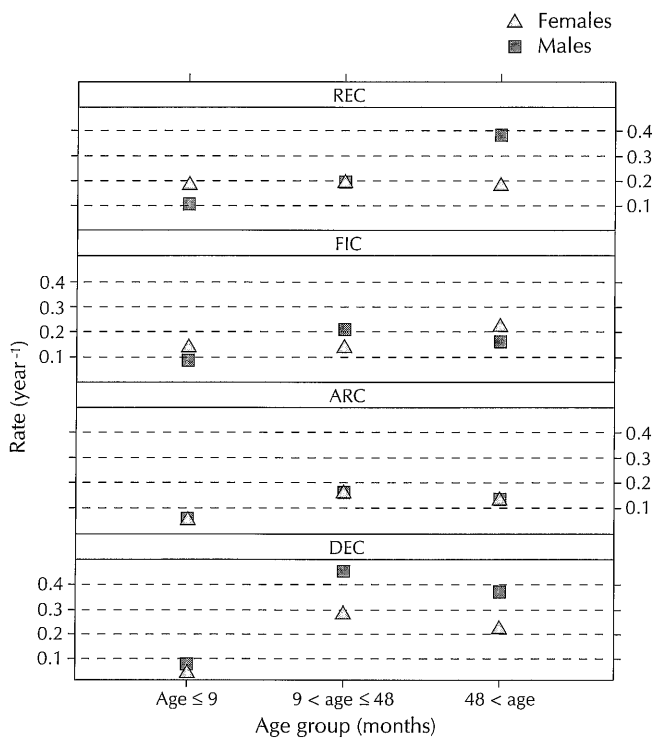


Figure 5: Rates (year⁻¹) of exit due to loans (DEC), exit due to end of loans (FIC), entry due to loans (ARC) and entry due to return from loans (REC) by sex and age group in the monitored herds.

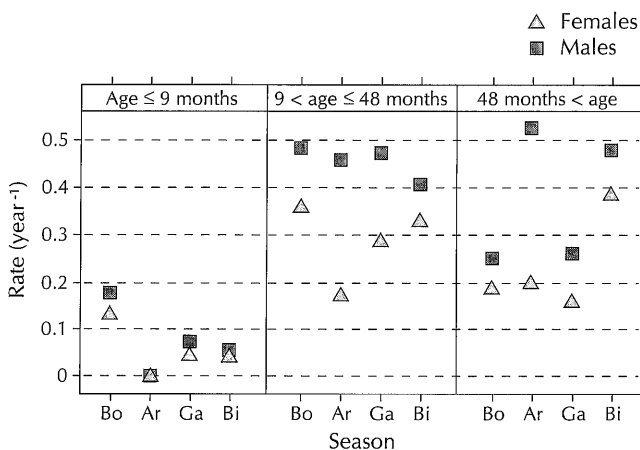


Figure 6: Rates (year⁻¹) of exit due to loans (DEC) by sex, age group and season in the monitored herds. B = bona (December to February); Ar = arfassa (March to May); Ga = gana (June to August); Bi = birra (September to November).

The highest seasonal variability in exit rates due to loans (DEC) was observed for adults (Figure 6). For cows, the highest rate was observed during the *birra* season. For bulls and oxen, they were observed during the *arfassa* and *birra* seasons.

Comparison of causes of exit of animals from herds

For all age groups, the loan of animals represented the most frequent cause of exit from the herd. For example, almost 36% of the animals older than nine months left the herds during the year for loan (the percentages were calculated from rates given in table II).

Among the calves and subadults, natural mortality was the second cause of exit from the herd (17 and 9% of the animals in the year, respectively), followed by sale. The reverse was observed for adults: 7% of adults were sold in the year against 3% due to mortality. Slaughtering was negligible (only 1% of the adults were slaughtered during the year).

DISCUSSION

Herd sampling design

A purposive sampling frame was used to select the herds included in the survey. They were selected according to their size, CBPP status and farmers' willingness to cooperate. The mean herd size monitored was twice higher than the average herd size in Boji District. CBPP herd prevalence (proportion of infected herds) in the monitored herds was about 20% (unpublished results) and probably higher than that in the district (although the district herd prevalence was unknown at the time the manuscript was written). The potential effects of the sampling design on the estimated age-by-sex structures and loans, natural mortality and reproduction rates are discussed thereafter.

Animal loans between farmers

The loaning of animals between farmers was the primary cause for exit and entry of animals within herds and is an important aspect of the agricultural system in the area (24). This was different from the results reported by Mukasa-Mugerwa (30) for the cattle livestock in the central zone of the highlands (Ada District), where natural mortality was reported as the primary cause of exit.

Seasonal variations of loan rates showed complex and various patterns between sex and age groups. These complex patterns were the result of the diversity of loan types in the area and farmers' behavior. Regarding males, the seasonal peak of loans was associated with the *goubo* contracts. Regarding sales, it was observed during the *arfassa* (March to May) and *birra* (September to November) seasons, just before the two intensive ploughing periods (April to July for maize, sorghum and teff, and December to January for maize in the lower damp gullies) (24). Regarding subadult females and males, most of exit for loans (*derebas*) were observed out of the *gana* season (rainy season), when pastures are less abundant.

In principle, if the herd sampling design was random and loans were only practiced between farmers of the study area, then exit due to loans (DEC) and entry due to loans (ARC) in the sample should have been roughly equal throughout the year. The same should have been observed for exit due to end of loans (FIC) and entry due to return from loans (REC). Globally, results presented in Tables II and III did not follow this pattern. Loan exit rates of animals were higher than loan entry rates: the monitored farmers were more loaners than receivers of animals. We believe that

a significant part of loaned animals were sent to farms without or with few owned animals (for manure and ploughing or others contracts). This type of farms was not included in the sample in accordance with the epidemiological goal of the study. Another group of animals could have been sent out of the study area, especially in the lowland areas, north of Boji District, and have had more abundant pastures (24). At last, because a recently CBPP-infected area was purposively selected, such a pattern might also be related to a disease-escape strategy adopted by the farmers.

Age-by-sex cattle population structure

The percentage of female cattle in the sample (61%) was lower than in farming systems where agricultural activities are lesser or null (about 65%) (7). However, it was greater than those found in intensive livestock production systems using animal draft. De Leeuw and Wilson (8) reported a value of 53% in an agropastoral system in Mali. In some districts of the highlands which use cattle for agricultural activities, the percentage of females may be as low as 37% (30). Although the study area is characterized by a strong integration of crop and animal production, this intermediary percentage (in addition to the relatively high herd sizes compared to other smallholder systems in Ethiopia) expresses a strong tradition of Oromo farmers' livestock composition in Boji District.

The percentage of reproductive females (40% of females older than four years or 44% of females older than three years) matched the range reported by de Leeuw and Wilson (8) in pastoral and agropastoral African livestock production systems (40 to 45%).

A noticeable feature was the drop of the age structure of females and males aged between 1 and 5 years. It was stable throughout the year and could not be associated to a seasonal phenomenon. This type of drop is generally described as a non-equilibrated age structure, due for example to high mortalities having affected the first age groups or to a high drop of fecundity during the years preceding the monitoring study (23). It might also be due to biases in age estimation leading to the size of some age groups being overestimated or underestimated. However, the highest rate of exit due to loan (DEC) was observed between 1 and 2 years of age and the highest rate of entry due to loan (REC) was observed for cattle older than 4 years. The drop observed in the age structure might then be associated to loans to other farms of animals not yet productive (long-term herding contract) (24) and which returned to their herd of origin three or four years later. Thus, the observed pattern might correspond to an uncommon equilibrated age structure.

Reproduction

The estimated mean age at first calving for cattle in Boji District (5.8 years) was coherent with some values reported for similar Ethiopian farming systems. For example, in the neighboring highlands of Boji District, Dadi *et al.* (6) reported a mean age at first calving greater than five years. This was also coherent with values reported for zebu breeds of large size (7). Nevertheless, it was higher than the 4.4 years reported by Mukasa-Mugerwa *et al.* (30) for the Highland Shorthorn zebu cattle in the central part of the highlands. It was also higher than the values reported for the Horro breed on a research station in the same area: 2.8 years according to Galal *et al.* (13) and 4.6 years according to Kebede *et al.* (20) – the latter explained the wide difference with the former because of a change in management in the research station. The reliability of the estimation of the mean age at first calving depends on the correct identification of the calving rank of the monitored females and on the accurate estimation of their birth date. The authors' view is that errors on the identification of first

calving were small in this study. Errors on birth dates were probably more frequent, especially for females older than five years. Nevertheless, the authors believe that these errors did not exceed six months on average during the monitoring.

In African semiarid zones, when reproduction is not controlled, the fecundation peak is primarily related to the feeding conditions of reproductive females (35). In Boji, the highest calving rates (November and December) corresponded to fecundations in February and March. This period was the end of the dry season and the most unfavorable period during the year (few pastures and crop residues) (24). Farmers explained this peak by the agricultural uses of bulls and their poor availability before February: from November to January, bulls are intensively used for ploughing activities and trampling (24). This effect was already noticed by Dadi *et al.* (6) in Bako region. A better management of reproduction, particularly of bulls' availability, may significantly enhance herd productivity in the studied system.

Neither abortion nor stillbirths were observed throughout the monitoring period. Abortions did not seem to be a major problem in Boji District, like in other areas of the highlands (unpublished report from ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 1981). However, abortions were difficult to detect and might have been underestimated. In a research station, Gebre-Yohannes and Kebede (14) reported 3% abortion for the Horro breed.

The calving rate (0.37 year⁻¹) estimated for cows in Boji District was low compared to other values observed in some African agropastoral systems, e.g. 0.48 year⁻¹ in Nigeria and 0.59 year⁻¹ in Mali (8). For the Horro breed, Galal *et al.* (13) estimated a calving rate of 0.42 year⁻¹ in the research station of Bako. For the Highland Shorthorn zebu in the central part of the highlands, Mukasa-Mugerwa *et al.* (30) reported a calving rate of 0.46 year⁻¹. Finally, for the highland zebus from central Ethiopia (breed not indicated), Gryseels and Anderson (16) reported a calving rate of 0.50 year⁻¹. The lower value observed in Boji District did not seem to be related to the estimation method because none of the calving rates adjusted to a possible loan effect reached the value of 0.50 year⁻¹.

In the literature, calving rate estimations are often reported globally for the group of "reproductive" or "mature" cows. Different definitions were given for this category, according to the livestock production system and the authors. For example, de Leeuw and Wilson (8) considered as mature the cows older than three years. Other authors did not define them (30). In this study, reproductive cows were defined as those older than four years because only two calvings were observed before this age. The choice of this threshold age is important because it may result in major differences in calving rates (and also in the percentage of reproductive females in the herds). In the present study, the estimated calving rate ranged from 0.34 year⁻¹ for cows older than 3 years to 0.37 and 0.40 year⁻¹ for cows older than 4 and 5 years, respectively. One alternative to global calving rate estimation would be to report results based on annual age groups (12).

Natural mortality

The CBPP herd status had no significant effect on the global mortality of weaned animals in the herds. This result was related to the relatively low incidence, morbidity and fatality-case rates observed in CBPP-infected herds (unpublished results). In these herds, 36% of weaned animals were infected at the end of the year and 39% of them showed clinical signs. According to a case-fatality rate of 13%, annual CBPP mortality in the herds should be approximately 1.8%, which was not detected in the analysis (lack of statistical power due to an insufficient sample size).

No sex effect was observed, as also reported by Kebede *et al.* (20) for Horro calves on a research station. The highest mortality rates were observed during the *arfassa* season (end of the dry season and period of weaning). This might be related to a nutritional deficiency of animals, as in other livestock production systems (8).

Annual mortality of calves and adults (17 and 3%, respectively) was of the same magnitude as those reported in agropastoral systems in Nigeria and Mali by de Leeuw and Wilson (8) (15-17% for calves and 4-5% for cows). In smallholder dairy farms in Kenya, Gitau *et al.* (15) found a higher value for calf mortality (22%). The only reference found on natural mortality in on-farm studies in Ethiopian highlands was that of Mukasa-Mugerwa *et al.* (30). They reported annual mortalities of 7% for calves, 4% for growing heifers, 5% for growing bulls, 4% for cows and 2% for oxen. These values were lower than those observed in the monitored herds for calves and subadults (17 and 9%, respectively). The higher rates observed in Boji District might be due to the existence of large forests and the frequent attack of cattle by wild animals (hyena, panthers), which represented 41% of the mortality during the monitoring period.

Between-herd variability

The between-farm variability was not tackled. For this purpose, many factors might have been taken into account such as herd management practices, herd size, household features, socioeconomic activities of the farmer, distance from the farms to the market or to the grazing pastures and the epidemiological status of the herds. Different statistical methods are available to analyze between-farm variability, and for livestock applications in particular (11, 22, 29): multivariate analysis methods (e.g. principal component analysis or correspondence analysis) to cluster the farmers or regression mixed models to test factors of interest including herd effects. The between-farm variability in Boji District will be studied in a subsequent paper.

