

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

5-9 **Prévalence sérologique de la peste des petits ruminants dans la province du Soum au nord du Burkina Faso.** Sow A., Ouattara L., Compaoré Z., Doulkom B.R., Paré M., Poda G., Nyambré J. (*en français*)

11-13 **Emergence de la rhinotrachéite bovine infectieuse dans l'est de l'Arabie Saoudite.** Abu Elzein E.M.E., Housawi F.M.T., Al-Afaleq A.I., Al-Musa J. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

15-17 **Cysticercose bovine en Gambie.** Unger F., Münstermann S., Carayol D., Marcotty T., Geerts S. (*en anglais*)

RESSOURCES ANIMALES

19-25 **Effet des conditions de transport et de la conservation sur le comptage cellulaire et pertes de précision associées aux âges des échantillons de lait de vache.** Othmane M.H., Trabelsi L., Ben Hammouda M., Bergaoui R. (*en français*)

27-36 **Evaluation technique et socio-économique des pratiques d'alimentation en zones aride et semi-aride au nord de l'Inde (Haryana) et implications pour le développement laitier.** Alary V., Teynier D., Messad S., Lecomte P., Barbier B. (*en anglais*)

37-43 **Organisation sociale et zootechnique de la gestion des produits laitiers en milieu sahélien : la sphère laitière. Cas du delta du fleuve Sénégal.** Corniaux C. (*en français*)

45-49 **Influence des facteurs non génétiques sur la production laitière journalière des vaches Frisonnes à la station de Mahwa (sud du Burundi).** Hatungumukama G., Leroy P.L., Dettleux J. (*en anglais*)

51-56 **Critères de sélection des bovins laitiers par les éleveurs autour de Niamey au Niger.** Belli P., Turini J., Harouna A., Garba I.A., Pistocchini E., Zecchini M. (*en français*)

57-62 **Amélioration de la production laitière caprine par le croisement d'absorption dans une oasis du Sud tunisien.** Gaddour A., Najari S., Ouni M. (*en français*)

63-67 **Mensurations corporelles des ânes des races Poitevine et Catalane et de leurs croisés au Maroc.** Boujenane I., Machmoum M. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

5-9 Serologic Prevalence of *Peste des Petits Ruminants* in Soum Province, North of Burkina Faso. Sow A., Ouattara L., Compaoré Z., Doulkom B.R., Paré M., Poda G., Nyambré J. (*in French*)

11-13 Emergence of Clinical Infectious Bovine Rhinotracheitis in Eastern Saudi Arabia. Abu Elzein E.M.E., Housawi F.M.T., Al-Afaleq A.I., Al-Musa J. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

15-17 Bovine Cysticercosis in The Gambia. Unger F., Münstermann S., Carayol D., Marcotty T., Geerts S. (*in English*)

ANIMAL RESOURCES

19-25 Effect of Preservation and Transport Conditions on SCC in Cow Milk and Losses of Precision Associated with Time Left Before Analysis. Othmane M.H., Trabelsi L., Ben Hammouda M., Bergaoui R. (*in French*)

27-36 Assessment of Technical and Socioeconomical Feeding Practices in Semiarid and Arid Areas in North India (Haryana), and Implications for Dairy Rural Development. Alary V., Teynier D., Messad S., Lecomte P., Barbier B. (*in English*)

37-43 Social and Zootechnical Organization of Dairy Products Management under Sahelian Conditions: The Milk Sphere. Case of the Senegal River Delta. Corniaux C. (*in French*)

45-49 Effects of Non-Genetic Factors on Daily Milk Yield of Friesian Cows in Mahwa Station (South Burundi). Hatungumukama G., Leroy P.L., Detilleux J. (*in English*)

51-56 Farmers' Selection Criteria for Dairy Cattle in and around Niamey in Niger. Belli P., Turini J., Harouna A., Garba I.A., Pistocchini E., Zecchini M. (*in French*)

57-62 Improving Goat Dairy Production by Grading Up in an Oasis of South Tunisia . Gaddour A., Najari S., Ouni M. (*in French*)

63-67 Body Measurements of Donkeys of Poitevin and Catalan Breeds and their Crossbreds in Morocco. Boujenane I., Machmoum M. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

5-9 Prevalencia serológica de la peste de los pequeños rumiantes en la provincia de Soum, al norte de Burkina Faso. Sow A., Ouattara L., Compaoré Z., Doulkom B.R., Paré M., Poda G., Nyambré J. (*en francés*)

11-13 Aparición de la forma clínica de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el este de Arabia Saudita. Abu Elzein E.M.E., Housawi F.M.T., Al-Afaleq A.I., Al-Musa J. (*en inglés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

15-17 Cisticercosis bovina en Gambia. Unger F., Münstermann S., Carayol D., Marcotty T., Geerts S. (*en inglés*)

RECURSOS ANIMALES

19-25 Efecto de las condiciones de transporte y de la conservación sobre el conteo celular y las pérdidas de precisión asociadas con las edades de las muestras de leche de vaca. Othmane M.H., Trabelsi L., Ben Hammouda M., Bergaoui R. (*en francés*)

27-36 Asesoría de las prácticas de alimentación socio-económicas y técnicas en áreas semi áridas y áridas en el norte de la India (Haryana) e implicaciones para el desarrollo lechero rural. Alary V., Teynier D., Messad S., Lecomte P., Barbier B. (*en inglés*)

37-43 Organización social y zootécnica de la gestión de productos lecheros en medio sahelino: la esfera lechera. Caso del delta del río Senegal. Corniaux C. (*en francés*)

45-49 Efectos de los factores no genéticos sobre los rendimientos de leche diarios de las vacas lecheras Friesian en la estación de Mahwa (sud Burundi). Hatungumukama G., Leroy P.L., Detilleux J. (*en inglés*)

51-56 Criterios de los criadores para la selección de los bovinos de leche en Niamey, en Niger. Belli P., Turini J., Harouna A., Garba I.A., Pistocchini E., Zecchini M. (*en francés*)

57-62 Mejoría de la producción lechera caprina mediante el cruce de absorción en un oasis del Sur tunisino. Gaddour A., Najari S., Ouni M. (*en francés*)

63-67 Medidas corporales de los asnos de razas Poitevina y Catalana y de sus cruces en Marruecos. Boujenane I., Machmoum M. (*en francés*)

Prévalence sérologique de la peste des petits ruminants dans la province du Soum au nord du Burkina Faso

A. Sow^{1*} L. Ouattara² Z. Compaoré³ B.R. Doulkom³
M. Paré³ G. Poda¹ J. Nyambré¹

Mots-clés

Ovin – Caprin – Peste des petits ruminants – *Morbillivirus* – Test Elisa – Burkina Faso.

Résumé

Une enquête sérologique sur la peste des petits ruminants a été réalisée sur un échantillon de 2 114 sérums de petits ruminants provenant de 42 élevages des neuf départements de la province du Soum, située au nord du Burkina Faso. Sur l'ensemble des sérums analysés par c-Elisa, la prévalence sérologique de la PPR a été de 28,90 p. 100. L'étude a montré que cette prévalence variait d'un département à l'autre. Elle a été plus élevée chez les animaux âgés de plus de trois ans que chez les sujets plus jeunes ($p = 0,042$), chez les ovins (33,09 p. 100) que chez les caprins (23,01 p. 100) et chez les femelles que chez les mâles ($p = 0,000$). La circulation du virus de la PPR dans la province du Soum ayant été avérée, il apparaît nécessaire d'entreprendre des mesures vaccinales de lutte contre cette maladie.

■ INTRODUCTION

La peste des petits ruminants (PPR) est une maladie virale extrêmement contagieuse affectant les ovins et les caprins. La PPR a été décrite pour la première fois en Côte d'Ivoire (9). Elle est caractérisée par une atteinte digestive, une stomatite érosive et nécrosante, et une pneumonie (11). L'aire de répartition de la PPR s'étend à toute l'Afrique subsaharienne, au Moyen-Orient (2, 12, 19, 21, 25, 26), et à la péninsule indienne (22, 27). La PPR est causée par un virus appartenant au genre *Morbillivirus*, dans la famille des Paramyxoviridae.

Le Burkina Faso a été déclaré indemne de la peste bovine (18). Pour acquérir ce statut, les services vétérinaires avaient arrêté la vaccination depuis 1997 (vaccin hétérologue à base du virus de la peste bovine) contre la peste bovine et la PPR pour éviter les confusions lors des enquêtes de sérosurveillance de la première maladie. Cependant, si la peste bovine est éradiquée dans ce pays,

le virus de la PPR y circule toujours dans les élevages de petits ruminants. Mais aucune enquête récente spécifique et à grande échelle n'a été consacrée à l'épidémiologie de cette maladie qui pourtant peut occasionner des pertes économiques non négligeables, même chez les races rustiques (10, 16, 24).

En raison de la faible pluviométrie dans le nord du Burkina Faso (400-500 mm/an), la prévalence de la trypanosomose et des autres hémoparasitoses transmissibles par les arthropodes est assez faible. La tique *Amblyomma variegatum*, responsable de la cowdriose et associée à la dermatophilose (14), y est assez rare (23). Malgré la faible prévalence de ces importantes pathologies dans le cheptel du Burkina Faso, la province du Soum connaît un taux non négligeable de foyers de plusieurs autres pathologies encore mal évaluées (15). C'est ainsi que la Direction générale des services vétérinaires (Dgsv), en collaboration avec le Projet de développement de l'élevage dans la province du Soum (Pdes), a réalisé dans cette province, une enquête de prévalence sur les principales maladies animales. Les prévalences de la tuberculose et de la brucellose ont été déterminées (6). Une étude sur l'infestation des helminthoses gastro-intestinales a également été réalisée (7). L'étude spécifique de la prévalence sérologique de la PPR a été entreprise dans le cadre de cette enquête générale.

Dans le présent article, les résultats des analyses sérologiques par Elisa de compétition (c-Elisa) d'un échantillon de 2 114 sérums de petits ruminants sont rapportés et discutés.

1. Direction du laboratoire national d'élevage, Ouagadougou, Burkina Faso.

2. Laboratoire régional, Tenkodogo, Burkina Faso.

3. Direction générale des services vétérinaires, Ouagadougou, Burkina Faso.

* Auteur pour la correspondance

Direction du laboratoire national d'élevage, 03 BP 7026, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

Tél. : +226 70 18 96 46 ; fax : +226 50 31 35 29

E-mail : wosamada@yahoo.fr

■ MATERIEL ET METHODES

Site géographique de l'étude

La province du Soum est localisée entre -2° et -0° 53' de long. O et entre 14° et 14° 74' de lat. N. Elle est située au nord du Burkina Faso et a une frontière avec le Mali. Elle couvre une superficie de 13 350 km² (figure 1), subdivisée en neuf départements. C'est une zone d'élevage à l'instar des autres provinces du nord du Burkina Faso. On y dénombre 655 363 petits ruminants, 270 837 bovins et 1 975 camélins (15).

Prélèvements sur les petits ruminants

Une enquête transversale a été menée en octobre 2005 sur l'ensemble des neuf départements. Au cours de cette étude, 2 114 sérums (878 de caprins et 1 236 d'ovins) ont été collectés dans 42 élevages. En moyenne, 235 sérums ont été récoltés par département. Les animaux ont été répartis en deux groupes d'âge : moins de trois ans et plus de trois ans, l'âge ayant été déterminé par lecture de la table dentaire des animaux. Les sérums ont été étiquetés selon un code faisant ressortir le nom de l'éleveur et la localisation de l'élevage (village et département). Les sérums ont d'abord été conservés au congélateur dans les postes vétérinaires, puis à -20 °C au Laboratoire national d'élevage à Ouagadougou, jusqu'à la réalisation des tests sérologiques.

Tests sérologiques

Les sérums ont été testés pour la recherche d'anticorps anti-PPR au moyen du test Elisa de compétition. Le kit Elisa de la peste des petits ruminants du Cirad-emvt a été utilisé pour cette étude. Les analyses Elisa ont été effectuées comme décrit par Libeau et coll. (13). Succinctement, les microplaques Nunc Maxisorp® ont été sensibilisées avec 50 µl/puits de l'antigène N-pprv, dilué au 1/3 000 dans 0,01 M de PBS, pH 7,4, et incubées à 37 °C pendant 1 h dans un incubateur avec agitateur ou gardées à 4 °C pendant une nuit. Après trois lavages avec le tampon de lavage (0,002 M PBS contenant 0,05 p. 100 de Tween 20), 45 µl de tampon de blocage (PBS contenant 0,5 p. 100 du témoin négatif

et 0,05 p. 100 de Tween 20) ont été introduits dans chaque puits, ensuite ont été ajoutés en double exemplaire 5 µl de chaque sérum à tester. Les témoins positifs fort et faible, le témoin négatif et le témoin du monoclonal ont été inclus dans chaque microplaque. Immédiatement après, 50 µl du monoclonal dilué au 1/100 dans le tampon de blocage ont été ajoutés dans chaque puits, sauf dans les puits où se trouvait le témoin du monoclonal, puis les microplaques ont été incubées pendant 1 h à 37 °C. Par la suite, les microplaques ont été lavées trois fois, puis 50 µl du conjugué dilué au 1/1 000 dans du tampon de blocage ont été mis dans tous les puits et une incubation de 1 h à 37 °C a été réalisée. Les microplaques ont été lavées trois fois avant de déposer dans chaque puits 50 µl du mélange substrat/chromogène et, dix minutes après, 50 µl de la solution d'arrêt (1N H₂SO₄) ont été ajoutés dans chaque puits. Les densités optiques (OD) ont été lues au spectrophotomètre Multiskan EX à 492 nm de longueur d'onde.

Analyse statistique des résultats

Les valeurs des pourcentages d'inhibition (PI) pour les échantillons de sérums ont été calculées selon la formule suivante :

$$PI = 100 - \frac{OD \text{ des sérums échantillons}}{OD \text{ du contrôle du monoclonal}} \times 100$$

Le PI moyen d'un sérum a été calculé sur deux puits. Les échantillons avec un PI supérieur à 50 p. 100 ont été considérés positifs selon les indications du test. La prévalence sérologique des anticorps anti-PPR a été évaluée en rapportant le nombre de sérums positifs au nombre total de sérums testés. Les données ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel Epi Info 6. Le degré de signification entre les prévalences sérologiques de deux groupes de petits ruminants a été évalué en utilisant le calcul du χ^2 .

■ RESULTATS

Prévalence individuelle

Sur les 2 114 sérums de petits ruminants analysés, 611 ont été positifs, soit une prévalence sérologique de 28,90 p. 100. Cette prévalence a varié considérablement d'un département à l'autre, mais aussi selon l'espèce, le sexe et les tranches d'âge. Ainsi elle a été de 2,5 p. 100 pour le département de Diguel et de 72 p. 100 pour celui de Nasoumbou (tableau I).

Tableau I

Prévalence des anticorps anti-PPR par département de la province du Soum, Burkina Faso

Département	Nb. de sérums	Nb. positifs	Prévalence (%)
Aribinda	250	9	3,60
Baraboulé	250	111	44,40
Diguel	200	5	2,50
Djibo	250	111	44,40
Kelbo	204	14	6,86
Koutougou	260	86	33,08
Nasoumbou	250	180	72,00
Pobé Mengao	200	25	12,50
Tongomayel	250	70	28,00
Total	2 114	611	28,90

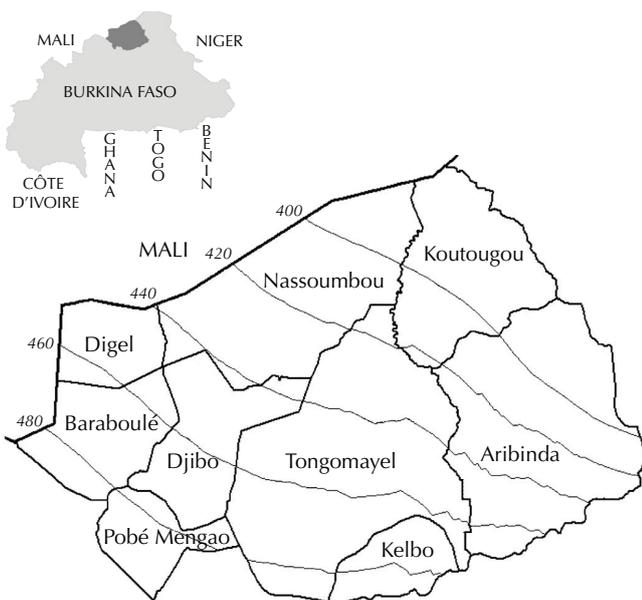


Figure 1 : carte pluviométrique de la province et des départements du Soum. Source : Institut géographique du Burkina.

Les prévalences sérologiques selon la tranche d'âge et l'espèce des animaux sont données dans le tableau II. Enfin, la prévalence sérologique a été également présentée selon le sexe. Elle a été de 14,37 et 31,70 p. 100, respectivement chez les mâles et les femelles ($\chi^2 = 28,54$; $p = 0,00$).

Prévalence troupeau

Sur les 42 élevages sondés lors de cette enquête 35 ont compté au moins un animal positif, soit 83,33 p. 100.

DISCUSSION

Cette étude a permis de mettre en évidence la présence d'anticorps anti-PPR dans les sérums de petits ruminants dans la province du Soum. La prévalence sérologique de la PPR a été de 28,90 p. 100 pour l'ensemble des sérums analysés. La prévalence sérologique de la PPR trouvée à l'échelle de la province a été proche du taux obtenu dans d'autres régions d'Afrique au sud du Sahara et d'Asie. Au Mali, Toukara et coll. (28) ont trouvé une prévalence sérologique de 32,04 p. 100, au Cameroun, elle s'est avérée être de 30 p. 100 (3), au Sultanat d'Oman d'environ 24 p. 100 (26), et en Turquie de 22,4 p. 100 (20). En revanche, la prévalence sérologique a été plus faible en Côte d'Ivoire, soit environ de 19 p. 100 [Couacy-Hymann, 1994, cité par Couacy-Hymann et coll. (4)], ainsi qu'en Ethiopie avec environ 10 p. 100 (1).

Cette enquête a montré que la prévalence sérologique de la PPR dans la province du Soum variait en fonction des départements, celui de Nasoumbou ayant présenté la valeur la plus élevée (72 p. 100). Selon l'agent du poste vétérinaire de Nasoumbou, le département avait connu des épisodes d'affections respiratoires chez les petits ruminants durant l'hivernage qui avait précédé l'enquête. Mais aucune étude n'a été menée afin d'en élucider les causes. Cela pouvait être un foyer de PPR, comme en témoignait la forte prévalence sérologique trouvée dans ce département. En revanche, Diguel, le département voisin, a enregistré la prévalence sérologique la plus faible (2,50 p. 100). La très faible prévalence enregistrée dans ce département pouvait être due soit à un biais d'échantillonnage des animaux dans ce département, tous les animaux provenant du même élevage, soit à l'enclavement de ce département.

Cette étude a également montré que la prévalence sérologique de la PPR était plus élevée chez les animaux de plus de trois ans que chez les animaux plus jeunes ($\chi^2 = 4,14$; $p = 0,042$). Toukara et coll. (28) ont aussi fait le même constat avec la prévalence

sérologique de la PPR au Mali. En effet, en zone d'enzootie, plus les animaux sont âgés, plus le risque d'être contaminés par le virus de la PPR est grand, entraînant, lors de contamination, la présence d'anticorps spécifiques dans leur sérum.

De même, cette étude a établi que la prévalence sérologique de la PPR était plus élevée chez les ovins que chez les caprins ($\chi^2 = 25,40$; $p = 0,00$). En Ethiopie, Abraham et coll. (1) ont également trouvé que la prévalence sérologique était plus élevée chez les ovins (13 p. 100) que chez les caprins (9 p. 100). De même, en Turquie la prévalence sérologique était de 29,2 et 20 p. 100 respectivement chez les ovins et les caprins (20). Ceci s'explique par une résistance plus importante des moutons que les chèvres à l'infection PPR. Seuls, Awa et coll. (43), au Cameroun, ont trouvé des résultats contradictoires, la prévalence sérologique chez les caprins (44 p. 100) étant supérieure à celle obtenue chez les ovins (29 p. 100). Une moindre sensibilité des chèvres sahéliennes présentes au Nord Cameroun peut être à l'origine de cette différence.

Par ailleurs, la prévalence sérologique a été plus élevée chez les femelles que chez les mâles ($\chi^2 = 28,54$; $p = 0,00$) ; les petits ruminants mâles étaient vendus assez jeunes (moins de deux ans) afin de procurer des revenus aux ménages. En revanche, les femelles étaient moins vite vendues, elles étaient gardées dans le troupeau comme reproductrices avec quelques mâles reproducteurs. Ces pratiques ont abaissé l'âge moyen de la population mâle.

La conversion sérologique enregistrée chez les petits ruminants de la province du Soum a montré que le virus de la PPR circulait dans la région, car la vaccination par le vaccin antibovipestique n'a plus été administré dans le pays depuis 1997 (8). Aucune étude approfondie récente n'a été consacrée à l'épidémiologie de la PPR au Burkina Faso et particulièrement dans le nord du pays. En effet, la dernière importante étude sur la PPR a été réalisée en 1988 (17). Pourtant la maladie doit occasionner d'importantes pertes économiques dans les élevages de petits ruminants en raison des mortalités, avortements et retards de croissance. Dans la perspective de contrôler la PPR au Burkina Faso et particulièrement dans la province du Soum, des mesures adaptées de lutte devraient être mises en œuvre. D'après une étude réalisée au Niger (24), la lutte par la vaccination contre la PPR est économiquement rentable avec une valeur présente nette de 24 millions de dollars en cinq ans sur un investissement de deux millions de dollars. Bien que cette étude n'ait concerné que la seule province du Soum, la prévalence sérologique de la PPR pourrait être similaire dans les autres provinces du pays. Ainsi, à cause du statut de pays indemne de la

Tableau II

Prévalence des anticorps anti-PPR selon la tranche d'âge et selon l'espèce des animaux de la province du Soum, Burkina Faso

Age	Ovins			Caprins			Total (%)
	Nb. de sérums	Nb. positifs	Prévalence (%)	Nb. de sérums	Nb. positifs	Prévalence (%)	
< 3 ans	1 035	336	32,50	732	159	21,70	28,01 †
> 3 ans	201	73	36,30	146	43	29,50	33,43 †
Total/moyenne	1 236	409	33,09 *	878	202	23,01 *	28,90

* $\chi^2 = 25,40$; $p = 0,00$: au seuil d'erreur $\alpha = 5\%$, la différence entre la prévalence sérologique chez les ovins et chez les caprins était statistiquement significative

† $\chi^2 = 4,14$; $p = 0,042$: au seuil d'erreur $\alpha = 5\%$, la différence entre la prévalence sérologique chez les moins de 3 ans et les plus de 3 ans était statistiquement significative

peste bovine, une vaccination des petits ruminants de l'ensemble du pays contre la PPR est recommandée avec l'utilisation d'un vaccin homologué (5).

■ CONCLUSION

Cette enquête a montré la circulation du virus de la PPR dans la province du Soum. Les ovins ont eu une prévalence sérologique plus élevée que les caprins. Cette prévalence a été plus élevée chez les animaux de plus de trois ans que chez les animaux plus jeunes. Elle a également été plus élevée chez les femelles que chez les mâles. En raison des pertes économiques occasionnées

par la PPR, non encore évaluées au Burkina Faso, il conviendrait d'entreprendre des mesures de lutte contre cette maladie en vaccinant les petits ruminants avec le vaccin PPR.

Remerciements

Nous sommes très reconnaissants au directeur général des Services vétérinaires du Burkina Faso et au coordinateur du projet Pdes pour le financement de cette étude. Nous remercions vivement M. O. Serdebeogo pour sa précieuse collaboration. Nous remercions également Dr R. Ganaba, Pr J. Akakpo et Dr E. Couacy-Hymann pour la lecture critique de ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABRAHAM G., SINTAYEHU A., LIBEAU G., ALBINA E., ROGER F., LAEKEMARIAM Y., ABAYNEH D., AWOKE K.M., 2005. Antibody seroprevalences against *peste des petits ruminants* (PPR) virus in camels, cattle, goats and sheep in Ethiopia. *Prev. vet. Med.*, **70**: 51-57.
2. ABU-ELZEIN E.M.E., HASSANIEN M.M., AL-AFALEQ A.I., ABDELHADI M.A., HONSAWAI F.M.J., 1990. Isolation of *peste des petits ruminants* from goats in Saudi Arabia. *Vet. Rec.*, **127**: 309.
3. AWA D.N., NGAGNOU A., TEFIANG E., YAYA D., NJOYA A., 2002. Post vaccination and colostrum *peste des petits ruminants* antibody dynamics in research flocks of North Cameroon. *Prev. vet. Med.*, **55**: 267-271.
4. COUACY-HYMANN E., ROGER F., HUARD C., GUILLOU J.P., LIBEAU G., DIALLO A., 2002. Rapid and sensitive detection of *peste des petits ruminants* virus by a polymerase chain reaction assay. *J. Virol. Meth.*, **100**: 17-25.
5. DIALLO A., TAYLOR W.P., LEFEVRE P.C., PROVOST A., 1989. Atténuation d'une souche de virus de la peste des petits ruminants : candidat pour un vaccin homologué vivant. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 311-319.
6. DIRECTION GÉNÉRALE DES SERVICES VÉTÉRINAIRES, 2005. Epidémiologie de la brucellose et de la tuberculose dans la province du Soum : résultats et recommandations. Ouagadougou, Burkina Faso, Dgsv, 11 p.
7. DIRECTION GÉNÉRALE DES SERVICES VÉTÉRINAIRES, 2005. Enquête sur la prévalence des helminthoses gastro-intestinales des ruminants dans la province du Soum. Ouagadougou, Burkina Faso, Dgsv, 42 p.
8. DIRECTION GÉNÉRALE DES SERVICES VÉTÉRINAIRES, 2006. Rapport pour la déclaration de pays indemne d'infection de peste bovine au Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso, Dgsv, 107 p.
9. GARGADENNEC L., LALANNE A., 1942. La peste des petits ruminants. *Bull. Serv. zootech. Epizoot. Afr. occident. fr.*, **5** : 16-21.
10. HOUSAWI F.M.T., ABU ELZEIN E.M.E., MOHAMED G.E., GAMEEL A.A., AL-AFALEQ A.I., HEGAZI A., AL-BISHR B., 2004., Emergence of *peste des petits ruminants* in sheep and goats in Eastern Saudi Arabia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **57**: 31-34.
11. JONES L., GIAVEDONI L., SALIKI J.T., BROWN C., MEBUS C., YILMA T., 1993. Protection of goats against *peste des petits ruminants* with a vaccinal virus double recombinant expressing the F and H genes of rinderpest virus. *Vaccine*, **11**: 961-964.
12. LEFEVRE P.C., DIALLO A., SCHENKEL F., HUSSEIN S., STAAK G., 1991. Serological evidence of *peste des petits ruminants* in Jordan. *Vet. Rec.*, **128**: 110.
13. LIBEAU G., PREHAUD C., LANCELOT R., COLAS F., GUERRE L., BISHOP D.H., DIALLO A., 1995. Development of a competitive ELISA for detecting antibodies to the *peste des petits ruminants* virus using a recombinant nucleoprotein. *Res. vet. Sci.*, **58**: 50-55.
14. MATHERON G., BARRE N., ROGER F., ROGEZ B., MARTINEZ D., SHEITBOUDOU C., 1989. La dermatophilose des bovins à

- Dermatophilus congolensis* dans les Antilles françaises. III. Comparaisons entre élevages infectés et indemnes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 331-347.
15. MINISTÈRE DES RESSOURCES ANIMALES, 2004. Les statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso, ministère des Ressources animales, service des statistiques animales, 45 p.
16. NAWATHE D.R., 1984. Control of *peste des petits ruminants* in Nigeria. *Prev. vet. Med.*, **2**: 147-155.
17. NEBIE L., 1989. Contribution à l'étude de la peste des petits ruminants (PPR) au Burkina Faso. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 121 p.
18. OIE, 2006. Liste des pays indemnes de peste bovine ; résolution n° XXVIII du 23 mai 2006. http://www.oie.int/fr/info/fr_peste.htm
19. OIE, 1993. Outbreaks occurring during the month of January 1993. List A diseases. *Bull. Off. int. Epizoot.*, **105**: 7-10.
20. OZKUL A., AKCA Y., ALKAN F., BARRETT T., KARAOGLU T., DAGALP S.B., ANDERSON J., YESILBAG K., COKCALISKAN C., GENÇAY A., BURGU I., 2002. Prevalence, distribution, and host range of *peste des petits ruminants* virus, Turkey. *Emerg. infect. Dis.*, **8**: 708-712.
21. ROEDER P.L., OBI T.U., 1999. Recognizing *peste des petits ruminants*: a field manual. Rome, Italy, FAO, 28 p. (Animal Health Manual, No 5)
22. SHAILA M., SHAMAKI D., FORSYTH M.A., DIALLO A., GOATLEY L., KITCHING R.P., BARRETT T., 1996. Geographic distribution of *peste des petits ruminants* viruses. *Virus Res.*, **43**: 149-153.
23. STACHURSKI F., 2000. Modalité de la rencontre entre la stase adulte de la tique *Amblyomma variegatum* (Acari, Ixodida) et le bovin. Applications potentielles à la lutte contre ce parasite. Thèse Doct. Parasitologie, biologie des populations et écologie, université Montpellier II, France, 264 p.
24. STEM C., 1993. An economic analysis of the prevention of *peste des petits ruminants* in Nigerian goats. *Prev. vet. Med.*, **16**: 141-150.
25. TAYLOR W.P., 1984. The distribution and epidemiology of *peste des petits ruminants*. *Prev. vet. Med.*, **2**: 157-166.
26. TAYLOR W.P., AL BUSAIDY S., BARRETT T., 1990. The epidemiology of *peste des petits ruminants* in the Sultanate of Oman. *Vet. Microbiol.*, **22**: 341-352.
27. TAYLOR W.P., DIALLO A., GOPALAKRISHNA S., SREERAMALU P., WILSMORE A.J., NANDA Y.P., LIBEAU G., RAJASEKHAR M., MUKHOPADHYAY A.K., 2002. *peste des petits ruminants* has been widely present in Southern India since, if not before, the late 1980s. *Prev. vet. Med.*, **52**: 305-312.
28. TOUNKARA K., TRAORE A., SIDIBE S., SAMAKE K., DIALLO B.O., DIALLO A., 1996. Epidémiologie de la peste des petits ruminants (PPR) et de la peste bovine au Mali. Enquêtes sérologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49** : 273-271.