Acknowledgments

We thank the Ministry of Agriculture (MoA) of Ethiopia and the West Wellega Zonal Agricultural Office for their friendly cooperation on this herd-monitoring project. We are grateful to the field enumerators and the farmers of Boji District for their help in data collection. We thank the two anonymous referees whose comments allowed us to improve a first version of this paper.

REFERENCES

- ALBERRO M., HAILE-MARIAM S., 1982. The indigenous cattle of Ethiopia. Part I. *FAO World Anim. Rev.*, **41**: 2-10.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., 1998. Model selection and inference. A practical information-theoretic approach. New York, NY, USA, Springer.
- CHAVERNAC D., JUANES X., THIAUCOURT F., 2002. CORA : Logiciel d'aide à la gestion des résultats d'analyses. Montpellier, France, Cirad-emvt.
- CSA, 2000. Report on land utilisation. Agricultural sample survey 1999/2000, Volume IV. Stat. Bull. 227. Addis Ababa, Ethiopia, Central Statistical Authority.
- CSA, 2001. Ethiopia statistical abstract 2000. Addis Ababa, Ethiopia, Central Statistical Authority.
- DADI L., GEDENO G., KUMSA T., DEGU G., 1987. Bako mixed farming zone diagnostic survey report. Addis Ababa, Ethiopia, Department of Agricultural Economics and Farming Systems Research.
- DE LEEUW P.N., MCDERMOTT J.J., LEBBIE S.H.B., 1995. Monitoring of livestock health and production in sub-Saharan Africa. *Prev. vet. Med.*, **25**: 195-212.
- DE LEEUW P.N., WILSON R.T., 1987. Comparative productivity of indigenous cattle under traditional management in Sub-Saharan Africa. *Q. J. int. Agric.*, **26**: 377-390.
- FAUGERE O., FAUGERE B., 1986. Suivi de troupeaux et contrôle des performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39**: 29-40.
- FAUGERE O., MERLIN P., FAUGERE B., 1991. Méthodologie d'évaluation de la santé et de la productivité des petits ruminants en Afrique : l'exemple du Sénégal. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **10**: 103-130.
- FAYE B., LESCOURRET F., DORR N., TILLARD E., MCDERMOTT B., MCDERMOTT J., 1997. Interrelationships between herd management practices and udder health status using canonical correspondence analysis. *Prev. vet. Med.*, **32**: 171-192.
- FRENCH N.P., TYRER J., HIRST W.M., 2001. Smallholder dairy farming in the Chikwaka communal land, Zimbabwe: birth, death and demographic trends. *Prev. vet. Med.*, **48**: 101-112.
- GALAL E.S.E., KEBEDE B., TEGEGN A., 1981. A study on the reproduction of local zebu and F1 crossbred (European x zebu) cows. II. Age at first calving and calf production. *Ethiop. J. agric. Sci.*, **3**: 81-95.
- GEBRE-YOHANNES G.-E., KEBEDE M., 1996. Fertility of Horro and crossbred cows at Bako research center. In: Proc. 4th Conference ESAP, Addis Ababa, Ethiopia, p. 120-126.
- GITAU G.K., MCDERMOTT J.J., WALTNER-TOEWS D., LISSEMORE K.D., OSUMO J.M., MURIUKI D., 1995. Factors influencing calf morbidity and mortality in smallholder dairy farms in Kiambu District of Kenya. *Prev. vet. Med.*, **21**: 167-177.
- GRYSEELS G., ANDERSON F.M., 1983. Research on farm and livestock productivity in the central Ethiopian highlands: initial results, 1977-1980. ILCA Research Report 4. Addis Abeba, Ethiopia, International Livestock Center for Africa.
- HOLFORD T.R., 1980. The analysis of rates and of survivorship using log-linear models. *Biometrics*, **36**: 299-305.
- ILRI, 2000. Handbook of livestock statistics for developing countries. Socio-economics and policy research working paper 26. Nairobi, Kenya, International Livestock Research Institute.
- JUANES X., LANCELOT R., 1999. LASER : Logiciel d'aide au suivi d'élevages de ruminants. Montpellier, France, Cirad-emvt.
- KEBEDE M., KUMSA T., GEBRE-YOHANNES G.-E., 1993. Some productive and reproductive performances of Horro cattle at Bako research center. In: Proc. 4th National Livestock Improvement Conference, Addis Ababa, Ethiopia, 13-15 November 1991. Addis Ababa, Ethiopia, Institute of Agricultural Research, p. 78-82.
- LAIRD N., OLIVIER D., 1981. Covariance analysis of censored survival data using log-linear analysis techniques. *J. Am. stat. Assoc.*, **76**: 231-240.
- LANCELOT R., LESCOURRET F., FAYE B., 1995. Multilevel modelling of pre-weaning kid mortality during the cold, dry season 1991-1992 in the outskirts of N'Djamena, Chad. *Prev. vet. Med.*, **24**: 171-186.
- LANDAIS E., SISSOKHO M.M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. In : Landais E., Faye J. eds, Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, p. 433-485. (Etudes et synthèses de l'emvt n° 20)
- LAVAL G., 2002. Analyse coût-bénéfice des méthodes de lutte contre la Ppcb (péripleurémie contagieuse bovine). Une application au niveau du troupeau dans le district de Boji, West Wellega (Ethiopie). Thèse Doct., Université de Lyon I, France.
- LEE E.T., 1992. Statistical methods for survival data analysis, 2nd Ed. New York, NY, USA, Wiley.
- LE GOFF C., THIAUCOURT, F., 1998. A competitive ELISA for the specific diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia (CBPP). *Vet. Microbiol.*, **60**: 179-191.

27. MASIGA W.N., DOMENECH J., WINDSOR R.S., 1996. Manifestation and epidemiology of contagious bovine pleuropneumonia in Africa. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **15**: 1283-1308.
28. MCCULLAGH P., NELDER R.W.M., 1989. Generalized linear models, 2nd Ed. New York, NY, USA, Chapman and Hall.
29. MCDERMOTT J.J., SCHUKKEN Y.H., SHOUKRI M.M., 1994. Study design and analytic methods for data collected from clusters of animals. *Prev. vet. Med.*, **18**: 175-191.
30. MUKASA-MUGERWA E., BEKELE E., TESSEMA T., 1989. Type and productivity of indigenous cattle in Central Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **21**: 120.
31. PROVOST A., PERREAU P., BREARD A., LE GOFF C., MARTEL J.L., COTTEW G.S., 1987. Contagious bovine pleuropneumonia. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6**: 625-679.
32. SILESHI Z., TSEGAHUN A., YAMI A., TEGENE A., 2001. Status of livestock research and development in the highlands of Ethiopia. In: Proc. Two stakeholder workshops "Wheat and weeds: food and feed". Mexico City, Mexico, CIMMYT, p. 227-250.
33. TURNER A.W., ETHERIDGE J.R., 1963. Slide agglutination tests in the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, **39**: 445-451.
34. VENABLES W.N., RIPLEY B.D., 1999. Modern applied statistics with S-PLUS. New York, NY, USA, Springer.
35. WILSON R.T., 1989. Livestock production in Central Mali: economic characters and productivity indices for Sudanese Fulani cattle in the agropastoral system. *Trop. Agric.*, **66**: 49-53.

Reçu le 04.07.2002, accepté le 17.02.2003

Résumé

Lesnoff M., Diedhiou M., Laval G., Bonnet P., Workalemahu A., Kifle D. Paramètres démographiques d'un cheptel de bovins domestiques dans une zone des hauts plateaux éthiopiens infectée par la péripneumonie contagieuse bovine

Les paramètres démographiques d'un cheptel de bovins (race Horro) dans un district rural d'Ethiopie (Boji, West Wellega) sont décrits. Les données ont été récoltées dans le cadre d'un suivi de troupeaux dont l'objectif a été d'étudier la diffusion de la péripneumonie contagieuse bovine (Ppcb). L'âge moyen à la première mise bas et le taux de mises bas (pour les femelles âgées de plus de 4 ans) ont été estimés respectivement à 5,8 ans et 0,37 année⁻¹ dans les troupeaux suivis. Les mortalités naturelles annuelles ont été respectivement de 17, 9 et 3 p. 100 pour les veaux (âgés de 0 à 9 mois), les subadultes (plus de 9 mois à 4 ans) et les adultes (plus de 4 ans). Le statut des troupeaux pour la Ppcb (sain ou infecté) n'a pas montré d'effet sur la mortalité moyenne des animaux sevrés. La fréquence élevée des prêts d'animaux entre éleveurs (plus de 35 p. 100 des adultes des troupeaux suivis ont été prêts dans l'année), principalement pour des activités agricoles et la fumure, a été une caractéristique importante du système d'élevage dans la zone. Cette pratique a pu avoir un effet important sur la structure d'âges observée dans les troupeaux suivis.

Mots-clés : Bovin – Péripneumonie contagieuse bovine – Démographie – Structure de la population – Ethiopie.

Resumen

Lesnoff M., Diedhiou M., Laval G., Bonnet P., Workalemahu A., Kifle D. Parámetros demográficos de un hato de bovinos domésticos en una zona de las altas mesetas etíopes, infectado con perineumonía contagiosa bovina

El presente artículo describe los parámetros demográficos de un hato de bovinos (raza Horro) en un distrito rural de Etiopía (Boji West Wellega). Los datos fueron recolectados dentro de un marco de seguimiento de hatos, con el objetivo de estudiar la difusión de la perineumonía contagiosa bovina (PPCB). La edad promedio al primer parto y la tasa de partos (para las hembras con edad superior a los 4 años) se estimaron respectivamente en 5,8 años y 0,37 año⁻¹ en los hatos observados. Las mortalidades naturales anuales fueron respectivamente 17, 9 y 3% para los terneros (0 a 9 meses), los subadultos (> 9 meses a 4 años) y los adultos (> 4 años). El estado de los hatos para la PPCB (sano o infectado) no mostró efecto sobre la mortalidad promedio de los animales destetados. La elevada frecuencia de préstamos de animales entre los criadores (más de 35% de los adultos de los hatos seguidos fueron prestados durante el año), principalmente para actividades agrícolas y el abono con estiércol, fue una característica importante del sistema de cría en la zona. Esta práctica puede haber tenido un efecto importante sobre la estructura de las clases de edad observadas en los hatos.

Palabras clave: Ganado bovino – Pleuroneumonía contagiosa bovina – Estructura de la población – Demografía – Etiopía.

L'embryon chez l'homme et l'animal

Jacques Martal

Groupe Biologie du développement

Coll. Science update

Philosophes, journalistes, politiques, théologiens, juristes, médecins, biologistes, psychanalystes, tous parlent de l'embryon. Mais qu'est-ce vraiment que l'embryon ?

En mai 2000, le groupe inter-instituts de Biologie du développement (Inserm, Inra, Cnrs, faculté de médecine, universités, etc.) se posait la question et organisait son 20^e colloque à Paris sur l'embryon, auquel assistaient MM. les Professeurs François Jacob (prix Nobel de biologie et de médecine) et Claude Sureau (président honoraire de l'Académie nationale de médecine).

L'intérêt des thèmes interdisciplinaires abordés a conduit Jacques Martal, président du groupe de Biologie du développement, à la réalisation de cet ouvrage original de biologie intégrée.

Rassemblant plus de 70 scientifiques de renommée internationale, spécialistes de la biologie du développement, des biotechnologies humaines et animales, de la physiologie et de l'immunologie de la grossesse, de la génétique et de la médecine de la reproduction, cet ouvrage présente une synthèse des connaissances actuelles sur l'embryon humain et animal.

Les questions d'actualité comme le clonage embryonnaire et somatique, la transgénèse, la thérapie cellulaire, le diagnostic génétique pré-implantatoire, le développement et l'évolution, la génétique et l'épigénétique sont abordées et les problèmes éthiques qui en résultent sont discutés par ce collectif de professeurs et de chercheurs francophones de haut niveau.

Public : cliniciens, scientifiques, biologistes, enseignants, étudiants, philosophes.

L'auteur

Jacques Martal, docteurs ès sciences, docteur vétérinaire (Ecole nationale vétérinaire de Maisons-Alfort), diplômé d'endocrinologie et d'immunologie, directeur de la Station de physiologie animale de l'Inra de Jouy-en-Josas, a travaillé en collaboration avec l'Inserm et l'Assistance publique des hôpitaux de Paris. Depuis plus de 30 ans, il enseigne dans les facultés de sciences et de médecine et sa renommée est internationale.