Reçu le 12.02.2007, accepté le 18.01.2008

Summary

Sow A., Ouattara L., Compaoré Z., Doulkom B.R., Paré M., Poda G., Nyambré J. Serologic Prevalence of *Peste des Petits Ruminants* in Soum Province, North of Burkina Faso

A serological survey on PPR was carried out on a sample of 2144 small ruminants sera collected from 42 herds in the nine departments of the Soum province located in the north of Burkina Faso. The overall serological PPR prevalence estimated by c-ELISA was 28.90%. The study showed that the prevalence varied between departments. It was higher in animals over three years of age than in younger ones ($p = 0.042$), in sheep (33.09%) than in goats (23.01%), and in females than in males ($p = 0.000$). The survey showed that the PPR virus was actually circulating in Soum province. Therefore control measures through vaccination should be undertaken against this disease.

Keywords: Sheep – Goat – Pest of small ruminants – *Morbillivirus* – ELISA – Burkina Faso.

Resumen

Sow A., Ouattara L., Compaoré Z., Doulkom B.R., Paré M., Poda G., Nyambré J. Prevalencia serológica de la peste de los pequeños rumiantes en la provincia de Soum, al norte de Burkina Faso

Se realizó una encuesta serológica de la peste de los pequeños rumiantes, en una muestra de 2114 sueros de pequeños rumiantes provenientes de 42 criadores en los nueve departamentos de la provincia de Soum, situada al norte de Burkina Faso. La prevalencia serológica de la PPR en el conjunto de los sueros analizados mediante el c-ELISA fue de 28,9%. El estudio mostró que esta prevalencia varía de un departamento a otro. Esta fue más elevada en los animales de más de tres años de edad que en los individuos más jóvenes ($p = 0,042$). También fue más elevada en los ovinos (33,09%) que en los caprinos (23,01%). Para finalizar, fue también más elevada en las hembras que en los machos ($p = 0,000$). La circulación del virus de la PPR en la provincia de Soum queda demostrada, parece necesario comenzar con medidas de vacunación para la lucha contra esta enfermedad.

Palabras clave: Ovino – Caprino – Peste des pequeños rumiantes – *Morbillivirus* – ELISA – Burkina Faso.

Emergence of Clinical Infectious Bovine Rhinotracheitis in Eastern Saudi Arabia

E.M.E. Abu Elzein¹ F.M.T. Housawi¹
A.I. Al-Afaleq¹ J. Al-Musa¹

Keywords

Bovine herpesvirus – Antigen antibody reaction – ELISA – Saudi Arabia.

Summary

Dairy industry in Saudi Arabia is one of the largest in the world. Nevertheless, the situation of infectious bovine rhinotracheitis (IBR) virus infection is not known. It is essential to understand the epidemiology of this disease because of its impact on the dairy industry in the country. The present communication reports for the first time the emergence of clinical IBR in the eastern region of Saudi Arabia. Study projects on the epidemiology of the disease in the country are discussed.

■ INTRODUCTION

Infectious bovine rhinotracheitis (IBR), or “red nose”, is a contagious disease of domestic cattle. It is known to cause major economical damages in cattle production, particularly in the dairy industry. It has also been reported in the swine, goat, water buffalo (4) and in many species of wild ruminants (3). However, its distribution has always been associated with domestic cattle.

Historically, IBR was described as a distinct disease in 1955, in feed-lot cattle in Western USA (7). Soon after, the etiologic virus was isolated (6). However, clinical infectious pustular vulvovaginitis (IPVV) has been known in Europe for years before the discovery of IBR in the USA. The virus is distributed worldwide, although it has been eradicated in some countries.

Beside its abortogenic and other ill effects, IBR can also cause latency in the affected cattle (8). The clinical signs of the disease usually follow an incubation period of 2–4 days. There is fever, serous nasal and ocular discharges, salivation, inappetance and depression. In a few days, the nasal discharge becomes mucopurulent. Necrotic lesions may obstruct the upper airways leading to difficulty in breathing. IBR virus infections may involve the genitalia of both male and female cattle, causing balanoposthitis and PVV, respectively. In cases that are complicated by secondary bacterial infection, pneumonia may develop. Mortality is low and infection can be subclinical.

Following infection, the IBR/IPVV virus remains latent in the trigeminal and sacral ganglia. Viral DNA remains in the neurons of the ganglia for the entire life of the animal. When the animal is exposed to stress, the latent infection could be reactivated and consequently the virus may be shed in the environment to

infect new susceptible hosts. IBR/IPV are caused by a bovine herpesvirus 1 (BHV-1) which is a member of the genus *Varicellovirus* of the family *Herpesviridae*.

The dairy industry in Saudi Arabia is highly developed. For instance, a single dairy farm may contain 6000 cows. In spite of this, studies on an important disease of dairy cattle such as IBR are very scarce there. The last published data about the disease date from the 1980s (1, 2, 4). In the present study, we report for the first time clinical IBR infection in a dairy cattle herd of locally-raised Friesian cattle, at Al-Ahsa oasis in Eastern Saudi Arabia.

■ MATERIALS AND METHODS

During April 2003, six adult, locally-bred, sedentary Friesian cows, in a small dairy farm at Al-Ahsa oasis, in the Eastern region of Saudi Arabia, showed inappetance, depression, salivation, lacrimation and serous nasal discharge. The nasal openings were widely dilated and the nasal mucous membranes were drastically hyperemic (the nose was very red). The mean maximum rectal temperature was 40.6°C. Three days later, the nasal discharge became mucopurulent. The eyes were sunken. Necrotic lesions on the nostrils became ulcerative and the animals showed extensive mouth breathing. The vagina was extremely hyperemic. Two cows were recumbent and died ten days after the onset of the disease. The other four cows recovered within fifteen days from the onset of the disease.

Nasal swabs were collected from each of the affected cows and suspended in F-12 cell culture transport medium, containing antibiotics and fetal bovine serum (FBS). All samples were put in an icebox and immediately sent to the laboratory. The swabs were squeezed and the transport medium was clarified by centrifugation at 1500 g for 15 min. The supernatant fluid was collected, antibiotics added and the mix stored at –86°C.

1. College of Veterinary Medicine and Animal Resources, King Faisal University, Hofuf, PO Box 1757, Al-Ahsa 31982, Saudi Arabia

Serum samples were collected only from cattle with a known history, because animals in this farm were used for teaching purposes. Some of them were brought from different localities and their health records were not available. Only 14 cows, which were born in the farm and not vaccinated against IBR, had no history of IBR disease. All these animals were older than 18 months, an age at which maternal antibodies are expected to have vanished.

The reference positive sera were produced in bovine against the strains ED1 and Oxford of IBRV (BHV-1) (Central Veterinary Laboratory, Weybridge, UK). The reference negative serum was a bovine serum which was negative in the IBR ELISA test.

For virus isolation, baby hamster kidney (BHK-21) and Vero cell culture monolayers were used in 24-well sterile disposable plastic plates. Each well received 0.1 ml of the inoculum. Following an adsorption of one hour, F-12 maintenance medium containing 2% FBS was added. The cell monolayers were observed daily for presence of cytopathogenic effect (CPE). A second passage was made from the cultures which gave CPE. The isolated virus was titrated in the respective cell culture in which it propagated well. It was actually the BHK-21. Ten-fold dilution series were made in microtiter plates, using F-12 medium without serum as diluent. Fifty microliters of the BHK-21 cell suspension (10⁶ cells/mL) were added. Plates were covered, placed in a CO₂ incubator at 37°C and read after five days. The tissue culture infective dose 50 (TCID₅₀/mL) was calculated as described by Reed and Muench (9). The isolated virus was identified by the virus neutralization test (VNT), as described by Berthe (8), using microtiter plates and BHK-21 cells.

Serum samples were collected from cattle during the acute and convalescent phases of the disease. Sera were also collected from 14 apparently healthy non-vaccinated members of the herd over 18 months of age. Test sera were heated at 56°C for 30 min and stored at -20°C until used.

VNT was conducted to examine the acute and convalescent phase sera. In brief, each serum sample was diluted in a two-fold series in F-12 medium without serum. An equal volume (50 µL) of 100 TCID₅₀ virus suspension was then added. The reactants were incubated for 1 h at 37°C and 18 h at 4°C. This was followed by the addition of 50 µL of the BHK-21 cell suspension (10⁶/mL) to each well. The plates were covered and incubated for five days at 37°C and 5% CO₂.

ELISA was used to examine the 14 serum samples, which were collected from the apparently healthy, non-vaccinated cattle in the affected herd. The HerdChek kit (IDEXX labs, USA) was used for the detection of specific antibodies against the IBRg B virus antigen in the cattle sera. The test was performed according to the manufacturer's instructions. Briefly, it was based on a blocking ELISA system whereby the IBRg B viral antigen was immobilized on the microtiter plate wells. Upon incubation of the test serum samples, in the antigen-coated wells, antibodies specific to IBRg B virus antigen were reacted with a conjugate containing specific monoclonal antibody against the IBRg B virus antigen and horseradish peroxidase. Then, the substrate solution was added to each well and the plates were incubated in the dark. Finally, the reaction was stopped and the plates were read at 450 nm. Positive and negative control sera were included in the test.

The blocking percentage (BP) was calculated as follows:

$$BP = \frac{(MNC_{OD} - MTS_{OD})}{MNC_{OD}} \times 100\%$$

where MNC was the mean optical density reading of negative control serum at 450 nm, and MTS was the mean optical density reading of test serum at 450 nm.

Accordingly, a BP lower than 45% was classified as negative for IBR antibodies. BPs between 45 and 55% were considered doubtful and BPs higher than 55% were considered positive.

■ RESULTS

Within three days postinoculation (PI), the BHK-21 cell culture monolayers gave discernible CPE, which was characterized by cell rounding and shrinkage together with the formation of grape-like cell groupings of rounded cells. One week PI, the whole cell culture sheets were destroyed and harvested. The second passage (P/2) in BHK-21 gave complete destruction of the cells within five days. Virus was isolated from the six ailing cattle.

It took nine days for CPE in Vero cell monolayers to destroy less than 50% of the cell monolayer sheet. So, the authors chose to pursue the virus isolation on BHK-21 cells. The titers obtained for the six isolated viruses in the BHK-21 cells ranged between 10⁵ and 10^{6.5} TCID₅₀/ml. The positive control hyperimmune sera neutralized the ability of each of the isolated viruses to cause CPE in the indicator cells. The non-immune serum failed to do this.

In the detection of antibodies by VNT, the titer of each of the acute phase sera was less than 0.3 log₁₀. The four convalescent-phase sera were positive and gave a titer of 1.2 to 1.8 log₁₀, with a mean of 1.5 log₁₀.

Table I shows ELISA results in the 14 sera from the non-vaccinated, apparently healthy cattle from the affected herd. Seven samples (50%) were positive for IBR antibodies, six (43%)

Table I

ELISA results for presence of IBR antibodies in the sera collected from apparently healthy non-vaccinated cattle in the affected farm

Serum No	BP (%)	Judgment
1	17.3	-
2	90.8	+
3	74.0	+
4	72.7	+
5	5.3	-
6	79.4	+
7	51.0	SUS
8	72.4	+
9	89.3	+
10	95.1	+
11	14.7	-
12	41.3	-
13	18.5	-
14	15.4	-
RPS	95.8	+
RNS	0	-

RPS = reference positive serum
 RNS = reference negative serum
 + = positive
 - = negative

were negative and one was suspect (51%). BP values for positive sera ranged from 72.4 to 95.1%. Three of the positive sera had very high BP values (95.1, 90.8 and 89.35%) that were near the BP value of the reference positive serum, which was 95.8%. The remaining four positive sera had BP values between 72.4 and 79.4%.

■ DISCUSSION

Results confirmed that the disease in the present outbreak was due to an IBRV infection. This is the first confirmed record of the disease in the Eastern region of Saudi Arabia. This information is expected to cast light on the disease situation, at least in the Eastern region. At the present time, any information regarding the situation of IBR in the country would be of great value, because of the lack of published data on the subject during the last two decades.

It is difficult to determine the source of the present outbreak. However, it could be due to the reactivation of a latent infection (5). This is highly likely, as there was no recent introduction of new animals in the affected farm. On the other hand, results of the limited serological survey on the non-vaccinated, apparently healthy 14 cattle from the affected herd indicated that a high percentage (50%) were exposed to IBR infection and that some of them gave high BP values which were comparable with the reference positive serum. As no cattle were recently introduced into the farm, this high seroconversion rate could most probably indicate shedding of the IBR virus by carrier cattle in the herd.

As mentioned previously, the dairy industry is a major business in Saudi Arabia. However, studies on the impact of IBR infections on the dairy industry are lacking. On the other hand, some farms practice vaccination against IBR, which will complicate further the

epidemiological picture of the disease in the country. Although this study shows the presence of IBR in Saudi Arabia, its epidemiology has not been studied yet. A nation-wide epidemiological study is therefore urgently needed to help clarify the real disease situation in the country. This is particularly important considering the damages it can cause in the dairy industry.

Acknowledgments

We wish to thank Mr A. Al-Kars for his assistance.

REFERENCES

- FRERICKS W.M., BARBOUR F.M., AL-RASHEED A., HAFEZ S.M., 1982. Infectious bovine rhinotracheitis and salmonellosis in Saudi Arabian dairy herd. In: Proc. 12th World Congress on Diseases of Cattle, Amsterdam, Netherlands, 7-10 Sept. 1981, p. 1007-1011.
- FRERICKS W.M., HAFEZ S.M., AL-RASHEED A., 1983. Serological evidence for the occurrence of IBR in Saudi Arabia. In: 6th Symp. Biol. Aspt., Jeddah, Saudi Arabia, p. 54.
- GIBBS E.P.J., REYEMAMU M.M., 1977. Bovine herpesvirus 1 and 2. *Vet. Bull.*, **47**: 317-343.
- HAFEZ S.M., CHAUDRY R., 1985. Isolation and identification of IBR virus in Saudi Arabia. *Arab Gulf J. sci. Res.*, **3**: 735 -744.
- KAHRS R.F., 1977. Infectious bovine rhinotracheitis. *JAVMA*, **171**: 1055-1064.
- MADIN S.H., YORK C.R., MCKERCHER D.G., 1956. Isolation of infectious rhinotracheitis virus. *Science*, **124**: 721-722.
- MILLER N.J., 1955. Infectious necrotic rhinotracheitis of cattle. *JAVMA*, **126**: 463-467.
- OIE, 2002. Infectious bovine rhinotracheitis/infectious pustular vulvovaginitis. Paris, France, OIE, www.oie.int.
- REED L.J., MUENCH H., 1938. Simple method of estimating 50% end-points. *Am. J. Hyg.*, **27**: 493-497.

Accepté le 04.12.2007

Résumé

Abu Elzein E.M.E., Housawi F.M.T., Al-Afaleq A.I., Al-Musa J. Emergence de la rhinotrachéite bovine infectieuse dans l'est de l'Arabie Saoudite

L'industrie laitière de l'Arabie Saoudite est l'une des plus importantes au monde. Malgré cela, la situation actuelle sur les infections par le virus de la rhinotrachéite bovine infectieuse (IBR) n'est pas connue. Il est essentiel de comprendre l'épidémiologie de cette maladie à cause de son impact sur l'industrie laitière dans le pays. Cette communication rapporte pour la première fois l'émergence d'IBR clinique dans la région est de l'Arabie Saoudite. Des projets d'étude concernant l'épidémiologie de la maladie dans le pays sont discutés.

Mots-clés : Herpesvirus bovin – Réaction antigène anticorps – Test Elisa – Arabie Saoudite.

Resumen

Abu Elzein E.M.E., Housawi F.M.T., Al-Afaleq A.I., Al-Musa J. Aparición de la forma clínica de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el este de Arabia Saudita

La industria lechera en Arabia Saudita es una de las más grandes del mundo. Sin embargo, se desconoce la situación de la infección viral por rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR). Es esencial comprender la epidemiología de esta enfermedad debido a su impacto sobre la industria lechera en el país. La presenta comunicación reporta por la primera vez la aparición de la IBR clínica en la región este de Arabia Saudita. Se discuten proyectos de estudio sobre la epidemiología de la enfermedad en el país.

Palabras clave: Herpes virus bovino – Reacción antígeno anticuerpo – ELISA – Arabia Saudita.

Bovine Cysticercosis in The Gambia

F. Unger¹ S. Münstermann² D. Carayol³
T. Marcotty⁴ S. Geerts^{4*}

Keywords

Cattle – *Taenia saginata* –
Cysticercosis – Meat inspection –
ELISA – Gambia.

Summary

Surveys were carried out in the slaughterhouses of Abuko and Banjul and on 16 farms involving 391 cattle in the Central River Division of The Gambia. Using conventional meat inspection, 12 (0.75%) out of 1595 slaughter cattle were found infected with cysticerci of *Taenia saginata*. On-farm screening using an antigen detection ELISA revealed an average within herd seroprevalence of 21.3% (CI₉₅: 13.6; 29.0). Although official reports have not mentioned the occurrence of bovine cysticercosis in The Gambia for the last 10 years, these data clearly show that this zoonosis is present in the country. The discrepancy between the results of both techniques is due to the low sensitivity of classical meat inspection and the high sensitivity of ELISA for detection of circulating antigen.

■ INTRODUCTION

Bovine cysticercosis, caused by the metacestodes of *Taenia saginata*, occurs worldwide. It has been reported in cattle in several West African countries including Senegal, which surrounds The Gambia (9). However, there is a substantial lack of knowledge of the distribution, epidemiological pattern and zoonotic implication of this helminth infection in The Gambia. The very limited information available on cysticercosis in cattle for The Gambia is based on irregular records from the abattoirs or oral reports from local butchers, mentioning that cysts are occasionally found. Further details are not available. In addition, the veterinary services of The Gambia have not officially reported a single case of

bovine cysticercosis for the last 10 years (6). In view of obtaining baseline information on the occurrence of bovine cysticercosis in slaughtered and live cattle in The Gambia, an abattoir survey and an on-farm screening, respectively, were carried out in the Greater Banjul area of the Central River Division of The Gambia. The objective of the study was to estimate the prevalence of bovine cysticercosis in slaughtered (using meat inspection) and live cattle (using serological methods) in selected areas of The Gambia.

■ MATERIALS AND METHODS

Meat inspection

Routine meat inspection to detect cysticercosis was carried out in two main abattoirs located in Greater Banjul area, Abuko and Banjul. The inspection was carried out by meat inspectors of the abattoir and consisted in incisions of heart and masticatory and the ground of the tongue. The abattoirs were visited three times a week from October 2000 to March 2001. All cattle slaughtered on visit days (a total of 1595 animals) were examined. Cattle mainly belonged to the N'Dama breed. Most of them originated from the Central River Division. Few cattle were of zebu type originating from Senegal. The age and sex of the animals were recorded.

1. International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia.

2. FAO, Regional AHC, Gabarone, Botswana.

3. Department of livestock Services, Banjul, The Gambia.

4. Institute of Tropical Medicine, Antwerpen, Belgium.

* Corresponding Author

Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, 2000 Antwerpen, Belgium.

Tel.: +32 3 247 66 66; Fax: +32 3 216 14 31

E-mail: SGeerts@itg.be

On-farm screening

A survey was carried out on cattle in the Central River Division of The Gambia between July and September 2001. A stratified random sampling method was applied. The sampling frame consisted of herds supplying milk to the local market in Bansang. For practical reasons the authors excluded from the original herd list provided by local veterinary services all herds which were not accessible during the rains. Out of the list 16 herds were randomly selected. In each selected herd up to 30 cattle (expected within herd prevalence $\geq 10\%$; level of confidence 95%) aged six months and over were sampled according to Thrusfield (12), and stratified by age. In three of the sixteen farms sampled, additional samples were also taken. All serum samples collected were screened for the presence of circulating antigen of *T. saginata* using an antigen detection ELISA. A total of 391 samples from 16 herds were examined.

Antigen detection ELISA

The serum was examined by a monoclonal-antibody-based antigen detection ELISA (Ag-ELISA) as described by Bandt et al. (1) and modified by Dorny et al. (2). A positive reference serum (experimentally infected animal) and eight negative reference sera (originating from farms without a history of bovine cysticercosis) were included in each ELISA plate. The optical density (OD) of each serum sample was compared with a set of eight negative reference samples at a probability level of $P = 0.001$ to determine the result of the test (11).

RESULTS

During meat inspection cysticerci were found by meat inspectors/veterinarians in 12 of the 1595 (0.75 %) cattle examined. In two animals more than one cyst was found, whereas in the remaining ten cattle only one cyst was detected during meat inspection. In two cases cysts were found in the heart muscle, in all other occasions in parts of the muscle masseter. Results of on-farm screening showed an overall individual animal prevalence of 19.2% (CI₉₅: 15.3; 23.1) and an average within herd seroprevalence of 21.3% (CI₉₅: 13.6; 29.0). There was a high variation between farms (Figure 1). The seroprevalence of cysticercosis was higher in male (30.6%; CI₉₅: 21.6; 39.6) than in female (14.8%; CI₉₅: 12.7; 16.9) cattle ($p < 0.01$). Individual seroprevalences were not influenced by the age of animals (Table I).

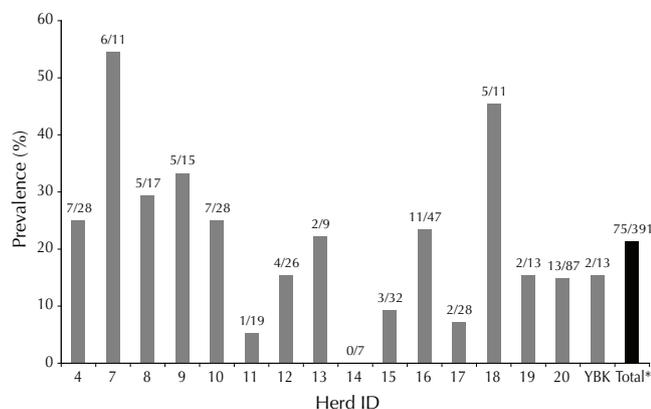


Figure 1: Within herd seroprevalence of bovine cysticercosis in Central River Division, The Gambia.

* Overall individual prevalence.

Table I

Seroprevalence (Ag-ELISA) of bovine cysticercosis according to age in farm cattle in Central River Division, The Gambia

Age class (in years)	N	Seroprevalence of cysticercosis
0.5–1	3	0%
1–3	186	21.5% (CI ₉₅ : 15.6; 27.4)
4–6	125	12.8% (CI ₉₅ : 6.9; 18.7)
> 6	77	24.7% (CI ₉₅ : 15.1; 34.3)

DISCUSSION

There was a very striking discrepancy between the prevalence found by meat inspectors (0.75%) and that revealed by Ag-ELISA (19.2%). Although the figures cannot be compared directly with each other because cattle which were examined by both techniques were not the same, most of them originated from the same region (Central River Division) and were kept under similar husbandry conditions. It is known that the classical “knife and eye” technique only detects a small fraction of infected cattle (4, 5). The sensitivity of Ag-ELISA on the other hand is quite high (92.3%) in cattle harboring more than 50 cysts, but very low (12.8%) if the cyst burden is lower than 50 (13). Ag-ELISA, however, only detects living cysticerci, which implies that it underestimates the real prevalence of cysticercosis (1). A similar discrepancy between both techniques was also observed by other authors in Belgium (2) and in Nigeria (3), who found 12 and 4 times more infected animals, respectively, by Ag-ELISA than by meat inspection. Furthermore, detailed examination of the hearts and masticatory muscles of slaughter cattle at the abattoir of Dakar allowed to detect cysticerci in 5.8 and 15.7% of them, respectively, whereas routine meat inspection detected only 1.4% infected animals (9). As bovine cysticercosis has been reported in the past in Senegal, both north and south of The Gambia (9, 10, 14, 15), it is not surprising that it also occurs in the latter country.

In this study the seroprevalence of cysticercosis was significantly higher in male than in female cattle, which was difficult to explain given the fact that both sexes were grazing on the same pastures and thus exposed to a similar challenge with *T. saginata* eggs. The age of the animal, however, had no impact on the seroprevalence, which was in contradiction with studies in Europe, where higher numbers of seropositive cattle were found with increasing age (2), and with studies in Africa, where the seroprevalence was higher in young animals (7, 8).

As beef is usually well cooked before consumption in The Gambia, the public health risk for the consumer is clearly reduced. However, if a sufficient meat core temperature during cooking is not guaranteed, which might be the case for barbecue and *shawarma*, a significant public health risk for the consumer might exist. The same applies for unhygienic handling of meat during preparation.

Acknowledgments

The assistance of the technical staff of the Animal Health Department of the Institute of Tropical Medicine is gratefully acknowledged.

REFERENCES

1. BRANDT J.R.A., GEERTS S., DE DEKEN R., KUMAR V., CEULEMANS F., BRIJS L., FALLA N., 1992. A monoclonal antibody-based ELISA for the detection of circulating excretory secretory antigens in *Taenia saginata* cysticercosis. *Int. J. Parasitol.*, **22**: 471-477.
2. DORNY P., VERCAMMEN F., BRANDT J., VANSTEENKISTE W., BERKVENS D., GEERTS S., 2000. Sero-epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Vet. Parasitol.*, **88**: 43-49.
3. FALEKE O., OGUNDIPE G., DORNY P., 2004. Seroprevalence of *Taenia saginata* cysticercosis in cattle in Oyo State of Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **52**: 79-83.
4. GEERTS S., KUMAR V., VAN DEN ABEELE O., 1980. *Taenia saginata* cysticercosis in slaughter cattle in Belgium. VI. Diergeneesk. Tijdschr., **49**: 365-374.
5. KYVSGAARD N.C., ILSOE B., HENRIKSEN S.A., NANSEN P., 1990. Distribution of *Taenia saginata* cysts in carcasses of experimentally infected calves and its significance for routine meat inspection. *Res. vet. Sci.*, **49**: 29-33.
6. OIE, 2007. World animal health situation. http://www.oie.int/eng/info/en_infoan.htm (accessed on 3 Apr. 2007).
7. OKAFOR F.C., 1988. Epizootiology of *Cysticercus bovis* in Imo State Nigeria. *Angew. Parasitol.*, **29**: 25-30.
8. ONAH D.N., CHIEJINA S.N., 1986. *Taenia saginata* cysticercosis in slaughter cattle in Anambra State, Nigeria. *Int. J. Zoonoses*, **13**: 32-39.
9. SCHANDEVYL P., VERCRUYSSSE J., 1982. Cysticercosis in cattle in Senegal. *Vet. Parasitol.*, **11**: 267-270.
10. SEYDI M., GUEYE K., 1982. Evolution des saisies de viandes dans les abattoirs de la région du Cap-Vert (Sénégal) de 1971 à 1980 : Intérêt sanitaire et incidences économiques et sociales. *Méd. Afr. Noire*, **29** : 803-816.
11. SOKAL R.S., ROHLF J.J., 1981. Biometry. The principles of statistics in biological research, 2nd Edn. New York, USA, Freeman, p. 859.
12. THRUSFIELD M., 1995. Veterinary epidemiology, 3rd Edn. Oxford, UK, Blackwell Science, p. 280-282.
13. VAN KERCKHOVEN I., VANSTEENKISTE W., CLAES L., GEERTS S., BRANDT J., 1998. Improved detection of circulating antigen in cattle infected with *Taenia saginata* metacestodes. *Vet. Parasitol.*, **76**: 269-274.
14. VASSILIADES G., 1974. The helminthic infestations among cattle in the Senegal River Basin. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, **22**: 69-74.
15. VASSILIADES G., 1971. Les affections parasitaires à helminthes chez les bovins domestiques de la Casamance (Sénégal). *Bull. Off. int. Epizoot.*, **76** : 703-709.

Reçu le 11.09.2007, accepté le 12.03.2008

Résumé

Unger F., Münstermann S., Carayol D., Marcotty T., Geerts S.
Cysticercose bovine en Gambie

Des recherches ont été menées dans les abattoirs d'Abuko et de Banjul ainsi que sur 391 bovins répartis sur 16 exploitations dans la région de Central River en Gambie. En utilisant des méthodes conventionnelles d'inspection de viande, 12 (0,75 p. 100) bovins sur 1 595 bovins abattus ont été trouvés infectés avec des cysticerques de *Taenia saginata*. Des recherches dans des fermes ont montré une séroprévalence des troupeaux de 21,3 p. 100 (CI₉₅: 13,6; 29,0) en utilisant un test Elisa de détection d'antigène. Bien que les rapports officiels n'aient pas mentionné ces dix dernières années l'existence de la cysticercose bovine en Gambie, les résultats de cette étude mettent clairement en évidence la présence de cette zoonose dans le pays. La divergence entre les résultats des deux techniques est due à la faible sensibilité de l'inspection de viande classique et à la haute sensibilité de l'Elisa pour la détection d'antigène en circulation.

Mots-clés : Bovin – *Taenia saginata* – Cysticercose – Inspections des viandes – Test Elisa – Gambie.