Prix : 37 €
2002, 340 p.
16 x 24 cm
ISBN : 2-7380-0990-5
Réf. 01458
Coédition Inra-Inserm

INRA Éditions - RD 10, 78026 Versailles Cedex, France
Tél. 33.(0)1.30.83.34.06 - Fax 33.(0)1.30.83.34.49

INRA-Editions@versailles.inra.fr
Catalogue et commande en ligne : <http://www.inra.fr/Editions/>

Inserm



Factors Affecting Growth Performance in Purebred Gudali and Two-Breed Synthetic Wakwa Beef Cattle in a Tropical Environment

A.L. Ebangi^{1,2*} G.J. Erasmus² D.A. Mbah³
C.L. Tawah² O. Messine¹

Key words

Gudali cattle – Wakwa cattle – Animal performance – Growth factor – Cameroon.

Summary

Data were collected on preweaning and postweaning growth performance of calves from purebred Gudali and two-breed synthetic Wakwa beef cattle, at the Agricultural Research Centre, Wakwa, Ngaoundere, Cameroon. Data were analyzed using a mixed model procedure to determine factors affecting the performance. Results showed that maternal, sex, herd, calving season and year, age at weaning (WAGE), exact age (days) at weighing for yearlings (YAGE) and eighteen-month-old calves (EAGE) effects significantly ($P < 0.01$ or $P < 0.001$) affected preweaning and/or postweaning performances. Male calves performed better than female calves in Gudali and Wakwa breeds by 0.8 and 0.6 kg for the birth weight (BWT), 11.3 and 12.8 kg for the preweaning weight (WWT), 14.5 and 15.1 kg for the yearling weight (YWT), 13.4 and 11.9 kg for the eighteen-month weight (EWT), and for preweaning growth by 0.04 and 0.06 kg/day, respectively. Calves born in the dry season were heavier than those born in the rainy season in Gudali and Wakwa breeds by 19.0 and 21.7 kg (WWT), 6.0 and 8.8 kg (YWT), and 18.2 and 26.5 kg (EWT), respectively. The best performance was registered in calves born from dams aged 3-7 (CAG1) for Gudali and 8-10 (CAG2) for Wakwa. It is therefore necessary to take into account these significant effects to better assess calf performance.

■ INTRODUCTION

The potential of beef cattle production in Cameroon is high as cattle are found in all the ecological regions of the country (26). The cattle population was estimated at 4,361,500 head, representing about 61.3% of the total meat production (16). Unfortunately, about 60% of the national herd is kept under a husbandry system which presents high risks, is rural, extensive, nomadic, and is located where diseases and parasites abound (26). The cattle growth rate is low, fertility modest and mortalities quite

high (5 to 10% for adults and 20% for calves). These mortalities have been associated with the high incidence of trypanosomiasis (2). Factors that affect beef productivity include degradation of rangelands caused by overgrazing, climatic hazards caused by the variability, severity and length of the rainy and dry seasons, water scarcity, poor health facilities and socioeconomic problems. The role of the genetic and environmental effects in the determination of beef cattle production and productivity in Cameroon is therefore of great importance. However, studies on factors affecting growth performance are rare in the literature. Lhoste (11) investigated factors affecting preweaning growth performance of Gudali and Wakwa breeds using simply the raw means. Abassa *et al.* (1) and Tawah *et al.* (30) examined environmental factors affecting preweaning growth performance of both breeds using the least squares approach. However, these authors used only a portion of the data collected on both breeds. Besides, the role of the maternal effect was never included in the model. No further attempts have been made to extensively quantify genetic and environmental

1. Regional Centre for Agricultural Research for Development Wakwa, PO Box 65, Ngaoundere, Cameroon

2. Department of Animal Science, University of the Free State, PO Box 339, Bloemfontein 9300, Republic of South Africa

3. Ministry of Scientific and Technical Research, PO Box 1457, Yaounde, Cameroon

* Corresponding author

factors affecting preweaning and postweaning performance traits for the overall selection data. Genetic improvement of any breed within a given environment will depend on identifying the major environmental constraints to performance, on devising means to alleviate or control them, and on evaluating the breed for its adaptability to cope with constraints that cannot be readily controlled. Knowledge of these constraints will be useful in the modification of improvement strategies and/or adjustment of animals' records for reliable genetic evaluation of their performance. The aim of the present study was to use mixed model methodology to investigate and quantify factors that affect preweaning and postweaning growth traits in Gudali and Wakwa beef cattle in the tropical highlands of Cameroon.

MATERIALS AND METHODS

Experimental design and data collection

Breeding animals were obtained from two selection experiments. One involved a two-breed synthetic beef breed, the Wakwa, obtained from *inter se* matings of the first filial generation of American Brahman (50%) x Gudali (50%) crosses. The other involved recurrent selection of the indigenous purebred Gudali in an effort to enhance its beef production without any serious detrimental effects to its adaptation qualities. Breeding females (about 30 to 40) were annually reshuffled within breeds into various breeding herds. Breeding bulls were assigned randomly to these herds, while ensuring that inbreeding was minimized. The annual assignment of bulls to breeding herds was to ensure genetic connectedness across herds and years. The calves were ear-tagged and weighed at birth (BWT), and weighed monthly subsequently. Weights were registered in various herd-books of Adamawa maintained at the Wakwa Regional Research Centre. Weaning (WWT), yearling (YWT) and eighteen-month (EWT) weights were obtained from monthly weights at roughly eight, 12 and 18 months, respectively.

The experimental animals were maintained at the Wakwa Station for Animal Production of the Ministry of Livestock, Fisheries and Animal Industry and at the Wakwa Research Station of the Institute of Agricultural Research for Development of the Ministry of Scientific Research. The Wakwa Animal Production and Research Stations are located on the Adamawa highlands of Cameroon at an altitude of about 1100 m above sea level. The management system, pastures and climatic conditions have thoroughly been documented (6, 11, 13, 14, 20, 21, 27, 31).

Data were edited for valid pedigree information and consistency checks were made on dates, sex, herds, seasons, exact ages at weaning, yearling and eighteen months, and weight ranges. Consequently, the years 1985-1987 for preweaning traits in Gudali, and 1986 for those in Wakwa, and 1985-1988 for postweaning traits in both breeds were omitted because weight measurements for these years were not available. The valid data were classified according to sire, dam, sex, herd, season, calf birth year (CBY), cow age group (CAG) and exact ages at weighing at roughly eight months (WAGE), 12 months (YAGE) and 18 months (EAGE). Seasons were defined as reported by Tawah *et al.* (30): a five-month dry season from November to March and a seven-month rainy season from April to October. WAGE, YAGE and EAGE were calculated as the difference between a calf's birth date and its corresponding dates at weaning, yearling and eighteen months, respectively. The cow age group (CAG) was defined as the deviation of the dam's year of birth from the calf birth year (CBY). Three categories of CAG were defined: CAG1 for cows less than eight years, CAG2 for cows older than seven but less than 11 and CAG3 for cows older than 10 years.

Breed description

The Gudali cattle breed is popularly known as Peulh or Fulbe (Fulani) because of its predominance and importance to the Peulh pastoralists of the Adamawa Province of Cameroon (29). It is a short-horned zebu characterized by a large dewlap, a navel sheath in the females, a pendulous preputial sheath in the males, erect ears, and a well developed cervico-thoracic hump. Though the coat color is variable, it is predominantly brownish-white. The breed is fairly large with an average adult weight of about 552 and 307 kg for males and females, respectively. The height-at-withers, chest girth and scapulo-ischial length average 123, 187 and 128 cm, respectively, at adult age for both sexes (17). On the other hand, the Wakwa cattle breed is a two-breed synthetic derived from *inter se* matings of American Brahman x Gudali F1 animals (Prawakwa). The Wakwa type is characterized by a variety of coat colors, a broad but slightly convex face, long drooping ears, short broad based horns, an oval hump and a straight broad back. At about 30 months, males and females weigh on average 512 and 426 kg, respectively, and the height-at-wither, chest girth and scapulo-ischial length average 133, 140 and 147 cm, respectively (17). More details on the development of the Wakwa breed have been reported by Mandon (17) and descriptions of the breeds have been extensively documented (12, 15, 30, 31).

Statistical model and analytical techniques

Proc Mixed of the Statistical Analysis Systems Institute (25) was used to test the significance of fixed effects with sire effect considered as random. Data were analyzed with the multiple-trait derivative-free restricted maximum likelihood (MTDFREML) by Boldman *et al.* (4) using an animal model with animal and maternal effects fitted as random, sex, herd (H), season (S), calf birth year (C) and cow age group effects fitted as fixed, and exact ages at weaning, yearling and eighteen months fitted as linear covariates on weaning, yearling and eighteen-month weights, respectively. The animal model for breed/trait analyses was presented as follows:

$$Y_{ijklmno} = \mu + A_i + M_j + G_k + S_l + H_m + A_n + C_o + b(x_{ijklmnop} - \bar{X}) + e_{ijklmno}$$

where $y_{ijklmno}$ = performance trait (BWT, ADG, WWT, YWT and EWT) for the i^{th} calf (animal) of sex k , calved in the l^{th} season within the o^{th} year by the j^{th} cow of the n^{th} age group and reared in the m^{th} herd

μ = overall mean; A_i = i^{th} direct animal effect; M_j = maternal effect of the j^{th} dam; G_k = fixed effect of the k^{th} sex ($k = 1, 2$); S_l = fixed effect of the l^{th} season of calving ($l = 1, 2$); H_m = fixed effect of the m^{th} herd ($m = 1, 2, \dots, 14$ for Gudali, and $l = 1, 2, \dots, 7$ for Wakwa); P_n = fixed effect of the n^{th} cow age group ($n = 1, 2, 3$); C_o = fixed effect of the o^{th} calf birth year ($o = 68, \dots, 88$)

b = linear regression of calf weight (WWT, YWT or EWT) on age at weaning (WAGE), yearling (YAGE) and eighteen (EAGE) months, respectively; $x_{ijklmno}$ = exact age of i^{th} calf (days) at weaning, yearling or eighteen months; \bar{X} = mean age at weaning, yearling or eighteen months, and $e_{ijklmno}$ = random error, assumed to be normally and independently distributed with a zero mean and variance of σ^2 .

Best linear unbiased estimates (BLUE) and standard errors (SE) for each growth trait were computed with the program. The edited data structure on the number of progeny records per performance trait per breed and the number of sires and dams contributing to the progeny records, trait means (kg), standard deviations (SD) and coefficients of variation (CV) are presented in Table I.

Table I

Summarized data structure on random and fixed effects

Breed	Trait	Records	Mean	SD	CV	Sires	Dams
Gudali	BWT	2886	24.09	2.73	11.34	93	1137
	ADG	2732	0.52	0.12	23.14	93	1115
	WWT	2899	149.79	28.49	9.15	93	1181
	YWT	2098	159.12	28.04	17.64	82	1001
	EWT	1957	197.77	36.50	18.45	79	931
Wakwa	BWT	1793	24.90	3.14	12.62	60	659
	ADG	1656	0.57	0.12	21.11	60	639
	WWT	1838	161.65	29.54	18.27	60	710
	YWT	1372	170.70	27.71	16.23	53	570
	EWT	1328	213.65	37.38	17.50	53	579

CV = coefficient of variation; BWT = birth weight (kg); ADG = preweaning average daily weight gain (kg/d); WWT = weaning weight (kg); YWT = yearling weight (kg); EWT = eighteen-month weight (kg)

RESULTS AND DISCUSSION

Effects used in the estimation of BLUE and SE for preweaning and postweaning performance traits are presented in Tables II and III for the Gudali breed, and in Tables IV and V for the Wakwa breed.

Wakwa calves (Tables IV and V) performed better than Gudali calves (Tables II and III) for BLUE in all the traits studied. This observation is in agreement with those of Lhoste (12), Tawah (28), Tawah *et al.* (30) and Abassa *et al.* (1). This comparative advantage could be attributed to heterosis and complementarity of genes from the parental breeds: Brahman and Gudali.

Sex was a highly significant ($p < 0.001$) source of variation for BLUE on the various growth traits. On the average, male calves were 0.8 and 0.6 kg, 11.3 and 12.9 kg, 14.5 and 15.1 kg, and 13.4 and 11.9 kg heavier than female calves for BLUE for birth, weaning, yearling and eighteen-month weights and grew faster by 0.04 and 0.06 kg/day from birth to weaning in Gudali and Wakwa breeds, respectively. The significant effect of sex reported in the present study is in agreement with reports by Lhoste (12), Tawah *et al.* (30), and Abassa *et al.* (1) on preweaning growth performance traits in both breeds. The BLUE reported in this study agrees with the least squares means (LSM) reported by Tawah *et al.* (30) but are higher than LSM reported by Abassa *et al.* (1). The better performance of male over female calves was also reported on the preweaning weight of some beef cattle by other authors (3, 9, 10, 22, 24). The advantage of males over females may be attributed to hormonal differences in their endocrinological and physiological functions and to selection pressure that was more intense on male calves.

The effect of season on the performance traits was also highly significant ($p < 0.01$ or $p < 0.001$). Though calves born in the dry season had lower BLUE for birth weight than those born in the rainy season, the tendency was reversed for ADG, WWT, YWT, and EWT. The dry season calves performed better than the rainy season calves for BLUE by 19.00 and 21.7 kg, 6.0 and 8.8 kg, and 18.2 and 26.5 kg at weaning, yearling and eighteen months, and grew faster by 0.09 and 0.08 kg/day from birth to weaning in Gudali and Wakwa breeds, respectively. The significant heavier weaning BLUE and faster growth from birth to weaning for dry season calves compared to rainy season calves obtained in this study agree with those reported by Tawah (28) on the same breeds. The highly significant season effect on BLUE for birth weight, however, did not agree with a report by Abassa *et al.* (1) on the

same breeds. However, the significant season effect on preweaning traits obtained in the present study is in agreement with reports by Kahi *et al.* (8) on crosses of Ayrshire, Brown Swiss and Sahiwal cattle in the lowland of tropical Kenya, and by Kassa-Mersha and Arnason (10) on Ethiopian Boran cattle. The highly significant effect of season could be attributed to seasonal variations in the total physical environment due to changes in the weather, which affected feed availability and disease incidence. About 84% of dry season calvings occurred between February and April, with about 69% of calvings occurring within the month of April alone (last month of the dry season). Consequently, most of the dams that calved in the dry season were conceived either in the earlier part of the dry season of the previous year or in the later part of the rainy season. During this period, the pastures are usually depleted, less nutritious. This state of nutritional stress results in weight loss and poor body condition of the pregnant dams, a state that is passed on to the calf through the prenatal developmental environment. The inherent nutritional stress is then reflected in the calf by a lower weight at birth in the dry season.

Late dry season calves and their dams are, however, exposed to the earlier part of the rainy season, characterized by young nutritious pastures, favorable for better body condition for the dam and higher milk production for calf consumption. The consequence is a higher calf growth leading to a higher weaning weight. This advantage is passed on to the postweaning performance of the calf.

On the other hand, most of the rainy season calvings (73%) occurred between April and June. Implicitly, most of the dams that calved in the rainy season were conceived either in the latter part of the dry season or earlier part of the rainy season of the previous year. The pregnant dams, therefore, benefited from better nutrition that resulted in better body conditions and higher BLUE. The comparative advantage is passed on to the calf during prenatal development. The inherent advantage is subsequently reflected in a higher BLUE for birth weight during the rainy season. However, as reported by Deese and Koger (5), and Hohenboken and Brinks (7), a higher nutritional environment conducive to early rapid growth in the dam usually results in a poor maternal performance, which is reflected in the progeny weaning weight. This poor maternal performance may, therefore, be responsible for the lower BLUE at weaning, yearling and eighteen months obtained for rainy season calvings.

The calf birth year (CBY) was found to be a highly significant ($p < 0.001$) source of variation for birth weight, average preweaning daily gain, weights at weaning, yearling and eighteen months.

Table II

Best linear unbiased estimates for preweaning growth traits in Gudali cattle

Effects	Num. records	BWT	Num. records	ADG	Num. records	WWT
Sex		***		***		***
Male	1412	24.51 (0.10)	1345	0.54 (0.004)	1435	154.79 (0.97)
Female	1474	23.69 (0.10)	1387	0.50 (0.004)	1464	143.49 (0.97)
Season		***		***		***
Dry	397	23.64 (0.14)	368	0.60 (0.006)	405	165.05 (1.41)
Rainy	2489	24.16 (0.07)	2664	0.51 (0.003)	2494	146.05 (0.69)
Herd		***		***		***
1	252	24.63 (0.18)	245	0.51 (0.007)	259	143.74 (1.74)
2	249	23.93 (0.18)	220	0.50 (0.008)	226	144.37 (1.87)
3	237	24.22 (0.18)	220	0.53 (0.008)	231	151.24 (1.79)
4	293	24.18 (0.17)	288	0.53 (0.007)	306	151.18 (1.62)
5	243	23.72 (0.18)	226	0.52 (0.008)	235	148.47 (1.78)
6	219	24.55 (0.19)	209	0.53 (0.008)	231	151.06 (1.83)
7	241	24.18 (0.18)	232	0.50 (0.008)	251	145.39 (1.78)
8	213	24.02 (0.19)	196	0.49 (0.008)	221	143.33 (1.92)
9	207	24.03 (0.20)	184	0.50 (0.009)	195	143.39 (1.99)
10	209	24.33 (0.19)	208	0.55 (0.008)	222	156.31 (1.86)
11	122	23.98 (0.25)	118	0.52 (0.011)	128	150.35 (1.36)
12	216	23.82 (0.19)	202	0.54 (0.008)	209	152.35 (1.88)
13	151	23.02 (0.23)	141	0.55 (0.010)	147	153.29 (2.30)
14	43	24.79 (0.42)	43	0.56 (0.018)	48	155.71 (2.92)
CBY		***		***		***
68	135	23.82 (0.24)	135	0.52 (0.010)	136	152.02 (2.38)
69	180	24.69 (0.21)	180	0.51 (0.009)	196	147.52 (2.04)
70	226	24.31 (0.20)	220	0.45 (0.008)	222	133.04 (1.96)
71	178	24.66 (0.21)	175	0.50 (0.009)	177	144.44 (2.12)
72	250	24.87 (0.20)	248	0.52 (0.008)	253	148.35 (1.81)
73	199	24.73 (0.24)	133	0.51 (0.010)	138	147.09 (2.33)
74	133	23.33 (0.21)	128	0.51 (0.010)	131	145.89 (2.35)
75	162	23.59 (0.21)	162	0.55 (0.009)	168	156.74 (2.05)
76	165	23.32 (0.20)	156	0.58 (0.009)	165	161.67 (2.07)
77	199	23.04 (0.21)	186	0.58 (0.009)	189	162.73 (2.04)
78	187	23.16 (0.21)	180	0.50 (0.009)	184	141.88 (2.06)
79	176	23.78 (0.21)	164	0.51 (0.009)	173	148.13 (2.12)
80	154	24.38 (0.22)	151	0.49 (0.010)	152	141.64 (2.22)
81	152	24.66 (0.23)	152	0.52 (0.010)	152	140.62 (2.28)
82	128	23.01 (0.25)	115	0.50 (0.011)	115	142.48 (2.56)
83	164	24.24 (0.22)	155	0.53 (0.009)	159	151.00 (2.15)
84	98	24.71 (0.27)	92	0.61 (0.012)	125	168.03 (2.40)
88					64	158.69 (3.40)
CAG		ns		ns		***
1	1570	24.11 (0.09)	1487	0.52(0.004)	1579	147.57 (0.89)
2	998	24.07 (0.10)	939	0.53(0.004)	997	150.68 (1.01)
3	318	24.07 (0.17)	306	0.52(0.007)	323	148.89 (1.62)
Maternal		***		***		**
WAGE						***

BWT = birth weight (kg); ADG = preweaning weight gain (kg); WWT = weaning weight (kg); CBY = calf birth year; CAG = cow age group; WAGE = weaning age (days)

*** p < 0.001; ** p < 0.01

ns = not significant

Table III

Best linear unbiased estimates for yearling and eighteen-month weights in Gudali cattle

Effects	Num. records	YWT	Num. records	EWT
Sex		***		***
Male	969	166.93 (1.13)	888	205.11 (0.97)
Female	1129	152.42 (1.08)	1069	191.68 (0.97)
Season		**		***
Dry	292	164.28 (1.60)	283	213.36 (1.41)
Rainy	1806	158.29 (0.79)	1674	195.14 (0.69)
Herd		***		***
1	162	155.04 (2.01)	148	193.43 (1.74)
2	180	157.84 (1.95)	171	195.45 (1.87)
3	179	159.28 (1.91)	169	199.69 (1.79)
4	227	164.10 (1.80)	213	204.54 (1.62)
5	172	156.43 (1.96)	153	196.87 (1.78)
6	157	154.73 (2.10)	157	191.58 (1.83)
7	149	157.65 (2.16)	142	199.77 (1.78)
8	147	157.14 (2.15)	138	197.27 (1.92)
9	156	149.70 (2.12)	149	190.40 (1.99)
10	154	164.63 (2.83)	141	199.96 (1.86)
11	77	160.77 (2.83)	63	199.79 (1.36)
12	150	165.07 (2.08)	135	202.35 (1.88)
13	128	163.13 (2.32)	122	198.85 (2.30)
14	60	167.25 (3.30)	56	199.29 (2.92)
CBY		***		***
68	133	159.72 (2.25)	127	198.69 (2.38)
69	173	141.82 (2.04)	174	184.65 (2.04)
70	210	143.29 (1.92)	195	185.44 (1.96)
71	125	154.70 (2.32)	105	185.77 (2.12)
72	208	158.31 (1.86)	191	189.83 (1.81)
73	130	151.57 (2.26)	113	180.64 (2.33)
74	81	151.86 (2.75)	79	198.24 (2.35)
75	164	171.99 (1.94)	165	209.72 (2.05)
76	123	176.16 (2.20)	135	243.39 (2.07)
77	165	166.33 (2.04)	159	187.64 (2.04)
78	131	149.72 (2.27)	110	180.09 (2.06)
79	112	156.81 (2.40)	105	196.77 (2.12)
80	60	167.07 (3.20)	55	216.47 (2.22)
81	22	167.00 (5.17)	22	202.82 (2.28)
82	67	153.16 (3.06)	71	200.82 (2.56)
83	122	175.47 (2.30)	92	218.26 (2.15)
84	72	192.22 (2.94)	59	223.98 (2.40)
CAG		ns		ns
1	1152	157.15 (1.02)	1091	196.88 (0.89)
2	736	161.79 (1.13)	687	199.99 (1.01)
3	210	160.59 (1.85)	179	194.70 (1.62)
Maternal		*		*
YAGE		***		
EAGE				ns

YWT = yearling weight (kg); EWT = eighteen-month weight (kg);
 CBY = calf birth year; CAG = cow age group; YAGE = yearling age (days);
 EAGE = eighteen-month age (days)

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

ns = not significant

There was, however, no consistent trend over time for maximal performance. The inconsistency in performance from year to year probably resulted from the fact that environmental conditions, especially in Africa, in a specific year will seldom, if ever, be repeated. The significant ($p < 0.001$) year effect obtained in the present study is in agreement with reports by Rust and Van der Westhuizen (23) for Simmental calves, Kars *et al.* (9) for Nguni calves, Kahi *et al.* (8) for crosses of Ayrshire, Brown Swiss calves, Ahunu and Makarechian (3) for Herefords, beef synthetic (Angus, Charolais and Galloway) and crossbred (Herefords x beef synthetic) calves, and Kassa-Mersha and Arnason (10) for Boran calves. The significant effect of year on preweaning and postweaning growth performance traits may be explained in terms of rainfall pattern in Wakwa. There were fluctuations in the annual rainfall, which generally affected the quality and quantity of forage available for dam and calf. The quality and quantity of forage usually influence the quality and quantity of milk production in the dam, an essential component for calf growth. Non-systematic factors such as the introduction in latter years of supplementary feeding in the form of cottonseed cake and rice bran in the dry season could be responsible for fluctuations in growth patterns. Improvement in pastures and herd management as a result of improvement in herdsman skills over the years could equally contribute to the significant year effect. Possible changes in the genetic makeup of the animals during the long selection period (1968-1988) could equally be responsible for differences in growth.

The herd also significantly ($p < 0.001$) affected all performance traits. The herds were located within two main zones, Young Basalt (Vina zone) and Ancient Basalt (plateau zone). The Vina zone is a swampy woody area in which the grazing areas were fenced, thereby limiting grazing space for the animals. Although the swampy nature and thick forest of this zone provided the animals with forage all year round, it was at the same time a natural habitat and breeding ground for tsetse flies, the main trypanosomosis vectors. On the opposite, grazing areas found within the Ancient Basalt (plateau zone) were not fenced resulting in animals having access to more grazing land. Although the zone did not provide forage to the animals all year round, annual preparations of hay supplementation during the dry season partly compensated for the difference. Most of the herds with the best performance were located in the Ancient plateau zone (hilltop). Consequently, the significant herd effect could be attributed to variations in herd location, variations in the degradation level of grazing areas, stocking effect, variations in soil composition and pastures, variations in tsetse fly infestation, and overall differences in herd management and herdsman skills across seasons and years.