Resumen

Unger F., Münstermann S., Carayol D., Marcotty T., Geerts S.
Cisticercosis bovina en Gambia

Se llevaron a cabo encuestas en los mataderos de Abuko y Banjul, así como en 16 fincas concerniendo 391 cabezas en la división del Río Central en Gambia. Mediante inspección convencional de la carne, 12 (0.75%) de las 1595 cabezas sacrificadas estaban infectadas con cisticercos de *Taenia saginata*. Las encuestas en las fincas, realizadas mediante un antígeno de detección ELISA, revelaron un promedio de prevalencia intra hato de 21,3% (CI₉₅: 13,6; 29,0). A pesar de que los reportes oficiales no mencionan la incidencia de cisticercosis bovina en Gambia durante los últimos 10 años, los presentes datos muestran claramente que esta zoonosis está presente en el país. La discrepancia entre los resultados de ambas técnicas es debido a la baja sensibilidad de la inspección clásica de carne y a la alta sensibilidad del ELISA para la detección del antígeno circulante.

Palabras clave: Ganado bovino – *Taenia saginata* – Cisticercosis – Inspección de la carne – ELISA – Gambia.

Effet des conditions de transport et de la conservation sur le comptage cellulaire et pertes de précision associées aux âges des échantillons de lait de vache

M.H. Othmane ^{1*} L. Trabelsi ²
M. Ben Hammouda ³ R. Bergaoui ²

Mots-clés

Bovin – Lait de vache – Numération cellulaire – Réfrigération – Préservation – Tunisie.

Résumé

L'effet de l'agent conservateur (sans conservation, dichromate de potassium ou bronopol) et des conditions de transport (température ambiante et réfrigération) sur le taux cellulaire (SCC) de laits individuels de vaches a été étudié à deux reprises durant la lactation. Mille cinquante (expérience 1) et 924 (expérience 2) mesures de SCC ont été effectuées à l'aide d'un appareil Fossomatic à partir de laits individuels respectivement de 25 et de 22 vaches du même lot. Par ailleurs, chaque lait individuel a été divisé en plusieurs aliquotes et analysé à différents temps après le prélèvement (5 h, et 1, 2, 3, 4, 5 et 6 jours) pour estimer les pertes de précision associées au temps d'analyse, selon que les aliquotes sont conservées, réfrigérées ou non. Ni l'agent conservateur ni les conditions de transport n'ont eu d'effets significatifs sur le taux cellulaire pour les deux expériences qui ont différé par le niveau cellulaire dans le lait. La précision des mesures associée à chaque âge dépendait du stade de lactation, les erreurs étant de loin faibles lorsque la quantité de lait était plus abondante et le SCC était donc moins élevé. Pour des raisons pratiques, l'analyse du lait pour le SCC devrait être effectué au plus tard dans les 48 h après prélèvement.

■ INTRODUCTION

La mammite est la maladie la plus fréquente et la plus coûteuse pour l'industrie laitière bovine (3). Ces coûts sont attribuables tant au traitement des animaux atteints qu'aux pertes causées par la diminution de la production. Les données publiées montrent qu'au fur et à mesure que le taux de cellules somatiques (SCC) augmente, la quantité de lait produite diminue et sa qualité se détériore. Il est fréquent que l'épisode de mammite ne puisse être détecté visuellement. On parle alors d'une mammite subclinique et on a recours au SCC pour tenter d'identifier les vaches atteintes.

L'intérêt du SCC comme méthode précoce de diagnostic des mammites subcliniques est évident si l'on tient compte de la relation entre cette variable biologique et les pertes en production et en composition du lait (6, 12).

Il a été montré que l'infection intra mammaire par des bactéries est le facteur primordial causant l'augmentation des cellules somatiques du lait ; 90 p. 100 des augmentations du compte cellulaire y sont associées (10). Le contrôle de la mammite doit aussi passer par une bonne compréhension des facteurs qui la favorisent et des microorganismes qui la provoquent. Tous ces facteurs agissent évidemment avant l'extraction du lait qui aurait alors un taux cellulaire initial non nul. D'autres facteurs peuvent intervenir après l'extraction du lait de la mamelle et apporter des modifications sur le taux cellulaire avant d'être estimé d'une façon routinière au sein du contrôle laitier officiel.

Ce travail a eu pour objectifs : (i) l'étude de l'effet de la conservation du lait et de sa réfrigération durant le transport sur le SCC, et (ii) l'estimation des pertes de précision associées au temps écoulé entre le prélèvement et l'analyse des échantillons, par rapport à la numération cellulaire initiale prise comme référence,

1. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie, Béja, Tunisie.

2. Institut national agronomique de Tunisie, Tunis, Tunisie.

3. Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles, Tunis, Tunisie.

* Auteur pour la correspondance

Institut national de la recherche agronomique de Tunisie, UEA Lafareg, BP 260, Béja, Tunisie.

Tél. : +216 78 456 687 ; fax : +216 71 231 592

E-mail : othmane.mh@iresa.agrinet.tn

pour déterminer les délais seuils durant lesquels le SCC pourrait être analysé sans risque de déviations importantes. La mesure de référence correspond à celle du lait non réfrigéré, non conservé et analysé dès son arrivée au laboratoire.

■ MATERIEL ET METHODES

Origine des données

L'étude a porté sur un lot homogène de vingt-cinq vaches laitières de race Holstein relevant de la Société des fermes laitières (SFL), située dans la région de Medjez El-bab, Béja, au nord-ouest du pays. Cet élevage a eu pour objectif l'amélioration de la production laitière sur le plan quantitatif et qualitatif. Le niveau de production moyen était de 7 500 l/vache/lactation pour une durée de lactation de 305 jours, soit une production journalière de 25 l. Le troupeau était inscrit au contrôle laitier officiel du type A4. Les vaches étaient traitées trois fois par jour. Les échantillons de lait individuel ont tous été collectés durant la traite du matin à 6 h 00.

Les vaches choisies répondaient aux conditions fixées par les auteurs : homogénéité pour l'âge (2 à 4 ans), stade de lactation (expérience 1 : début de lactation ; expérience 2 : pleine lactation) et état sanitaire de la mamelle. Le choix de l'élevage a aussi tenu compte :

- de la localisation de la ferme par rapport au laboratoire d'analyse, à 50 km de distance, permettant d'étudier l'effet des conditions d'échantillonnage et de transport du lait (température, conservation, distance...);
- de l'effectif bovin laitier présent dans cette exploitation, assurant la constitution d'un lot de vaches homogènes selon les conditions préalablement fixées.

Matériel d'échantillonnage

Le matériel utilisé pour le prélèvement et le conditionnement des échantillons de lait a été le suivant : louches de prélèvement en acier inoxydable, récipients avec couvercles en plastique, glacières avec accumulateurs de froid, flacons de 50 ml en plastique transparent et sans conservateur, flacons contenant les doses indiquées de l'agent conservateur utilisé, et caisses pour le transport des échantillons non réfrigérés.

Protocole expérimental

Les différents paramètres étudiés pour la conservation ont été reportés au tableau I. Un total de 25 échantillons de lait individuel de 2 500 ml ont été divisés en 42 aliquotes de 50 ml qui, à leur tour, ont été divisées en trois groupes selon la nature de

l'agent conservateur utilisé : 14 sans conservateur (SC), 14 avec dichromate de potassium (DP) (0,1 g/100 ml) et 14 avec bronopol (BR) (0,05 g/100 ml). Deux aliquotes de chaque groupe ont été analysées sans stockage, à la température ambiante (TA), 5 h après collecte des échantillons. Les 12 aliquotes restantes ont été stockées à température réfrigérante (TR) (4 °C) et analysées 1, 2, 3, 4, 5 et 6 jours après la première analyse des échantillons âgés de 5 h. Ci-après, « jour d'analyse » fait référence au temps écoulé depuis la première analyse tout en sachant que pour connaître l'âge réel de l'échantillon il faut ajouter cinq heures. Le nombre d'aliquotes analysées par groupe et par âge a été donc de deux, l'une transportée sans conditionnement (TNC) et l'autre transportée dans une glacière avec accumulateur de froid (TC). Celle du premier groupe, âgée de 5 h et transportée sans conditionnement, c'est-à-dire SC, TA, TNC, a été utilisée comme référence. Tous les échantillons ont été analysés après chauffage dans un bain-marie à 40 °C (14, 16).

L'expérience a été faite à deux reprises, l'une en début de lactation sur les 25 vaches (expérience 1) et l'autre deux mois après, en pleine lactation, sur 22 des mêmes vaches (expérience 2). Le nombre total d'observations a été respectivement de 1 050 et 924 pour la première et la deuxième expérience.

Analyse du lait

Les SCC ont été déterminées par la méthode fluoro-opto-électronique à l'aide d'un appareil Fossomatic 5000, étalonné par rapport à la méthode de microscopie directe comme méthode de référence.

Analyse des données

L'analyse des données a été réalisée à deux niveaux. Dans un premier temps, les auteurs ont cherché à mettre en évidence le niveau de signification de chacun des facteurs considérés. Pour cela, les données ont été regroupées selon les différents niveaux des facteurs de variation contrôlés, jugés susceptibles d'affecter le comptage cellulaire du même lait individuel analysé à plusieurs reprises dans le temps, c'est-à-dire, aux différents âges de l'échantillon. Pour des raisons d'hypothèse statistique, les données de SCC ont subi une transformation logarithmique ($\ln SCC$) (1, 16). Le traitement statistique des données a été effectué avec le logiciel SAS, vers. 6.1, à l'aide du modèle linéaire généralisé pour l'analyse de la variance et la comparaison des moyennes aux différents âges des échantillons. Chaque performance a été décomposée grâce à un modèle linéaire où l'effet vache est aléatoire et les autres sont fixés :

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + T_j + C_k + TC_{jk} + e_{ijkl}$$

Tableau I

Schéma descriptif du protocole expérimental à partir d'échantillons de laits individuels (42 aliquotes/vache)

Agent conservateur	Stockage	Age de l'échantillon	Réfrigération	Température d'analyse (°C)
14 aliquotes sans conservateur	2 à TA *	5 h	Oui (1 aliquote/âge)	40
	12 à 4 °C	1, 2, 3, 4, 5, 6 j	Non (1 aliquote/âge)	
14 aliquotes avec dichromate de potassium	2 à TA	5 h	Oui (1 aliquote/âge)	40
	12 à 4 °C	1, 2, 3, 4, 5, 6 j	Non (1 aliquote/âge)	
14 aliquotes avec bronopol	2 à TA	5 h	Oui (1 aliquote/âge)	40
	12 à 4 °C	1, 2, 3, 4, 5, 6 j	Non (1 aliquote/âge)	

* Température ambiante

où Y_{ijkl} est la variable dépendante LnSCC, μ la moyenne, V_i l'effet vache (25 ou 22 niveaux selon l'expérience), T_j l'effet type de transport (deux niveaux : TNC et TC), C_k l'effet agent conservateur (trois niveaux : SC, DP et BR), TC_{jk} l'interaction type de transport x agent conservateur, et e_{ijkl} l'effet aléatoire résiduel.

Dans un second temps, les pertes de précision associées à l'estimation du taux cellulaire aux analyses successives du même lait (à différents âges de stockage) ont été étudiées suivant la démarche décrite dans des études antérieures (9), basée sur la notion de régression linéaire simple. Les résultats issus des analyses aux différents âges (X) ont été alors comparés à celui de référence (Y) par régression linéaire en utilisant le modèle :

$$Y = a + bX + E$$

où a est l'ordonnée à l'origine, b la pente ou coefficient de régression, et E l'erreur aléatoire.

La perte de précision associée à chaque analyse est estimée comme $1-R^2$ et exprimée en pourcentage. Cette analyse statistique a traité les données brutes de cellules somatiques, sans transformation logarithmique, pour une comparaison juste des résultats issus des différentes analyses. En effet, après transformation logarithmique et étant donné l'allure de la courbe de la fonction logarithme, la différence de points entre le résultat de référence et celui du comptage postérieur dépendrait du niveau cellulaire dans le lait. Une différence de 100 cellules/ml par exemple pour un lait de 100.10^3 cellules/ml se traduirait, après une transformation en logarithme népérien, par une différence de 0,005 point alors que la même différence de cellules se traduirait par une valeur cinq fois inférieure, 0,001 point, pour un lait de 500.10^3 cellules/ml.

■ RESULTATS

Comptage cellulaire

Les statistiques élémentaires (moyenne et écart-type) du comptage cellulaire à différents âges des laits individuels prélevés à deux reprises durant la lactation sont rapportées dans le tableau II. Les valeurs moyennes du niveau cellulaire des laits étudiés pour la première et la deuxième analyses (5 h) étaient respectivement

de 11,07 et 11,03, en expression logarithmique népérienne, ce qui revient à une numération de 181 et 132.10^3 cellules/ml. Ces valeurs ont été en deçà du seuil cellulaire de discrimination de l'état d'infection chez la vache laitière (7, 17).

Le taux cellulaire moyen s'est réduit de 27 p. 100 entre le premier et le deuxième prélèvement (tableau II). Ceci pouvait être dû à un effet de concentration (dilution des cellules somatiques dans un lait plus abondant), étant donné la corrélation négative entre la numération cellulaire et la quantité de lait produite déjà rapportée chez les espèces bovine (12, 15), ovine (5) et caprine (18). La figure 1 montre davantage de détails sur l'évolution du taux

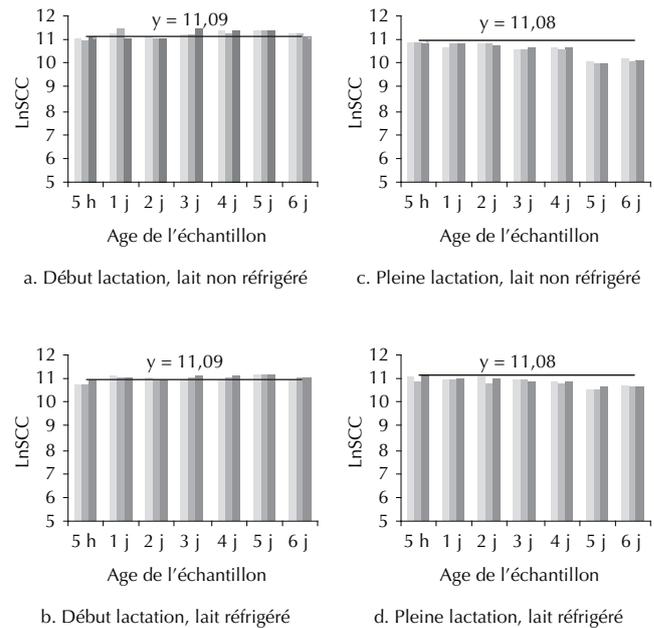


Figure 1 : évolution du logarithme de la numération cellulaire (LnSCC) avec l'âge des échantillons pour les trois groupes de laits non conservés (gauche), avec dichromate (milieu), et bronoprol (droite) ; « y » est la référence.

Tableau II

Moyennes arithmétiques et écarts-types (ET) du taux cellulaire dans des laits individuels à différents âges de stockage avant l'analyse des échantillons

Age (stockage)	Début lactation (expérience 1)				Pleine lactation (expérience 2)			
	n	LnSCC	ET	SCC *	n	LnSCC	ET	SCC
5 h	150	11,07	1,05	181	132	11,03	0,90	132
1 j	150	11,30	1,04	210	132	10,95	0,81	107
2 j	150	11,17	1,08	186	132	10,96	0,76	106
3 j	150	11,29	0,99	154	132	10,84	0,86	102
4 j	150	11,34	1,02	172	132	10,82	0,85	99
5 j	150	11,42	1,19	284	132	10,37	1,04	85
6 j	150	11,27	1,20	263	132	10,47	1,09	107

* Comptage de cellules somatiques : moyenne arithmétique ($\times 10^3$ /ml)

cellulaire avec l'âge des échantillons de lait en fonction du degré de réfrigération et de la nature de l'agent conservateur.