The effect of the cow age group was not significant ($P > 0.05$) for BLUE on BWT, preweaning daily weight gain and YWT. However, it significantly ($p < 0.01$ or $p < 0.001$) affected the WWT and EWT performance. Though the cow age group was not significant at birth, Gudali calves born of cows in CAG2 had lower birth weights but grew faster and attained higher weaning and postweaning performances (Tables II and III) compared to those in CAG1 and CAG3. On the other hand, Wakwa calves born of cows in CAG1 were heavier at birth compared to those born of cows in CAG2 and CAG3. They maintained this advantage from BWT to EWT. The results of this study differ from those reported by Lhoste (11), and Abassa *et al.* (1), but they agree with those from Mbah *et al.* (19). They also agree with those from Singh *et al.* (24), Kassa-Mersha and Arnason (10), and Kars *et al.* (9), but they differ from reports by Ahunu and Makarechian (3), and Mangus and Brinks (18). The reason for the faster growth rate for calves in CAG1 might be largely attributed to differences in milk production. The majority of cows in CAG1 were within the age

Table IV

Best linear unbiased estimates for preweaning growth traits in Wakwa cattle

Effects	Num. records	BWT	Num. records	ADG	Num. records	WWT
Sex		***		***		***
Male	903	25.04 (0.15)	845	0.65 (0.006)	953	167.83 (3.67)
Female	890	24.40 (0.15)	811	0.59 (0.006)	885	154.98 (3.63)
Season		***		***		***
Dry	175	24.71 (0.23)	160	0.65 (0.009)	211	180.88 (3.91)
Rainy	1618	24.90 (0.11)	1496	0.57 (0.005)	1627	159.15 (3.57)
Herd		***		***		***
15	310	25.38 (0.21)	296	0.55 (0.009)	317	170.00 (2.00)
16	257	24.41 (0.21)	236	0.57 (0.009)	269	159.77 (2.00)
17	305	25.28 (0.20)	288	0.59 (0.008)	317	162.47 (1.82)
18	251	23.50 (0.21)	227	0.57 (0.009)	256	167.90 (2.01)
19	305	25.23 (0.20)	281	0.56 (0.008)	320	161.65 (1.85)
20	259	25.81 (0.21)	232	0.57 (0.009)	247	158.89 (2.04)
21	106	23.74 (0.30)	96	0.59 (0.013)	112	160.72 (2.86)
CBY		***		***		***
68	146	25.44 (0.27)	146	0.53 (0.011)	151	155.70 (4.24)
69	154	26.50 (0.26)	154	0.57 (0.011)	167	163.58 (4.17)
70	158	25.61 (0.27)	155	0.54 (0.011)	163	155.29 (4.23)
71	56	26.76 (0.33)	83	0.57 (0.014)	87	164.48 (4.65)
72	128	26.01 (0.27)	119	0.58 (0.011)	126	164.29 (4.28)
73	147	25.64 (0.27)	89	0.58 (0.013)	94	162.69 (4.56)
74	101	24.40 (0.30)	86	0.56 (0.013)	94	157.57 (4.51)
75	77	24.60 (0.34)	77	0.55 (0.014)	86	157.72 (4.60)
76	109	24.91 (0.28)	102	0.62 (0.011)	113	172.02 (4.32)
77	119	23.22 (0.29)	112	0.58 (0.012)	115	163.09 (4.37)
78	113	22.14 (0.29)	102	0.56 (0.012)	110	159.09 (4.40)
79	96	23.19 (0.31)	91	0.56 (0.013)	97	157.52 (4.51)
80	112	24.74 (0.30)	110	0.56 (0.012)	112	158.96 (4.42)
81	92	24.60 (0.31)	89	0.57 (0.013)	92	152.71 (4.59)
82	59	24.76 (0.38)	53	0.57 (0.016)	58	156.52 (5.01)
83	53	24.34 (0.41)	50	0.60 (0.017)	51	167.33 (5.20)
84	35	24.94 (0.48)	30	0.61 (0.021)	35	170.31 (5.76)
85	8	23.50 (1.01)	8	0.70 (0.040)	8	183.50 (10.3)
87					52	194.42 (4.81)
88					27	164.70 (6.45)
CAG		ns		ns		***
1	270	25.45 (0.20)	252	0.58 (0.008)	288	165.41 (3.86)
2	1258	24.87 (0.13)	1162	0.57 (0.005)	1291	162.08 (3.56)
3	265	24.48 (0.21)	242	0.55 (0.009)	259	155.31 (3.91)
Maternal		***		***		***
WAGE						***

BWT = birth weight (kg); ADG = preweaning weight gain (kg); WWT = weaning weight (kg); CBY = calf birth year; CAG = cow age group; WAGE = weaning age (days)

*** p < 0.001

ns = not significant

Table V

Best linear unbiased estimates for yearling and eighteen-month weight in Wakwa cattle

Effects	Num. records	YWT	Num. records	EWT
Sex		***		***
Male	709	178.00 (1.54)	652	219.72 (2.07)
Female	663	162.89 (1.53)	676	207.80 (1.95)
Season		***		***
Dry	125	178.72 (2.42)	130	237.52 (3.15)
Rainy	1247	169.90 (0.96)	1194	211.06 (1.27)
Herd		***		***
15	273	168.24 (2.02)	264	207.89 (2.69)
16	256	170.50 (1.93)	242	214.30 (2.63)
17	168	179.13 (2.27)	164	222.30 (3.00)
18	174	162.58 (2.22)	166	210.90 (3.00)
19	234	168.81 (2.03)	222	209.11 (2.75)
20	209	173.76 (2.09)	206	216.83 (2.76)
21	58	179.86 (3.55)	64	225.45 (4.55)
CBY		***		***
68	141	171.28 (2.58)	142	215.54 (3.44)
69	150	160.72 (2.45)	148	208.22 (3.29)
70	156	169.22 (2.47)	147	218.24 (3.33)
71	67	175.46 (3.33)	65	196.57 (4.53)
72	109	172.84 (2.63)	105	210.88 (3.56)
73	87	160.44 (2.95)	79	194.65 (4.09)
74	66	158.50 (3.25)	63	210.38 (4.43)
75	86	178.95 (2.91)	88	220.77 (3.83)
76	89	192.46 (2.69)	92	256.65 (3.55)
77	107	176.76 (2.72)	101	194.21 (3.71)
78	63	161.60 (3.41)	60	202.18 (4.65)
79	58	155.34 (3.53)	53	205.28 (4.87)
80	73	176.21 (3.23)	46	217.19 (5.19)
81	42	174.60 (3.97)	58	222.34 (4.54)
82	26	158.42 (5.03)	32	207.69 (6.06)
83	36	182.53 (4.27)	28	232.54 (6.43)
84	16	184.69 (6.25)	21	236.76 (7.33)
CAG		ns		*
1	656	171.04 (1.47)	639	215.87 (1.93)
2	534	170.66 (1.60)	511	212.56 (2.12)
3	182	169.62 (2.22)	178	206.81 (2.94)
Maternal		*		*
YAGE		***		
EAGE				***

YWT = yearling weight (kg); EWT = eighteen-month weight (kg);
 CBY = calf birth year; CAG = cow age group; YAGE = yearling age (days);
 EAGE = eighteen-month age (days)

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

ns = not significant

range when their milk production was at a peak. The calves, therefore, benefited from this high milk production, a positive attribute for rapid calf growth and higher weight gain.

In addition, the maternal effect was a significant ($p < 0.05$ or $p < 0.001$) source of variation for growth performance in both Gudali and Wakwa breeds. This can be attributed to the fact that preweaning development of the calf is greatly influenced by maternal genetic and environmental variations (7), especially when the calf suckles its dam from birth to weaning and beyond. The growth performance of the calf will therefore be determined by the dam's potential for milk production, by any other related maternal behavior, and by all factors that pertain to motherhood. These factors include among others regular reproduction, gestation length, trouble-free calving, mothering ability, foraging ability, temperament and immunity of calf, and adaptation to adversity.

CONCLUSION

Maternal, sex, herd, season of calving, calf birth year effects, exact ages at weaning, yearling and eighteen months as covariates were significant sources of variations for BLUE on preweaning and/or postweaning performance traits in both Gudali and Wakwa beef cattle in Cameroon. The effect of the cow age group, although not significant at birth and on average preweaning gain, was significant at weaning and yearling performance for both breeds. These significant effects should therefore be taken into consideration in the estimation of genetic parameters and evaluation of the genetic merit of an individual animal during selection.

Calves born in the dry season though lighter than those born in the rainy season had the advantage of growing faster and being heavier at weaning, yearling and eighteen months. It may be therefore necessary in smaller husbandry systems to design a breeding program whereby cows calve towards the end of the dry season. Late dry season calving would reduce dystocia incidence. The cows would also benefit from earlier rainy season nutritious pastures, favorable for higher milk production and optimum profitability as a result of rapid growth and heavier calves at weaning, yearling and eighteen months.

Acknowledgments

The authors are grateful to the Cameroon Institute of Agricultural Research for Development (IARD), and Ministry of Livestock, Fisheries and Animal Industries, the département d'Élevage et de médecine vétérinaire du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad-emvt) and the South African National Research Foundation (NRF) for funding the work. Dr Lhoste, the late Drs Mandon and Bregeat, Drs Sergeant and Saint-Martin, Cirad-emvt scientists, are also acknowledged for their role. Messrs Haman Saidou, Zanga and Kamdoum also assisted in collecting data. Dr Tanya Vincent was instrumental in the realization of this work. Finally, the authors thank the General Manager of IARD, Dr Ayuk Takem, for authorizing the publication of this work.

REFERENCES

1. ABASSA P.K., MBAH D.A., ZAMBA P., TAWAH L.C., MESSINE O., OUMATE H., 1993. Factors which affect Gudali and Wakwa calf weights at birth and weaning on the Adamawa Plateau, Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, 25: 179-184.
2. ACHUKWI M.D., TANYA V.N., HILL E.W., BRADLEY D.G., MEGHEN C., SAUROCHE B., BANSER J.T., NDOKI J.N., 1997. Susceptibility of Namchi and Kapsiki cattle of Cameroon to trypanosome infection. *Trop. Anim. Health Prod.*, 4: 219-226.