Facteurs de variation

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau III) pour les facteurs de variation jugés susceptibles d'affecter le LnSCC de laits individuels analysés à différents moments indiquent que ces facteurs contrôlés ont expliqué un bon pourcentage de la variation du LnSCC, comme le montre la valeur élevée du coefficient de détermination (R^2) associée à chaque analyse, toujours supérieure à 80 p. 100.

La vache a été le seul facteur qui a contribué significativement à la variation des cellules somatiques pour les différentes analyses. Cependant, à quelques exceptions près, ni le type de transport ni la nature de l'agent conservateur ni leur interaction n'a eu d'effet sur l'évolution du LnSCC avec l'âge de l'échantillon. Lorsque le facteur type de transport montrait des effets significatifs (à 5 et 6 jours après prélèvement dans l'expérience 2), les valeurs moyennes des moindres carrés ont été plus élevées pour les laits à transport conditionné (respectivement $10,59 \pm 0,041$ et $10,65 \pm 0,044$, contre $10,15 \pm 0,041$ et $10,29 \pm 0,044$ pour les laits âgés de 5 et 6 jours). Pour ce qui concernait la nature de l'agent conservateur, chaque fois que l'effet a été significatif ($P < 0,05$), c'étaient les laits conservés avec BR qui avaient les LnSCC les plus élevés. Bien que ce phénomène ait été très rare dans la présente étude, il coïncidait avec les résultats de Gonzalo et coll. (9), et Martinez et coll. (14) sur le lait de brebis.

Les effets des facteurs de variations considérés ont été presque identiques d'une analyse à l'autre à cause peut-être de la faible

variation du logarithme de la numération cellulaire au fil du temps, déjà rapportée ailleurs aussi bien chez les bovins (2) que chez les ovins (14) laitiers.

Corrélation entre les mesures aux différentes analyses

Les relations entre décomptes cellulaires au fil du temps durant les sept jours successifs (tableau IV) ont été étudiées en calculant les corrélations phénotypiques entre les mesures des différentes analyses en début de lactation (au-dessous de la diagonale) et en pleine lactation (au-dessus de la diagonale). Les corrélations ont été toutes élevées, allant de 0,49 à 0,89 pour la première expérience et de 0,64 à 0,86 pour la deuxième ; elles ont été plus élevées entre les mesures obtenues en pleine lactation, ce qui pouvait être lié au faible décompte cellulaire associé à une production laitière plus abondante.

Comme l'on pouvait s'y attendre, les valeurs des coefficients de corrélation les plus proches de la première diagonale ont été généralement les plus élevées. Cela signifiait que les résultats issus de deux analyses successives ont été plus corrélés que ceux relatifs à d'autres analyses plus échelonnées dans le temps.

Précision des estimations

Le tableau V rapporte les pertes de précision résultant de la comparaison des différentes analyses de cellules somatiques à celle du lait âgé de 5 h, non réfrigéré et non conservé, prise comme référence.

Les résultats obtenus ont été différents selon le stade de lactation, le taux cellulaire étant négativement corrélé à la quantité de lait

Tableau III

Effets des facteurs de variation étudiés sur le comptage cellulaire (LnSCC) aux différents âges des échantillons de lait en début et en pleine lactation

Source de variation	ddl	F							
		Début de lactation (expérience 1)							
		5 h	1 j	2 j	3 j	4 j	5 j	6 j	
Individu	24	17,97 ***	23,70 ***	26,79 ***	48,87 ***	45,55 ***	63,09 ***	56,41 ***	
Transport	1	0,28 NS	0,27 NS	2,22 NS	0,53 NS	2,58 NS	1,85 NS	0,02 NS	
Conservation	2	1,56 NS	2,02 NS	0,13 NS	4,70*	0,87 NS	0,02 NS	0,32 NS	
Transport x conservation	2	0,13 NS	1,73 NS	0,03 NS	0,79 NS	1,28 NS	0,21 NS	1,11 NS	
R^2 (%)		78	83	84	91	90	93	92	
		Pleine lactation (expérience 2)							
Individu	21	39,19 ***	35,63 ***	40,48 ***	26,10 ***	81,78 ***	54,38 ***	51,43 ***	
Transport	1	0 NS	0,21 NS	0,27 NS	2,52 NS	1,09 NS	57,87 ***	33,72 ***	
Conservation	2	2,07 NS	2,11 NS	3,52 *	0,08 NS	2,77 NS	0,06 NS	0,48 NS	
Transport x conservation	2	5,24 **	0,39 NS	2,41 NS	0,12 NS	0,2 NS	0,23 NS	0,27 NS	
R^2 (%)		89	88	89	84	94	92	91	

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

Table IV

Coefficients de corrélation entre cellules somatiques à différents âges des échantillons de laits individuels prélevés en début (au-dessous de la diagonale) et en pleine lactation (au-dessus de la diagonale) de vaches Holstein

Variable (i/j) *	1	2	3	4	5	6	7
1 LnSCC (5 h)		0,83	0,81	0,77	0,81	0,80	0,74
2 LnSCC (1 j)	0,67		0,83	0,77	0,82	0,78	0,80
3 LnSCC (2 j)	0,64	0,61		0,82	0,84	0,77	0,76
4 LnSCC (3 j)	0,49	0,38	0,59		0,84	0,69	0,64
5 LnSCC (4 j)	0,52	0,38	0,61	0,86		0,78	0,76
6 LnSCC (5 j)	0,55	0,49	0,66	0,86	0,89		0,86
7 LnSCC (6 j)	0,58	0,51	0,67	0,79	0,81	0,89	

* i/j = variable i et variable j

Table V

Pertes de précision ($1-R^2$) et coefficients de régression (b) pour les différentes analyses par rapport à celle de référence (fond gris foncé : sans réfrigération, sans conservateur, sans stockage)

Critère	Age	Début de lactation						Pleine lactation					
		Non réfrigéré			Réfrigéré			Non réfrigéré			Réfrigéré		
		SC	DP	BR	SC	DP	BR	SC	DP	BR	SC	DP	BR
$1-R^2$	5 h	0	0	24	6	8,3	6,1	0	0,5	0,4	4	3,4	1,3
	J1	3,84	43,1	6,7	18,7	19,3	47	3,8	4,7	4,1	1,6	2	2,3
	J2	15	11,2	21,2	9,3	9,8	16,1	3,7	5,3	4,5	5,6	2	4,6
	J3	18	20,1	14,3	17	15,1	25,3	3,8	4,1	4,1	5,4	4,3	4,6
	J4	18,4	19,8	54,3	19,3	19	23,1	4,1	3,5	3,6	3,6	2,8	5,1
	J5	77,4	66,8	78,4	11,8	26,7	79,7	3,8	3,5	3,6	4,7	3,9	3,9
	J6	50,6	85,8	79,2	19,7	93,3	71,1	5,1	5,6	6,1	5,2	4,2	5,7
b	5 h	1	0,948	0,876	0,584	0,598	1,024	1	1,011	0,860	0,505	0,575	0,849
	J1	0,564	0,941	0,616	0,914	0,979	0,531	1,013	0,995	1,003	0,974	1,026	0,862
	J2	0,945	0,879	1,412	0,543	0,670	1,032	1,008	0,902	0,972	0,994	1,009	0,932
	J3	1,505	1,564	1,018	1,433	1,389	1,450	1,001	0,797	1,006	0,997	0,999	0,993
	J4	1,445	1,430	0,494	1,438	1,378	1,350	1,002	0,965	1,015	0,994	1,005	0,983
	J5	0,399	0,443	0,252	0,770	0,408	0,221	1,005	1,005	1,003	1,002	1,002	1,014
	J6	0,239	0,238	0,272	1,454	0,201	0,585	0,669	0,709	0,783	0,770	0,675	0,839

SC : sans conservateur ; DP : dichromate de potassium ; BR : bronopol

produite et très variable dans le temps (1, 6, 15, 19). Une bonne précision des estimations a été souvent observée (> 95 p. 100) pour les laits prélevés en pleine lactation où le taux cellulaire est moins élevé (moyenne de 132.10^3 cellules/ml), et ce, pour les sept temps d'analyse et indépendamment de la réfrigération et de la conservation du lait. Il n'en a pas été de même pour les laits prélevés en début de lactation avec des taux cellulaires plus élevés (181.10^3 cellules/ml). En effet, si à quelques exceptions près, les pertes de précision ont été acceptables (de l'ordre de 10 p. 100) durant les premières 48 heures, elles sont devenues plus

importantes au troisième jour et excessivement élevées pour les trois jours suivants.

En général, il n'a pas été observé de tendance claire d'amélioration de la précision associée à la réfrigération des laits durant leur transport de la ferme au laboratoire d'analyse. De même, la nature de l'agent conservateur n'a pas eu d'effet sur la précision des estimations, aussi bien en début qu'en pleine lactation, même si une tendance à de meilleurs résultats a été parfois observée avec le dichromate de potassium par rapport au bronopol, surtout pour les laits réfrigérés durant le transport.

■ DISCUSSION

La relation entre les cellules somatiques et la qualité physico-chimique du lait est un fait bien connu, compte tenu de la variabilité de son aptitude à la transformation induite par les modifications du taux cellulaire à la production, avec le stade de lactation ou en fonction d'autres facteurs infectieux ou non. Cependant, bien d'autres facteurs fins liés aux circonstances spécifiques à chaque contrôle laitier peuvent affecter le niveau cellulaire entre la production et l'analyse du lait. L'un des objectifs de ce travail a été de déterminer les délais seuils après prélèvement pendant lesquels le lait pourrait être analysé sans que sa qualité cellulaire ne soit trop altérée.

Le faible niveau de cellules somatiques dans le lait est probablement dû à l'effort fourni au sein de l'élevage (antibiothérapie de tarissement, trempage des trayons, vulgarisation, etc.) ces dernières années pour l'amélioration des conditions de production. L'information disponible ne permet pas de vérifier si l'amélioration de la qualité a été régulière pendant ces dernières années : l'amélioration sensible expérimentée a été plus marquée à partir des années 1990, date de l'inclusion de l'analyse en routine de la numération cellulaire dans le contrôle laitier officiel. Quoi qu'il en soit, le comptage de cellules somatiques du lait produit par le troupeau étudié serait en moyenne inférieur à celui du lait collecté dans la zone.

Le dispositif expérimental appliqué dans cette étude a permis de constater que parmi les facteurs de variation envisagés, seul le facteur individu a eu un effet très significatif sur le LnSCC dans les laits individuels. L'absence d'effet de l'agent conservateur ou des conditions de transport était peu surprenante du fait qu'il s'agissait, d'une part, de mesures répétées des mêmes échantillons de lait et, d'autre part, de mesures transformées en logarithme pour des hypothèses statistiques. En d'autres termes, ni la réfrigération ni la conservation du lait ne semblaient maintenir mieux sa qualité cellulaire initiale par rapport à celui non réfrigéré non conservé.

A priori et à en juger par les résultats de cette étude, les pertes de précision associées au temps écoulé depuis le prélèvement des échantillons par rapport à la valeur initiale des cellules somatiques ont été en relation évidente avec le niveau cellulaire dans le lait. Une autre indication sur cette relation était la différence entre coefficients de corrélation entre mesures associées à chaque expérience, plus élevées en pleine lactation. Autrement dit, les délais dans lesquels le décompte de cellules somatiques peut être mesuré après prélèvement du lait dépendraient du stade de lactation et de l'état de santé des mamelles dans l'élevage laitier concerné. La période de stockage seuil de 48 h observée durant la première expérience, où le taux cellulaire était plus élevé, rejoint les résultats de Gonzalo et coll. (8) sur le lait de brebis avec un taux cellulaire de l'ordre de 500.10^3 cellules/ml. Ces derniers ont fixé des délais seuils respectivement de 12 h et 2 jours pour des aliquotes non réfrigérées ni conservées et des aliquotes stockées à 4 °C sans conservation. Pour des raisons pratiques, et même si toute la période de stockage étudiée reste valable en pleine production de la vache, il est recommandé de veiller à effectuer les analyses cellulaires dans les deux jours suivant le prélèvement des échantillons, et ce, indépendamment du stade de lactation.

Ces considérations permettent de penser que les résultats de cette étude ne seraient valables que pour les élevages laitiers à taux cellulaire aussi faible. En outre, les données publiées de façon éparsée sur la question laissent comprendre que le problème de la mammite est difficile à cerner ; il s'agit d'une maladie causée par plusieurs facteurs (4, 11). Les microorganismes sont responsables de l'infection, mais pour que ceux-ci entrent dans les glandes

mammaires et qu'ils s'établissent au point de provoquer une infection, de nombreux facteurs peuvent intervenir. Ces facteurs (hygiène, stabulation, climat, trayeuses, alimentation, génétique, etc.) agissent tous en même temps. Il est de plus difficile de généraliser quant à l'importance relative de chacun de ces facteurs, certains facteurs étant spécifiques à certains microorganismes. Klastrup et coll. (13) estiment que 25 p. 100 de la susceptibilité aux infections sont attribuables aux facteurs environnementaux, 20 p. 100 aux facteurs génétiques et 50 p. 100 à la conduite du troupeau. Ce qui prouve que l'interprétation de tels résultats dépendrait des modes de conduite au sein de chaque troupeau ou population.

■ CONCLUSION

Pour un même lait, des échantillons analysés à différents âges durant sept jours successifs, la réfrigération durant le transport et la nature de l'agent conservateur n'ont pas eu d'effets significatifs sur le LnSCC. La cohérence entre les différentes analyses était liée au stade de lactation, c'est-à-dire au niveau cellulaire dans le lait. Quand les SCC étaient faibles, de l'ordre de 132.10^3 cellules/ml, les pertes de précision associées aux analyses aux différents âges des échantillons par rapport à celles âgées de 5 h étaient faibles et donc statistiquement acceptables. Pour la première expérience, où le niveau cellulaire dans le lait était plus élevé (181.10^3 cellules/ml), les cellules somatiques mesurées après 48 h ont subi des déviations importantes par rapport à celle de référence. Pour des raisons pratiques et dans les conditions actuelles du troupeau sujet de l'étude, l'analyse des laits individuels pour les cellules somatiques au sein du contrôle laitier officiel devrait donc être effectuée au plus tard deux jours après le prélèvement des échantillons.