3. AHUNU B., MAKARECHIAN M., 1987. Preweaning patterns of growth in three groups rang beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **67**: 653-661.
4. BOLDMAN K.G., KRIESE L.A., VAN VLECK L.D., KACHMAN S.D., 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. Lincoln, NE, USA, USDA-ARS.
5. DEESE R.E., KOGER M., 1967. Maternal effects on preweaning growth rate in cattle. *J. Anim. Sci.*, **26**: 250-253.
6. DUMAS R., LHOSTE P., 1966. Variations du poids vif et du rendement en viande de bœufs zébus de l'Adamaoua au cours de la saison sèche. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **19** : 573-579.
7. HOHENBOKEN H.D., BRINKS J.S., 1971. Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords. II. Partitioning of covariance between relatives. *J. Anim. Sci.*, **32**: 26-34.
8. KAHN A.K., MACKINNON M.J., THORPE W., BAKER R.L., NJUBI D., 1995. Estimation of individual additive genetic and heretosis effects for weaning traits of crosses of Ayrshire, Brown Swiss and Sahiwal cattle in the lowland tropics of Kenya. *Livest. Prod. Sci.*, **44**: 139-146.
9. KARS A.A., ERASMUS G.J., VAN DER WESTHUIZEN J., 1994. Variance and heritability estimates for growth traits in Nguni cattle stud at the Bartlow combine. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **24**: 129-132.
10. KASSA-MERSHA H., ARNASON T.H., 1986. Non-genetic factors affecting growth of Ethiopian Boran cattle. *World Rev. Anim. Prod.*, **22**: 45-55.
11. LHOSTE P., 1968. Comportement saisonnier du bétail zébu en Adamaoua camerounais. II. La croissance avant sevrage pour les veaux de race locale et les métis demi-sang Brahma. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **21** : 499-517.
12. LHOSTE P., 1969. Cattle breeds of Adamawa (Cameroon). In : Actes Colloq. Elevage, Fort Lamy, Tchad, p. 519-533.
13. LHOSTE P., 1977. Genetic improvement of Adamawa Zebu (Cameroon) for beef production. In: Proc. First int. Workshop Livestock Research in a Humid Tropical Environment, Bouake, Côte d'Ivoire, 18-22 April 1977, p. 761-769.
14. LHOSTE P., PIERSON J., 1973. Etude des mortalités et cas d'urgence à la station de recherches zootechniques de Wakwa (Cameroun). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **26** : 431-442.
15. LHOSTE P., PIERSON J., 1975. Essais d'insémination artificielle au Cameroun, à l'aide de semence congelée importée. I. Insémination artificielle de femelles zébus en chaleurs naturellement. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 513-522.
16. MAIKANO A., NGANOU A., ZOYEM N., 1992. Report on sero-prevalence of bovine pest, 1991 campaign. Garoua, Cameroon, LANAVET, 10 p. + annexes.
17. MANDON A., 1957. Le zébu Brahma au Cameroun. Premiers résultats de son introduction en Adamawa. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **10** : 129-145.
18. MANGUS W.L., BRINKS J.S., 1971. Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords. I. Environmental factors during weaning growth. *J. Anim. Sci.*, **32**: 17-25.
19. MBAH D.A., ABASSA P.K., ZAMBA P., TAWAH C.L., MESSINE O., OUMATE H., 1991. Factors affecting the reproductive performance of zebu cattle on Adamawa Plateau. In: Proc. 2nd Annu. Conf. Cameroon Bioscience Society, Dschang, Cameroon, 22-29 November 1990. Dschang, Cameroon, Dschang University Centre, vol. 2, p. 217-225.
20. PAMO E.T., YONKEU S., 1987. A study of trends in some climatic parameters within the pastoral environment of Wakwa, Adamawa, Cameroon. *Revue sci. tech. Series Sci. agron.*, **2**: 19-33.
21. PIOT J., RIPPSTEIN G., 1975. Principales espèces herbacées de quelques formations pastorales de l'Adamaoua camerounais. Ecologie et dynamique à différents rythmes d'exploitation. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 427-434.
22. REYNOLDS W.L., DEROUEN T.M., KOONE L.K., 1982. Preweaning growth rate and weaning traits of Angus, zebu and zebu-cross cattle. *J. Anim. Sci.*, **54**: 241-247.
23. RUST T., VAN DER WESTHUIZEN J., 1994. Genetic and environmental effects on performance traits of Simmentaler cattle on the Transvaal Highveld. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **24**: 125-128.
24. SINGH A.R., SCHALLES R.R., SMITH W.H., KESSLER F.B., 1970. Cow weight and preweaning performance of calves. *J. Anim. Sci.*, **31**: 27-30.
25. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, 1991. SAS/STAT guide for personal computers, vers. 6.03. Cary, NC, USA, SAS Institute.
26. TANYA V.N., MBAH D.A., MBANYA J.N., BANSER J.F., TSANGUEU P., 1995. The cattle sub sector in Cameroon (working document). Ngaoundéré, Cameroon, IRZV, 11 p.
27. TAWAH C.L., MBAH D.A., LHOSTE P., 1996. Effects of *Bos taurus* genes on preweaning growth of zebu cattle on the Adamawa highlands, Cameroon. *Trop. Agric.*, **73**: 314-318.
28. TAWAH C.L., 1992. Genetic evaluation of growth performance of Gudali and two-breed synthetic beef cattle populations under selection in Cameroon (Research Fellowship report). Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, 105 p.
29. TAWAH C.L., REGE J.E.O., 1996. Gudali cattle of West and Central Africa. *Anim. Genet. Resour. Inf. (FAO)*, **17**: 159-178.
30. TAWAH C.L., MBAH D.A., REGE J.E.O., OUMATE H., 1993. Genetic evaluation of birth weight and weaning weight of Gudali and two-breed synthetic beef cattle populations under selection in Cameroon: genetic and phenotypic parameters. *Anim. Prod.*, **57**: 73-79.
31. TAWAH L.C., MBAH D.A., 1989. Cattle breed evaluation and improvement in Cameroon. A review of the situation. Wakwa, Cameroon, Institute of Animal and Veterinary Research.

Reçu le 30.03.2001, accepté le 20.03.2003

Résumé

Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Messine O. Facteurs affectant les performances de croissance chez les bovins à viande de pure race Goudali et croisés Wakwa dans un environnement tropical

Des données relatives aux performances présevrage et post-sevrage de veaux de race pure Goudali et demi-sang Wakwa ont été collectées au Centre de recherche agricole pour le développement de Wakwa, Ngaoundéré, Cameroun. Ces données ont été analysées à l'aide de procédures de modèle mixte pour déterminer les facteurs affectant les performances. Les résultats ont montré que les effets maternel, du sexe, du troupeau, de la saison et de l'année de naissance, de l'âge au sevrage (WAGE), de l'âge exact (jours) aux pesées à un an (YAGE) et à 18 mois (EAGE) ont été significatifs ($P < 0,01$ ou $P < 0,001$) sur les performances présevrage et/ou postsevrage. Les veaux mâles ont eu des performances supérieures à celles des femelles chez les Goudali et les Wakwa, respectivement de 0,8 et 0,6 kg pour le poids à la naissance (BWT), de 11,3 et 12,8 kg pour le poids au sevrage (WWT), de 14,5 et 15,1 kg pour le poids à un an (YWT), de 13,4 et 11,9 kg pour le poids à 18 mois (EWT), et une croissance présevrage plus rapide de 0,04 et 0,06 kg/jour. Les veaux nés en saison sèche ont été plus lourds que les veaux nés en saison pluvieuse chez les Goudali et les Wakwa, respectivement de 19,0 et 21,7 kg (WWT), de 6,0 et 8,8 kg (YWT), et de 18,2 et 26,5 kg (EWT). Les meilleures performances ont été enregistrées chez les veaux nés de femelles âgées de 3 à 7 ans (CAG1) chez les Goudali et chez les veaux nés de femelles âgées de 8 à 10 ans (CAG2) chez les Wakwa. Pour une meilleure évaluation des performances des veaux, il est nécessaire de prendre en considération ces effets significatifs.

Mots-clés : Bovin Goudali – Bovin Wakwa – Performance animale – Facteur de croissance – Cameroun.

Resumen

Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Messine O. Factores que afectan el rendimiento del crecimiento en ganado de carne Gudali puro y Wakwa doble raza artificial, en medio tropical

Se colectó información sobre el rendimiento pre y post destete en terneros de carne, de raza Gudali pura y Wakwa doble raza artificial, en el Centro de Investigación Agronómica, Wakwa, Ngaoundere, Camerún. Los datos fueron analizados mediante un procedimiento de modelos mixtos, esto con el fin de determinar los factores que afectan el rendimiento. Los resultados mostraron que los factores materno, sexo, hato, época y año de nacimiento, edad al destete (WAGE), peso exacto (en días) a la pesada para terneros de un año (YAGE) y de dieciocho meses (EAGE) afectaron en forma significativa ($P < 0,01$ o $P < 0,001$) el rendimiento pre y/o post destete. Los terneros machos tuvieron un mejor rendimiento que las hembras en las razas Gudali y Wakwa, con 0,8 y 0,6 kg para el peso al nacimiento (BWT), 11,3 y 12,8 kg para el peso pre destete (WWT), 14,5 y 15,1 kg para el peso al año (YWT), 13,4 y 11,9 kg para el peso a los dieciocho meses (EWT) y para el crecimiento pre destete de 0,04 y 0,06 kg/día, respectivamente. Los terneros nacidos durante la estación seca fueron más pesados que aquellos nacidos durante la estación lluviosa para las razas Gudali y Wakwa, con índices de 19,0 y 21,7 kg (WWT), 6,0 y 8,8 kg (YWT), y 18,2 y 26,5 kg (EWT), respectivamente. El mejor rendimiento se registró en terneros nacidos de hembras con edades entre los 3 y los 7 años (CAG1) para los Gudali y 8-10 (CAG2) para los Wakwa. Por lo tanto, estos factores deben ser tomados en consideración para una mejor evaluación del rendimiento del ternero.

Palabras clave: Ganado bovino Gudali – Ganado bovino Wakwa – Desempeño animal – Factor de crecimiento – Camerún.

Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction

P. Surai

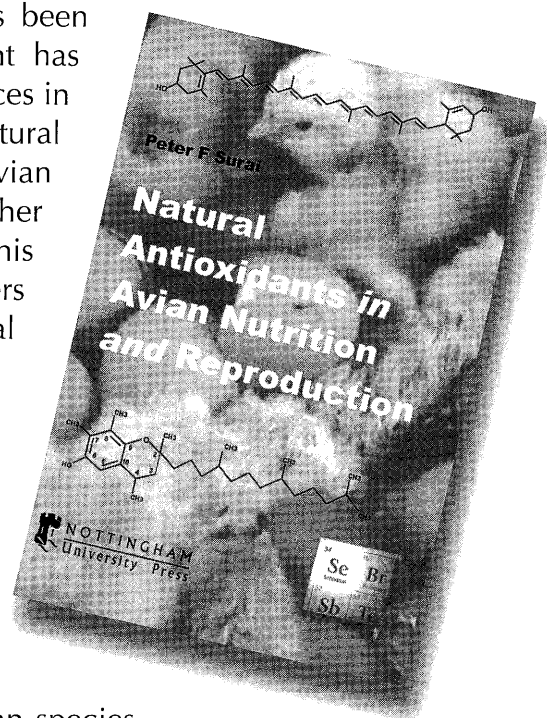
In recent years, research on natural antioxidants has been developing very quickly. However, this development has been almost exclusively associated with medical sciences in relation to human health. In this respect, the roles of natural antioxidants in animal nutrition in general and in avian nutrition and reproduction in particular need further understanding. Therefore, information provided in this book will be of practical importance to poultry producers and avian scientists, as well as for students of agricultural colleges and universities.

The main aim of this volume is to provide up-to-date information about natural antioxidants in relation to avian physiology, nutrition and reproduction. A comparison with farm animals and humans is made where appropriate. It combines fundamental information on these substances together with their practical applications in the poultry industry. It also presents a comprehensive review on major natural antioxidants in relation to poultry production and avian species in general and will fill a gap between academic science and industrial applications.

Peter Surai, a highly respected Professor of Nutritional Biochemistry at the Scottish Agricultural College in Auchincruive, was recently awarded the World's Poultry Science Association Award in recognition of his research on antioxidants in relation to the poultry industry.

Contents

Antioxidant systems in animal body • Vitamin E • Carotenoids • Selenium • Developing Optimal Egg Status for a Viable Chick • Antioxidant-enriched eggs: from improvement of egg composition to functional food • Lipid peroxidation and antioxidant systems in avian semen • Natural antioxidants: from the animal feed industry to human health



2002—618 pages—Price: £50.00
Nottingham University Press
Manor Farm, Main Street
Thrumpton
Nottingham, NG11 0AX, UK
Tel: +44 115 98 31 011; Fax: +44 115 98 31 003
orders@nup.com

Fécondité de la vache Borgou au Bénin : effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages

M. Adamou-N'diaye¹ A.B. Gbangboche^{1*}
O.J. Ogodja¹ C. Hanzen²

Mots-clés

Bovin Borgou – Intervalle entre parturitions – Reproduction – Fertilité – Age – Bénin.

Résumé

Des données recueillies à la ferme du monastère de Kokoubou (département du Borgou au Bénin) ont servi à étudier l'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages chez la vache Borgou. De 1967 à 1989, 91 âges au premier vêlage et 524 intervalles entre vêlages ont été utilisés. L'âge moyen au premier vêlage a été de $1\,122 \pm 257$ jours ($37,4 \pm 7,9$ mois, soit 3 ans et 26 jours) et l'intervalle moyen entre vêlages a été de 450 ± 132 jours ($14,8 \pm 4,4$ mois, soit un an et 2,8 mois). L'effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages a été très significatif ($p < 0,001$) et faible ($r = 0,22$).

■ INTRODUCTION

L'amélioration génétique de la race Borgou en race pure a été entreprise au Bénin depuis 1994 et est essentiellement basée sur le poids, la robe et la conformation phénotypique (29). L'amélioration de la fertilité et de la fécondité de cette race constitue aussi un des objectifs prioritaires d'optimisation de la production qu'il faudra considérer. Il est donc raisonnable, dans l'état actuel des connaissances, de disposer des paramètres permettant d'établir un meilleur pronostic de l'avenir reproducteur de la vache Borgou et de son intérêt économique dans un troupeau. De nombreux travaux ont permis de déterminer le potentiel de la race Borgou (5, 8, 9, 14, 29). Bien que les problèmes relatifs à l'âge au premier vêlage ne soient pas connus chez la vache Borgou, Adamou-N'diaye et coll. (1) ont déjà étudié chez cette race l'intervalle entre vêlages et les différents facteurs (saison de vêlage, numéro de lactation) intervenant dans ces variations.

En élevage bovin, l'âge au premier vêlage est l'un des paramètres permettant de quantifier le niveau de reproduction et de gestion d'un troupeau (12, 25) puisqu'il conditionne la productivité de

l'animal dans le troupeau. La précocité sexuelle permet de réduire la période de non-productivité des génisses, d'accélérer le progrès génétique par une diminution de l'intervalle entre générations. En revanche, un allongement de l'intervalle entre vêlages est susceptible d'engendrer des pertes économiques au niveau de la production de lait et de viande (13).

Le présent travail a eu pour objectif d'évaluer l'âge au premier vêlage de la vache Borgou et d'analyser son influence potentielle sur les intervalles entre vêlages.

■ MATERIEL ET METHODES

Les données sont provenues de l'exploitation bovine du monastère de Kokoubou (département du Borgou au Bénin). Cette région située au Nord-Bénin est caractérisée par un climat de type soudanien, avec une saison sèche de novembre à début mai et une saison pluvieuse de mai à octobre.