Remerciements

Cette étude a été financée par le ministère de la Recherche scientifique et de la Technologie (Tunis, Tunisie). Nous tenons aussi à remercier l'équipe de la SFL pour sa collaboration qui a permis de réaliser la traite et le prélèvement des échantillons selon les conditions exigées.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALI A.K., SHOOK G.E., 1980. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J. Dairy Sci.*, **63**: 487-490.
2. BARKEMA H.W., VAN DER SCHANS J., SCHUKKEN Y.H., DE GEE A.L.W., LAM T.J.G.M., BENEDICTUS G., 1997. Effect of freezing on somatic cell count of quarter milk samples as determined by a Fossomatic electronic cell counter. *J. Dairy Sci.*, **80**: 422-426.
3. CARAVIELLO D.Z., WEIGEL K.A., SHOOK G.E., RUEGG P.L., 2005. Assessment of the impact of somatic cell count on functional longevity in Holstein and Jersey cattle using survival analysis methodology. *J. Dairy Sci.*, **88**: 804-811.
4. DUVAL J., 1995. Soigner la mammite sans antibiotiques. Ste-Anne-de-Bellevue, Canada, Ecological Agriculture Projects, p. 370-411.
5. EL-SAIED U.M., CARRIEDO J.A., DE LA FUENTE L.F., SAN PRIMITIVO F., 1999. Genetic parameters of lactation cell counts and milk and protein yields in dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, **82**: 639-644.
6. GAMBO H., AGNEM ETCHIKI C., 2001. Dépistage de mammites subcliniques chez des vaches Goudali en lactation au Nord Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 5-10.
7. GONZALO C., GONZALEZ M.C., ARIZNABARRETA.A., SAN PRIMITIVO F., 1998. Umbral celular de discriminación de la infección mamaria ovina. *Ovis*, **56**: 41-46.
8. GONZALO C., MARTINEZ J.R., CARRIEDO J.A., SAN PRIMITIVO F., 2003. Fossomatic cell counting on ewe milk: comparison with direct microscopy and study of variation factors. *J. Dairy Sci.*, **86**: 138-145.

9. GONZALO C., OTHMANE M.H., FUERTES J.A., DE LA FUENTE L.F., SAN PRIMITIVO F., 2003. Losses of precision associated with simplified designs of milk recording for dairy ewes. *J. Dairy Res.*, **70**: 441-444.
10. GOTTSCHALK M., 2000. Nouveaux outils de laboratoire pour le diagnostic de la mammite. In : 2^e rencontre de la voie lactée, conf. de Lennoxville sur la production laitière « la science au service de l'industrie », Sherbrooke, Québec, jan. 2000.
11. KENNEDY B.W., SETHAR M., TONGA A., MOXLEY J., 1982. Environmental factors influencing test day somatic cell counts in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **65**: 275-280.
12. KIRK J.H., 1984. Programmable calculator program for linear somatic cell counts scores to estimate mastitis field losses. *J. Dairy Sci.*, **67**: 441-444.
13. KLASTRUP O., BAKKEN G., BRAMLEY J., BUSHNELL R., 1987. Environmental influences on bovine mastitis. *Bull. int. dairy Fed.* (217), 37 p.
14. MARTINEZ J.R., GONZALO C., CARRIEDO J.A., SAN PRIMITIVO F., 2003. Effect of freezing on Fossomatic cell counting in ewe milk. *J. Dairy Sci.*, **86**: 2583-2587.
15. NG-KWAI-HANG K.F., HAYES J.F., MOXLEY J.E., MONARDES H.G., 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Sci.*, **67**: 361-366.
16. OTHMANE M.H., CARRIEDO J.A., SAN PRIMITIVO F., DE LA FUENTE L.F., 2002. Genetic parameters for lactation traits of milking ewes: protein content and composition, fat, somatic cells and individual laboratory cheese yield. *Genet. Sel. Evol.*, **34**: 581-596.
17. SCHULTZ L.H., 1977. Somatic cells in milk: physiological aspects and relationships to amount and composition of milk. *J. Food Prot.*, **40**: 125-131.
18. UPADHYAYA T.N., RAO A.T., 1993. Diagnosis and threshold values of subclinical mastitis in goats. *Small Ruminant Res.*, **12**: 201-210.
19. VICARIO D., DEGANO L., CARNIER P., 2005. Test-day model for national genetic evaluation of somatic cell count in Italian Simmental population. *Interbull*, **33**: 171-180.

Reçu le 04.04.2007, accepté le 08.02.2008

Summary

Othmane M.H., Trabelsi L., Ben Hammouda M., Bergaoui R.
Effect of Preservation and Transport Conditions on SCC in Cow Milk and Losses of Precision Associated with Time Left Before Analysis

The effect of preservation agents (without preservation, potassium dichromate, and bronopol) on the somatic cell count (SCC) of individual cow milk samples was studied at two different times during lactation. Using the fossomatic method, 1050 (experiment 1) and 924 (experiment 2) SCC measurements were carried out on milk samples from 25 and 22 cows of the same lot, respectively. In addition, each individual milk sample was divided into several aliquots and analyzed at different times postcollection (5h, and 1, 2, 3, 4, 5 and 6 days) to evaluate the loss of precision associated to each milk age, depending on whether aliquots were preserved, refrigerated, or not refrigerated. Preservation and refrigeration during milk transport had no significant effects on SCCs in both experiments, which differed in milk SCC levels. Accuracy associated to milk age depended on the lactation stage; errors were much lower when milk was more abundant and the SCC level was thus lower. For practical reasons, milk analysis for SCC should be carried out at the latest 48h postcollection.

Keywords: Cattle – Cow milk – Cell count – Refrigeration – Preservation – Tunisia.

Resumen

Othmane M.H., Trabelsi L., Ben Hammouda M., Bergaoui R.
Efecto de las condiciones de transporte y de la conservación sobre el conteo celular y las pérdidas de precisión asociadas con las edades de las muestras de leche de vaca

Se estudio el efecto del agente conservador (sin conservación, dicromato de potasio o bronopol) y de las condiciones de transporte (temperatura ambiente y refrigeración) sobre las tasas celulares (SCC) de las leches individuales de vacas, en dos ocasiones durante la lactación. Se efectuaron 1050 (experimento 1) y 924 (experimento 2) medidas de SCC gracias a una máquina Fossomatic, a partir de leches individuales, respectivamente de 25 y de 22 vacas de un mismo lote. Además, cada leche individual se dividió en varios alícuotas y se analizó en diferentes momentos después de la toma de la muestra (5h y 1, 2, 3, 4, 5 y 6 días post muestreo) para estimar las pérdidas de precisión asociadas con el tiempo de análisis, según si los alícuotas son conservados, refrigerados o no. Ni el agente conservador ni las condiciones de transporte tuvieron efectos significativos sobre la tasa celular en ninguna de las dos experiencias, que difirieron por el nivel celular en la leche. La precisión de las medidas, asociada a cada edad, dependía del estadio de lactación, los errores fueron mucho más bajos cuando la cantidad de la leche era más abundante y la SCC era así menos elevada. Por razones prácticas, el análisis de la leche para la SCC, debería ser efectuado a más tardar 48 h después de tomada la muestra.

Palabras clave: Ganado bovino – Leche de vaca – Conteo de células – Refrigeración – Preservación – Túnez.

Assessment of Technical and Socioeconomical Feeding Practices in Semiarid and Arid Areas in North India (Haryana), and Implications for Dairy Rural Development

V. Alary^{1*} D. Teynier¹ S. Messad¹
P. Lecomte¹ B. Barbier²

Keywords

Dairy cattle – Farming system – Animal feeding – Milk – Productivity – Work organization – Role of women – India.

Summary

To satisfy Indian consumers' rising demand for milk products, Indian breeders will have to boost their production rapidly, especially through improved feeding practices. Many experts point out that currently used crop by-products will not be sufficient to meet increasing feed requirements from cow and buffalo herds and that it will be necessary to turn to grains such as wheat and maize. But other experts think that grain will not be enough and that the increasing animal consumption of grain will affect human consumption, unless India decides on massive grain imports, putting pressure on the world grain market. The present survey carried out in two districts of Haryana showed that grain was not an essential feed for cattle and buffaloes, and that improving cotton and mustard by-products, and green fodder had great potential. A second finding was that wealthier farmers tended to underuse the genetic potential of milk cows and buffaloes. Moreover, biotechnical management of the herd, in particular the feeding system, was closely related to the socioeconomic management of the family farming system; family strategies aimed at ensuring sufficient milk production for the family in larger farms and to provide a regular income in smaller ones. This paper also stressed out the need to design, implement, and monitor development programs that integrate sociocultural and, especially, gender issues, to facilitate technological innovation with respect to forage storage.

■ INTRODUCTION

Since the end of the 1990s, India has become the world first producer of milk, before the United State, with a production close to 74 million tons in 1998 [92 million in 2004 (13)]. Over the period 1973-1995, the average daily availability of milk per inhabitant increased from 112 g (1973-74) to 194 (1994-95)**. This performance is partially the result of Operation Floods,

launched by the National Dairy Development Board (NDDB) in the 1970s. NDDB has been created and managed by Dr Kurien since 1970-71, after the success of the Kheda District Cooperative Milk Producers' Union in Gujarat State where farmers decided to sell milk themselves and bypassed middlemen. Today NDDB counts more than 9.7 millions of producers and 75,000 societies at the village level. NDDB is in charge of collecting and transforming milk, and ensures different services to the farmers (veterinary and social services, feed supply or advice, etc.). This is the achievement of numerous technical and organizational efforts to tap a scattered supply system and make the product accessible to the urban population. These achievements have been obtained on farms that register very low animal performance.

1. Cirad, UPR Systèmes d'élevage et produits animaux, Montpellier, F-34398 France.

2. Cirad, UMR Gestion de l'eau, acteurs et usages, Montpellier, F-34398 France.

* Corresponding Author

Cirad, UPR Systèmes d'élevage et produits animaux, TA 30/A, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, F-34398 France.

** Ministry of Agriculture, Department of Animal Husbandry and Dairying, New Delhi

India, along with China and Latin America, has today the fastest milk production expansion (12) with a growth rate expected to reach around 3% in 2007 (13). This expansion is mainly boosted by the rapid domestic demand (boosted by the income growth) and demographic growth.

In the Indian context, dairy production helped improve millions of small farmers' diet, generated income, created savings and provided security for the poorer section of the rural population. In spite of this spectacular increase, the milk supply hardly ensures one fourth of the minimum protein recommendation per inhabitant (according to FAO) and increase in milk production constitutes a major challenge in a country with a fast growing population, which is mainly vegetarian. According to India's National Sample Survey Organization in 1994, the population with a low purchasing power, i.e. less than 458 rupees (Rs)/month/inhabitant (17), grows by 2.1% per year.

But, for the last two decades, the main increase in milk production is due to the livestock population increase. Around 300 million buffaloes and cows produce each around 2-3 L/day, against 20 in developed countries, and milk productivity *per se* has not shown a spectacular increase. Many factors explain this low productivity: feeding, health, management, the agroclimatic environment, socioeconomic factors like labor, and sale opportunity. Feed shortage is considered to be the main challenge for the future decades in developing countries (7). Since the 1990s, NDDB has reinforced feeding systems by making access to concentrates easier through village societies, by developing new techniques of feed conservation and by training communities.

In this study the authors focused on the trans-Gangetic zone, the major grain production area of India, which covers the states of Haryana, Punjab, Delhi and some districts of Rajasthan and Uttar Pradesh (16). In this area, milk production represented already 20% of the national production and was increasing in 2000. The region and Bombay hinterland are the only areas to have a positive availability of forage per animal thanks to rice and wheat crop residues. The objective was to understand feeding practices and identify the main factors that explain low productivity by examining both biotechnical and socioeconomic management strategies. What is the balance between producing milk for home consumption and for sale? Is there a link between the feeding system and milk use? What is the importance of non-market functions?

■ MATERIALS AND METHODS

A sampling procedure and questionnaire was designed to characterize determinants of feeding practices in two villages from a database of 90 farmers surveyed in 13 villages of two districts in Haryana in 1998-99. The selection of the state and different districts was based on agroclimatic considerations (4), combining pedoclimatic features (soil, climate, relief) with production systems and diversification.

The trans-Gangetic zone is one of the large agroclimatic zones with a cultivated area of 14.8 million hectares. In the 1990s, Punjab and Haryana provided 70% of the buffer stock of wheat and rice in the country and 16.6% of milk production (16). The state of Haryana is subdivided into three large zones: an arid zone, a semiarid zone and a subhumid zone that represent the main agroclimatic conditions of North India. In the large arid and semiarid zones, two main production systems dominate: 1) the "wheat and rice" system which is characteristic of semiarid areas and covers a large part of the alluvial zones in the north of India; and 2) the more diversified system comprising traditional food crops (millet, sorghum) and cash crops (cotton, rapeseed, mustard), which is characteristic of the arid zones of the rest of India. These two zones are also distinguished by their irrigation systems (presence of canal or not).

The two agroclimatic zones selected in Haryana (arid zone and semiarid zone) are subdivided into districts which are the administrative regions of the state (basic planning unit at the state level). In the semiarid zone represented by the district of Karnal, the wheat and rice system is intensive, characterized by high levels of fertilizers and irrigation from individual wells. Population density is about 355 inhab./km² and more than 87% of the land is cultivated. In the arid zone represented by the district of Hisar, the population density is 236 inhab./km² and the system is more diversified with wheat and some cash crops such as cotton, rapeseed and mustard. Irrigation is provided by canals, not wells.

Three surveys were conducted in two districts of Haryana State, Karnal and Hisar, in 1998, 1999 and 2000, respectively (1, 2, 7, 20). Ninety farms were surveyed in 13 villages in 1998. This survey identified five mixed farming systems in these two districts according to land size, main cropping and livestock systems, and the level of intensification. From this classification, a sample of 40 farmers was selected to focus on their feeding systems (2). The survey conducted in 1999 showed the importance of feeding systems as the main factor of the strategies of milk valuation (sale or self consumption). The survey conducted in 2000 included 30 farmers in two villages chosen in each district (Faridpur in Karnal District and Ludhas in Hisar District) to study milk production and feeding of 274 cows, and to understand the technical and socioeconomic parameters of dairy systems. This last survey constituted the main material for analyzing the biotechnical and socioeconomic determinants of the different feeding systems.

This survey was based on a questionnaire divided into three parts: 1) characteristics of the family and head of the family (including information on the involvement of family workers or paid workers in livestock management); 2) management of agricultural and off-farm activities at the household level; and 3) livestock management and performances. This third part included the reconstitution of monthly milk production and the composition of feed ration intake from May 1999 to June 2000. The data on milk yield and feed ration were collected per animal and based on the declarations of the farmers, validated with periodic measurements on milk production and feed intake performed randomly. Moreover with farmers' authorization, the authors were able to collect data on individual sales from the dairy society or private middlemen.

The monthly data on milk production and feeding systems collected over one year (May 1999 to June 2000) allowed a comparative analysis of the different feeding practices and milk performances between the different types of animals (local cow, crossbred and she-buffalo) and agroclimatic zones (semiarid and arid zones).

A multiple factorial analysis was used to describe simultaneously the cropping systems, the household structure and objective, and the main strategies concerning dairy activities at the farm level. It helped to analyze causal relationships or dependent effects between groups of variables that reflected one subsystem (socioeconomic or biotechnical) of the whole farm system (9, 11, 14). The analysis helped to interpret the main determinants of the feeding systems at the farm and household levels, and addressed the types of interrelations between the biotechnical and socioeconomic parameters, and the feeding systems.