L'alimentation des animaux a été basée sur l'exploitation du pâturage naturel et amélioré dont la composition et l'évolution de la valeur fourragère ont varié en fonction de la pluviosité et de la végétation. Pendant la saison pluvieuse, de mai à octobre, les graminées dominent dans la strate herbacée. Ils ont constitué la majeure partie de la phytomasse ingérée. Les genres les plus consommés ont été *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum* et *Setaria*. Pendant la saison sèche, de novembre à avril, avec les feux de brousse annuels, les parcours naturels restent nus et le pâturage est essentiellement à base de fourrages ligneux (29). Le pâturage amélioré utilisé en appoint a été constitué de *Brachiaria*, *Andropogon*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Eragrostis* et *Gmelina*.

1. Centre d'insémination artificielle et de contrôle sanitaire des reproducteurs, département des Productions animales, faculté des Sciences agronomiques, université d'Abomey Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin

2. Université de Liège, faculté de Médecine vétérinaire, service d'Obstétrique et de pathologie de la reproduction des ruminants, équidés et porcs, B42 Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Tél./fax : 229 30 30 84 ; e-mail : gbangboche@yahoo.fr

Les vaches en lactation ont reçu du manioc chaque matin. La complémentation minérale (sel et pierre à lécher) a été permanente et l'abreuvement à volonté. Pendant la saison sèche, la complémentation alimentaire a été constituée de drèche de brasserie, de graines de coton, de foin et d'ensilage de *Brachiaria* et de *Pennisetum*. De la naissance au sevrage à 6-7 mois, les veaux ont reçu en plus du lait maternel, une complémentation en concentré. Après le sevrage, ils ont été mis en élevage extensif avec apport de compléments minéraux. La monte a été naturelle, libre et il n'a pas été tenu compte de la saison. Le suivi sanitaire a porté sur des vaccinations annuelles contre la peste bovine, la péripneumonie contagieuse, la pasteurellose, des traitements préventifs contre la trypanosomose, les parasitoses gastro-intestinales, les tiques et autres arthropodes, et sur l'administration de vitamines et d'oligoéléments.

Les données collectées ont porté sur 91 animaux. Elles ont concerné 524 intervalles de vêlages et 91 premiers vêlages de 1967 à 1989 (23 années). Les avortements survenus au-delà de 210 jours (sept mois) ont également été pris en compte. A partir de ces données brutes, les âges au premier vêlage et les intervalles moyens entre vêlages ont été déterminés. Le regroupement des intervalles entre mises bas correspondant à chaque âge au premier vêlage a permis d'estimer, par l'analyse de variance au seuil de 5 p. 100 (logiciel : Statistica), l'influence potentielle de l'âge au premier vêlage sur les intervalles entre mises bas. Lors de la collecte des données, les performances pondérales n'ont pas été disponibles et n'ont donc pas fait partie de l'interprétation des résultats. Les différentes moyennes sont données avec les écarts-types.

■ RESULTATS

Ages au premier vêlage

La moyenne des âges au premier vêlage a été de 1 122 ± 257 jours (soit 3,0 ± 0,7 ans). L'âge au premier vêlage a varié entre 548 et 1 825 jours (soit 1,5 et 5 ans). La figure 1 indique que la fréquence des âges au premier vêlage a été la plus élevée entre 2,5 et 3 ans. Plus de 90 p. 100 des vaches ont mis bas entre 730 et 1 460 jours, soit entre 2 et 4 ans. Le tableau I montre la valeur des âges au premier vêlage en fonction de la saison de naissance de la vache. Il n'y a pas eu de différence significative entre les différentes saisons.

Intervalle entre vêlages

La moyenne a été de 450 ± 132 jours (soit 14,8 ± 4,4 mois). Cet intervalle a varié entre 235 et 934 jours. La fréquence des intervalles entre vêlages située entre 365 et 548 jours a été plus élevée (figure 2). Les intervalles entre vêlages inférieurs à 365 jours (soit 37,1 p. 100) sont indicateurs de bonne performance.

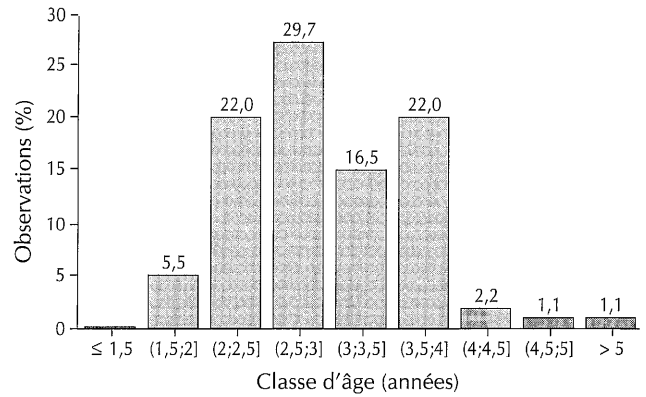


Figure 1 : distribution des âges au premier vêlage (en années) chez la vache Borgou dans la ferme de Kokoubou au Bénin (n = 91).

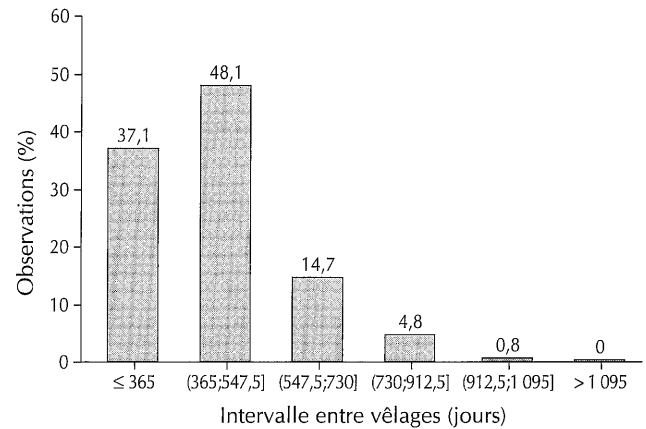


Figure 2 : distribution des intervalles entre vêlages (en jours) chez la vache Borgou dans la ferme de Kokoubou au Bénin (n = 524).

Effet de l'âge au premier vêlage sur les intervalles de vêlages

La figure 3 montre qu'en moyenne les animaux les plus jeunes au premier vêlage ont eu un intervalle entre vêlages plus court. La régression linéaire $y = 326,66 + 0,11 \times Apv$ (y étant l'intervalle entre vêlages et Apv l'âge au premier vêlage) indique un coefficient de corrélation $r = 0,22$ faible mais très significatif ($p < 0,001$).

Tableau I

Effectif, moyenne, écart-type des âges au premier vêlage des vaches de race Borgou en fonction des saisons de naissance à la ferme de Kokoubou (en jours)

Saison	Période	Effectif	Moyenne	Ecart-type
Saison sèche	Décembre à février	26	1 101,6 ^a	254,6
Transition entre saison sèche et saison pluvieuse	Mars à mai	28	1 117,8 ^a	251,7
Saison des pluies	Juin à août	22	1 166,0 ^a	300,0
Transition entre saison des pluies et saison sèche	Septembre à novembre	15	1 102,4 ^a	220,2
Tous groupes	Décembre à novembre	91	1 122,3 ^a	257,3

^a Les moyennes ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100

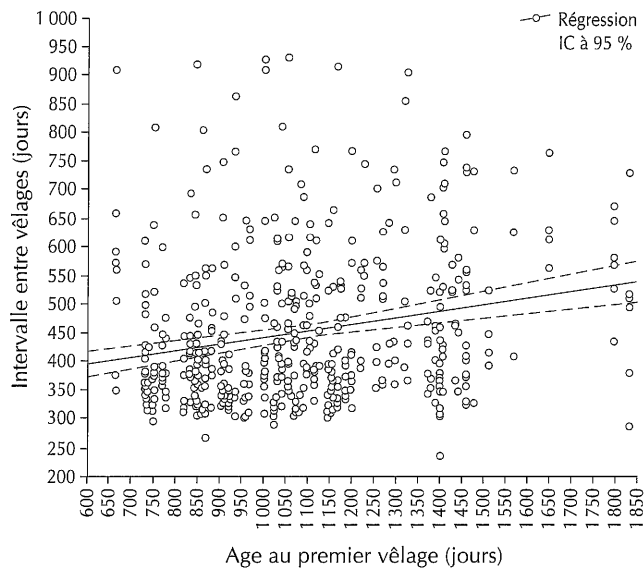


Figure 3 : liaison entre âge au premier vêlage et intervalle entre vêlages chez la vache Borgou dans la ferme de Kokoubou au Bénin.

DISCUSSION

Age au premier vêlage et intervalle entre vêlages

L'âge au premier vêlage et l'intervalle entre vêlages ont varié avec la race, la région et les conditions d'élevage (tableaux II et III). Cela montre bien qu'il est difficile, voire inadéquat, de proposer des objectifs de reproduction identiques pour toutes les races bovines au Bénin et en Afrique de l'Ouest, les premières mises bas à 730 jours (24 mois ou 2 ans) et les intervalles entre vêlages inférieurs à 365 jours étant rarissimes.

L'âge moyen au premier vêlage du troupeau de race Borgou analysé, comparé à ceux de quelques résultats en Afrique de l'Ouest (tableau II), a été supérieur à ceux rapportés chez les vaches Liberian Dwarf (26), Baoulé (28), N'Dama (4, 28), Ghana Shorthorn (19), Muturu (11, 18), mais inférieurs à ceux recueillis chez les vaches N'Dama (2, 3, 16, 17, 19, 21), Méré (15), zébu Gudali Sokoto (19) et Baoulé (28).

Selon Vallet (23), la variation de l'âge au premier vêlage serait d'ordre physiologique, pathologique ou de conduite de la mise à la reproduction. Le poids, plus que l'âge, détermine la fécondité des animaux. En zone tropicale on peut penser que les femelles ayant

Tableau II

Résultats comparatifs des âges au premier vêlage chez le bétail trypanotolérant et autres races bovines en Afrique de l'Ouest

Race	Age moyen au premier vêlage	Milieu	Région ou pays	Source
Liberian Dwarf	25-26 mois 28-30 mois	Station	Liberia	Weijer et Tappan, 1969, Firestone Plantations Company
N'Dama	39,4 mois	Contrôlé	Musaia, Sierra Leone	Touchberry, 1967, University of Illinois Agricultural Research Station
	42,5 mois \pm 40 j	Station	Sotuba, Mali	Pagot et Delaine, 1959, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	35 mois 17 j \pm 20 j	En monte libre	Côte d'Ivoire	Coulomb, 1976, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	36 mois	Monte contrôlée	Côte d'Ivoire	Coulomb, 1976, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	39 \pm 1,6 mois	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. agric. Sci.</i>
	47 mois	Savane naturelle	Oyo, Nigeria	Olutogun, 1976, University of Ibadan
	40,5 mois 41 mois	Savane naturelle Savane naturelle	Nigeria Nigeria	Akinoku, 1970, <i>Nigeria Agric. J.</i> Claus, 1976, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
38 mois 15 j	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1986, Iemvt-Cirad	
Méré	48-60 mois	Villageois	Burkina Faso	Mordant et Lebrun, 1969, Iemvt
Baoulé	25 mois 21 j \pm 40 j	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Tidori et coll., 1975, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	39 mois	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1986, Iemvt-Cirad
Ghana Shorthorn	34,8 \pm 1,2 mois	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. agric. Sci.</i>
Zébu Sokoto Gudali	38,6 \pm 1,1 mois	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. agric. Sci.</i>
Muturu	26 mois	Station, monte libre	Ondo, Nigeria	Ferguson, 1967, <i>J. West Afr. Sci. Assoc.</i>
	21 mois	Station	Vom, Nigeria	Roberts et Gray, 1973, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i>
Borgou	37,4 \pm 7,9 mois	En monte libre	Kokoubou, Bénin	

Tableau III

Résultats comparatifs des intervalles entre vêlages chez le bétail trypanotolérant et autres races bovines en Afrique de l'Ouest

Race	Intervalle entre vêlages	Milieu	Région ou pays	Source
Méré	540-730 j	Villageois	Burkina Faso	Mordant et Lebrun, 1969, <i>lemvt</i>
Baoulé	421 j	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Tidori et coll., 1975, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
	439,84 ± 141,30 j	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1986, <i>lemvt-Cirad</i>
Ghana Shorthorn	444 ± 13 j (n = 99)	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. agric. Sci.</i>
Zébu Sokoto Gudali	465 ± 17 j (n = 60)	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. agric. Sci.</i>
N'Dama	457 ± 12 j (n = 111)	Station	Nungua, Ghana	Sada, 1968, <i>Ghana J. agric. Sci.</i>
	441,06 ± 136,88 j	Station	Bouaké, Côte d'Ivoire	Yesso et coll., 1986, <i>lemvt-Cirad</i>
	472-570 j	Savane naturelle	Nigeria	Akinoku, 1970, <i>Nigeria Agric. J.</i> ; Claus, 1976, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik ; Olutogun, 1976, University of Ibadan
N'Dama x Keteku	548 j (969 observations)	Ranch	Nigeria	Olutogun, 1976, University of Ibadan
Zébu Gobra (Peulh sénégalais)	473,2 ± 7,8 j (1 254 observations)	Station, monte libre	Centre de recherches zootechniques, Sénégal	Denis, 1971, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
Borgou	449,5 ± 131,7 j (524 observations)	Milieu naturel, monte libre	Kokoubou, Bénin	

atteint un poids correspondant aux deux tiers du poids vif adulte de la race considérée sont à un optimum pour être fécondées.

L'intervalle moyen entre vêlages chez la race Borgou a été inférieur à ceux relevés chez les vaches Méré (15), zébu Sokoto Gudali en station (20), N'Dama en savane naturelle (2, 3, 16), N'Dama x Keteku en ranch (16), mais supérieur à ceux relevés en station chez les vaches Baoulé (21, 28), Ghana Shorthorn (20) et zébu Gobra (6) (tableau III). Faute d'informations adéquates, il est bien difficile de déterminer les causes exactes de la variation de l'intervalle entre vêlages chez le bovin Borgou. Classiquement, on peut en isoler quelques-unes : le mois de naissance des produits (1, 7), l'année de naissance de la vache (7), le sexe du veau (12), le numéro de lactation de la vache (1, 6), le poids du veau (6), la présence prolongée de taureaux dans le troupeau femelle (6), la production laitière (12), le déséquilibre nutritionnel (10), les affections de l'appareil génital, les métrites, les mortalités embryonnaires et les avortements (12). Le facteur d'interprétation envisagé est l'effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages.

Effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages

L'effet de l'âge au premier vêlage chez la race Borgou a été très significatif sur les intervalles entre vêlages ($p < 0,001$). Plus l'âge au premier vêlage a été bas, plus l'intervalle entre vêlages a été réduit, effet rapporté par d'autres auteurs (27). En revanche, pour Denis (6) le premier vêlage précoce n'entraîne pas une diminution de la durée de l'intervalle entre vêlages, observation confirmée par Rao et coll. (18). Ce phénomène serait dû au fait que les variations de l'intervalle entre vêlages avec l'âge du premier vêlage ne s'effectuent pas selon une loi linéaire (24).

■ CONCLUSION

Cette étude montre, d'un point de vue pratique, que la vache Borgou peut répondre à une amélioration des conditions d'élevage, puisque des intervalles entre vêlages inférieurs à 365 jours ont été obtenus, de même que des âges au premier vêlage de 24 mois ou 730 jours (objectif optimal). L'éleveur gagnerait donc à adopter une bonne politique de reproduction. L'approche efficiente de la gestion de la reproduction, en se rapprochant de cet objectif optimal, permettrait d'obtenir une meilleure rentabilité de la production en lait et en veau par vache et d'accélérer le progrès génétique. Par ailleurs, la sélection des animaux présentant le meilleur âge au premier vêlage tend à sélectionner en même temps ceux qui auraient le meilleur intervalle moyen entre vêlages et pourrait donc permettre de gagner du temps.

Remerciements

Nous présentons nos vifs remerciements à tous les moines du monastère de Kokoubou pour leur franche et précieuse collaboration. Nos remerciements s'adressent également à tout le personnel du Centre d'insémination artificielle et de Contrôle sanitaire des reproducteurs de la faculté des Sciences agronomiques de l'université d'Abomey Calavi au Bénin.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMOU-N'DIAYE M., OGODJA O.J., GBANGBOCHE A.B., ADJOVI A., HANZEN C., 2000. Intervalle entre vêlages chez la vache Borgou au Bénin. *Ann. Méd. vét.*, **145** : 130-136.
- AKINOKU O., 1970. A preliminary study of age at first calving and calving interval of herd of N'Dama cattle. *Nigeria Agric. J.*, **7** : 148-151.

3. CLAUS J., 1976. Produktionsleistung autochthoner Rinderrassen und Anätze zur Steigerung der Rindfleischerzeugung in der Feuchtsavanne Nigerias. Dr Ag. Sc. Thesis, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik, University of Goettingen, Germany, 128 p.
4. COULOMB J., 1976. La race N'Dama. Quelques caractéristiques zootechniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 367-380.
5. DEHOUS J.P., 1994. Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au nord-est du Bénin. Thèse M.Sc., Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique.
6. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.
7. DHILLON J.S., ACHARYA R.M., TIWANA M.S., AGGARWAL S.C., 1970. Factors affecting the interval between calving and conception in Hariana cattle. *Anim. Prod.*, **12**: 81-87.
8. DOKO A.S., 1991. Etude sur la trypanosomiase et la trypanotolérance bovines au Bénin. Thèse M.Sc., Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique, 94 p.
9. DOMINGO A., 1976. Contribution à l'étude de la population bovine des Etats du Golfe du Bénin. Thèse Doct. vét., Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal, 143 p.
10. DRAME E.D., HANZEN C., HOUTAIN J.Y., LAURENT Y., FALL A., 1999. Profil de l'état corporel au cours du post-partum chez la vache laitière. *Ann. Méd. vét.*, **143** : 265-270.
11. FERGUSON W., 1967. Muturu cattle of Western Nigeria. Parts 1 and 2. *J. West Afr. Sci. Assoc.*, **13**: 29-44.
12. HANZEN C., HOUTAIN J.Y., LAURENT Y., ECTORS F., 1996. Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. *Ann. Méd. vét.*, **140** : 195-210.
13. HANZEN C., LAURENT Y., ECTORS F., 1990. Etude épidémiologique de l'infécondité bovine. 2. L'évaluation des performances de reproduction. *Ann. Méd. vét.*, **134** : 105-114.
14. LASIC S., 1978. Comparaison de la productivité des races bovines trypanotolérantes : la race Lagune et la race Borgou au Bénin. Rapport du projet PNUD/DAO/BEN/177/002. Nairobi, Kenya, Centre international pour l'élevage en Afrique.
15. MORDANT J., LEBRUN J.P., 1969. Le potentiel zootechnique de la Haute-Volta. Maisons-Alfort, France, lemvt, 327 p.
16. OLUTOGUN O., 1976. Reproductive performance and growth of N'Dama and Keteku cattle under ranching conditions in the Guinea savannah of Nigeria. Doct. Diss., Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, 292 p.
17. PAGOT J., DELAINE R., 1959. Etude biométrique de la croissance des taurins N'Dama. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **12** : 405-416.
18. RAO A.R., SASTRY A.P., REDDY U.K., RAJULU P.V., RAO G.U., 1969. Studies on reproductive characters of Angole cattle. I. Age at first calving, intercalving period and sex ration. *Indian vet. J.*, **46**: 679-684.
19. ROBERTS C.J., GRAY A.R., 1973. Studies on trypanosome-resistant cattle. 1. The breeding and growth performance of N'Dama, Muturu and zebu cattle maintained under the same conditions of husbandry. *Trop. Anim. Health Prod.*, **5**: 211-219.
20. SADA I., 1968. The length of the gestation period, calving interval and service period in indigenous West African cattle: N'Dama, West African Shorthorn and Sokoto Gudali. *Ghana J. agric. Sci.*, **1**: 91-97.
21. TIDORI E., SERRES H., RICHARD D., AJUZIUGU J., 1975. Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 499-511.
22. TOUCHBERRY R.W., 1967. A study of the N'Dama cattle at the Musia animal husbandry station in Sierra Leone. Urbana, IL, USA, University of Illinois Agricultural Research Station.
23. VALLET A., 1988. L'infécondité en troupeau allaitant. *Rec. Méd. vét.*, **164** : 6-7.
24. VISSAC B., POLY J., 1957. Etude statistique des causes de variation de quelques paramètres du cycle de reproduction des vaches laitières. II. Intervalle vêlage-fécondation dans les troupeaux du département de Seine et Marne. *Ann. Zootech.*, **2** : 237-268.
25. WEAVER L.D., GOODGER W.J., 1987. Design and economic evaluation of dairy reproductive health programs for large dairy herds. Part 1. *Compend. Contin. Educ. Pract. vet.*, **9**: F297-F309.
26. WEIJER J., TAPPAN W.C., 1969. A genetic and commercial analysis of the "Firestone plantation cattle herd". Research department report No 46. Monrovia, Liberia, Firestone Plantations Company.
27. WOOD P.D.P., 1985 Importance of the calving interval to milk yield in the following lactation of British Friesian cows. *J. Dairy Res.*, **52**: 1-8.
28. YESSO P., MEYER C., YAO K.M., 1986. Note technique. Opération 1 130 : Reproduction des bovins et des ovins. Quelques résultats de la reproduction des bovins Baoulé et N'Dama au centre élevage Idessa de Bouaké, Côte d'Ivoire. Maisons-Alfort, France, lemvt-Cirad, 15 p.
29. YOUSAO A.K.I., AHISSOU A., MICHAUX C., FARNIR F., TOURE Z., IDRISSOU N.D., LEROY P.L., 2000. Facteurs non-génétiques influençant le poids et la croissance de veaux de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **53** : 285-292.

Reçu le 29.05.2001, accepté le 19.03.2003

Summary

Adamou-N'diaye M., Gbangboche A.B., Ogodja O.J., Hanzen C. Borgu Cow Fertility in Benin: Effect of Age at First Calving on Calving Intervals

Data collected on the farm of Kokoubou's monastery (department of Borgu in Benin) were used to study the age at first calving and calving intervals in Borgu cows. From 1967 to 1989, 91 ages at first calving and 524 calving intervals were used. Mean age at first calving was 1122 ± 257 days (37.4 ± 7.9 months, i.e. 3 years and 26 days), and the mean calving interval was 450 ± 132 days (14.8 ± 4.4 months, i.e. one year and 2.8 months). The effect of age at first calving on calving intervals was highly significant ($p < 0.001$), but with a low correlation coefficient ($r = 0.22$).

Key words: Borgu cattle – Parturition interval – Reproduction – Fertility – Age – Benin.

Resumen

Adamou-N'diaye M., Gbangboche A.B., Ogodja O.J., Hanzen C. Fecundidad de la vaca de raza Borgu en Benin: efecto de la edad al primer parto sobre el intervalo entre partos

Los datos recolectados en la finca del monasterio de Kokoubou (departamento de Borgu en Benin) permitieron el estudio de la edad al primer parto y del intervalo entre partos en vacas de raza Borgou. Se utilizaron, entre 1967 y 1989, 91 edades al primer parto y 524 intervalos entre partos. La edad promedio al primer parto fue de 1122 ± 257 días ($37,4 \pm 7,9$ meses, o sea tres años y 26 días) y el intervalo entre partos promedio fue de 450 ± 132 días, ($14,8 \pm 4,4$ meses, o sea un año y 2,8 meses). El efecto de la edad al primer parto sobre el intervalo entre partos fue altamente significativo ($p < 0,001$) y bajo ($r = 0,22$).

Palabras clave: Ganado bovino Borgu – Intervalo entre partos – Reproducción – Fertilidad – Edad – Benin.

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 € (= 498 FF)	93 € (= 610 FF)	60 € (= 393 FF)	100 € (= 656 FF)

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>

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 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** (3.5 inches) l'accompagne : le fichier texte est séparé du fichier tableaux et les deux fichiers sont au format Microsoft Word.

- **Contenu des 1^{er} 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.

- **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** (Excell 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 couleur 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)... ». La présentation est scrupuleusement respectée et aucun élément (ex : ville, pays et maison d'édition 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 vêlages chez le zébu Gobra (Peuhl 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 Prasac, 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 publications **anonymes** seront classées au premier mot du titre.

Utiliser les normes internationales ISO pour l'abréviation de périodiques.

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. English may be used in all other cases.

- Complete manuscripts are submitted in **triplicate**, including one original. The text is typed, **double-spaced**, the pages are numbered. A **3.5" disquette** is included. The text and tables are in separate files with both files saved under Microsoft Word.

- **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.

- **Figures** (photos, graphs, drawings, maps): high-quality **hard copies**, Arabic numeration 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 (Excell 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)...". A very special care is given to their presentation and no item may be omitted (e.g., do not forget the publisher's 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 vêlages chez le zébu Gobra (Peuhl 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 Prasac, 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.

Anonymous publications are listed under the title first word.

International ISO norms are used to abbreviate journal names.

Proofs are sent to the first author or to the correspondent, who then has a few days to return corrections.

Thirty **reprints** free of charge are sent solely to the first author or to the designated correspondent.