■ RESULTS

Biotechnical management of the herd

Individual curve of lactation

From the individual curves of lactation per animal, an average curve of lactation per category of animal and per zone was

estimated by a mathematical regression based on the principle of the minimization of the weight of the extreme points from the main scatter of points (5, 6). Three groups of curves were produced. The first group allowed comparison of daily milk production throughout lactation for each category of animals, namely B for she-buffalo, C for local cow and XB for crossed cow (Figure 1). The second group helped to compare daily milk production for the two zones, Karnal in the semi-arid area and Hisar in the arid area (Figure 2). Finally, the third group compared simultaneously the curves of lactation by type of animal and by zone (Figure 3).

Most of the results confirmed common knowledge. Milk productivity in the state of Haryana exceeded the average productivity at the national level because buffaloes and crossbreds, well represented in this state, were more productive than local cows, and because the feeding was more abundant and of better quality. However, the comparative study between the different types of animals and agroclimatic zones in Haryana underlined differences in productivity.

Firstly, differences were observed in the lactation curves according to the types of animals (Figure 1). Crossbred cows produced more milk with a peak of lactation around 10 kg/day after four months, whereas milk production of she-buffaloes reached 9 kg/day and local cows 8 kg/day, both two or four months after calving. She-buffaloes reached their peak of lactation earlier than local cows

and crossbred cows, but their milk productivity decreased faster than that of local cows or crossbreds. On average, annual milk productivity was around 2340 L for crossbreds, 2030 L for she-buffaloes, and 1899 for local cows.

Secondly and surprisingly, farmers from the arid zone registered higher milk performances (2462 L/animal/year on average) than farmers from the semi-arid zone (2047 L/animal/year), which comprised a third of crossbreds. This result was mainly explained by the better milk performance of she-buffaloes in the arid zone (Hisar) compared to the semi-arid zone (Karnal). Moreover, from the two curves of lactation per zone, the peak of lactation was not reached before the fourth month in Karnal, compared to the second month in Hisar.

How could one explain the difference in milk performance for she-buffaloes between the semi-arid and the arid zones, when agroclimatic conditions in the semi-arid zone were supposed to be as much advantageous to the cropping system as to livestock management?

Characterization of the feeding systems

The feeding systems in both zones were relatively complex because of the use of many products and by-products from the cropping system, the household system and the market. To simplify, the sources of feed were classified into six categories: dry feed, green feed, concentrates, grain, oil cake, and residues and scraps

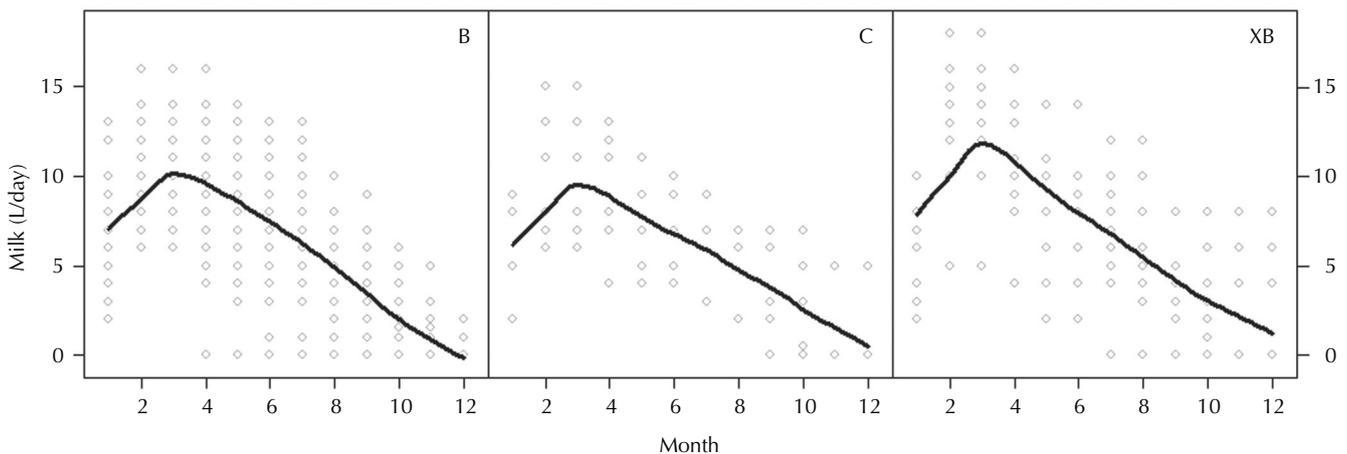


Figure 1: Comparison of curves of lactation between the different types of animals (C: local cow; B: she-buffalo; XB: crossbred).

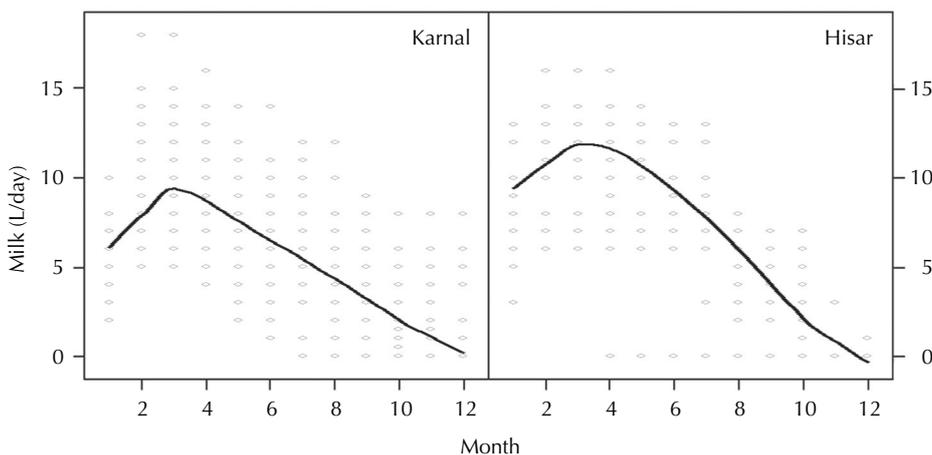


Figure 2: Comparison of curves of lactation between zones (Karnal in semi-arid area and Hisar in arid area).

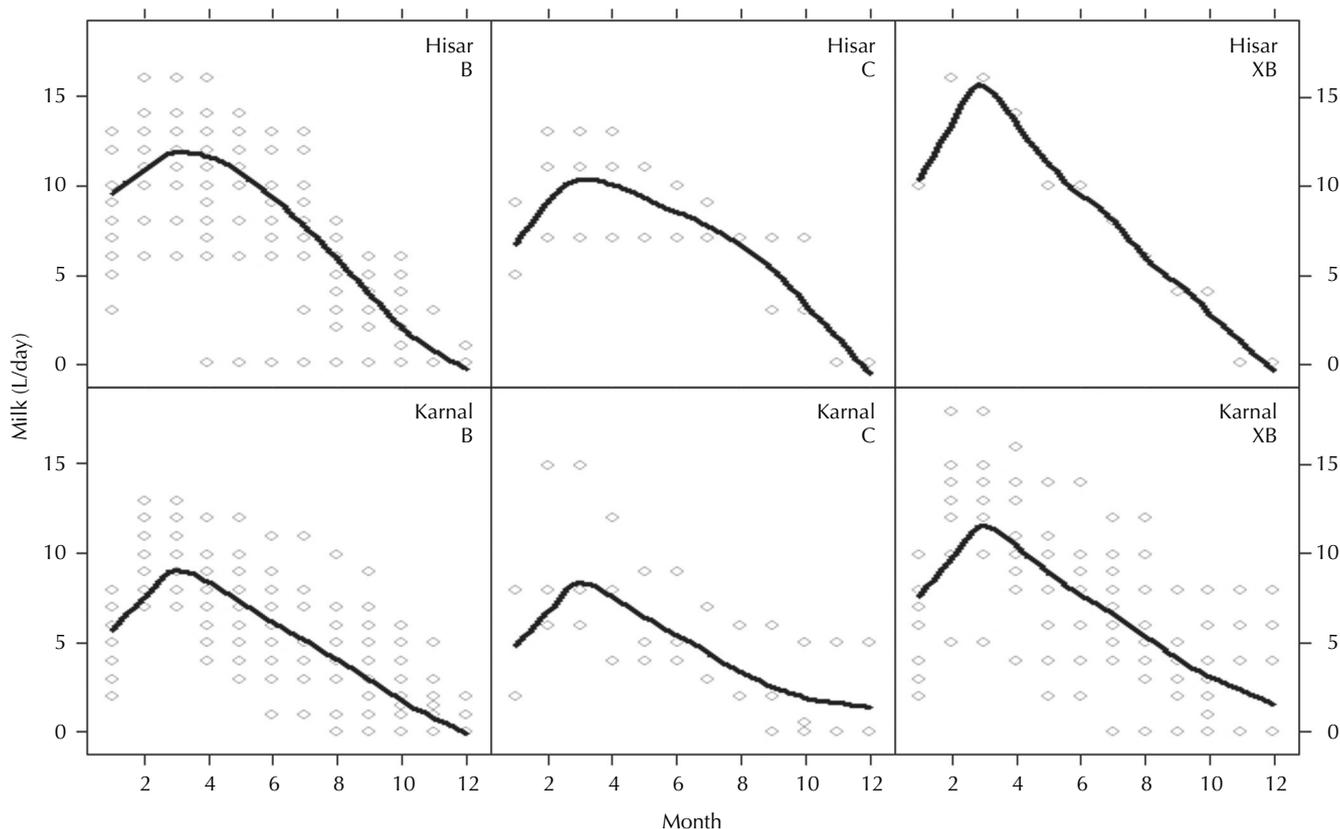


Figure 3: Comparison of curves of lactation between animal types and agroclimatic areas.

(including milk, ghee, crop residues, peel of fruits and vegetables). In both zones, dry feed, mainly crop by-products such as straw and hay, represented 60% of the dry matter intake; green feed represented around 20%, while wheat grain, cotton and mustard seeds, and purchased concentrates represented less than 20% (with less than 3% for grain). Residues and scraps accounted for only 0.1% of the feed intake in both zones. Hypotheses proposing that the feeding system in India was mainly based on the residue of human consumption were not supported. Furthermore, grain, a very controversial issue, represented less than 3% of the ration, with an average of 2.4% (Table I).

The authors identified possible deficit in dry matter (DM), metabolic energy (ME), total digestible nutrient (TDN) and digestible crude protein (DCP) from the reconstitution of the nutritive value of the rations for each category of animals and each zone (Figures 4, 5, 6).

Table I

Sources of dry matter in the feed intake for the semiarid and arid zones (sample: 274 milk cows; 2000)

	Semiarid zone (Karnal) (%)	Arid zone (Hisar) (%)
Dry fodder	73.43	67.04
Green fodder	20.32	24.26
Concentrate	1.4	0.17
Oil	2.72	5.65
Grain	1.89	2.85
Residue and scraps	0.24	0.03

They compared the feed intake with recommendations established by the Indian research for the different types of animals (3, 15, 18). Feed recommendations were established for a certain level of milk productivity with a minimum fat percentage of 4%. The maximum values of recommendations were based on the level of the peak of lactation: 9, 8 and 10 L/day for she-buffaloes, local cows and crossbreds, respectively. The minimum values of recommendations were based on the average milk productivity observed in the survey: 6, 5 and 7 L/day for she-buffaloes, local cows and crossbreds, respectively. Recommended values only concerned the lactation period and excluded the periods of drying up and gestation.

The results showed that feeding management was more adequate in the arid zone than in the semiarid zone. In the arid zone, breeders rightly focused on the first two months of lactation that determine partially the performance for all the lactation.

With regard to she-buffaloes, the dry matter content of the feed ration was very high in the arid zone during the first two months and was quite stable from the fourth month to the end of the lactation. If the TDN content covered minimum requirements during all the lactation period, DCP and EM contents were below the minimum level during the major part of the lactation. In the semiarid zone, the nutrient content of the ration was very low and stayed below minimum requirements in terms of energy or protein. In summary, requirements in DCP were not ensured in any of the zones although the breeders of the arid zone registered a lower deficit thanks to the complementation with mustard seed, cotton cake and cotton seeds. The TDN deficit in the semiarid zone could be explained by the lower content of grain in the ration. According to the database, the breeders in the arid zone gave twice as much grain and oil, such as *bajra* (sort of millet) and mustard oil, both rich in TDN, than those in the semiarid zone.

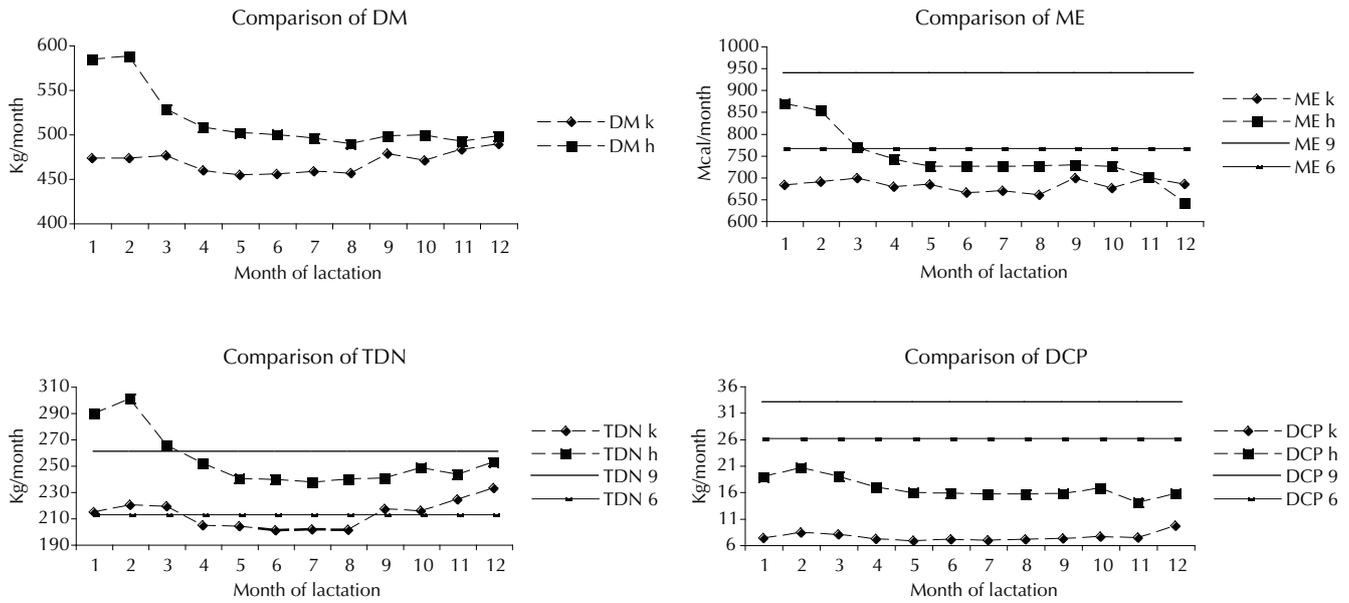


Figure 4: Comparison of nutrient intake for buffalo between Karnal (k) and Hisar (h) (sample: 57 buffaloes). DM: dry matter; ME: metabolic energy; TDN: total digestible nutrient; DCP: digestible crude protein.

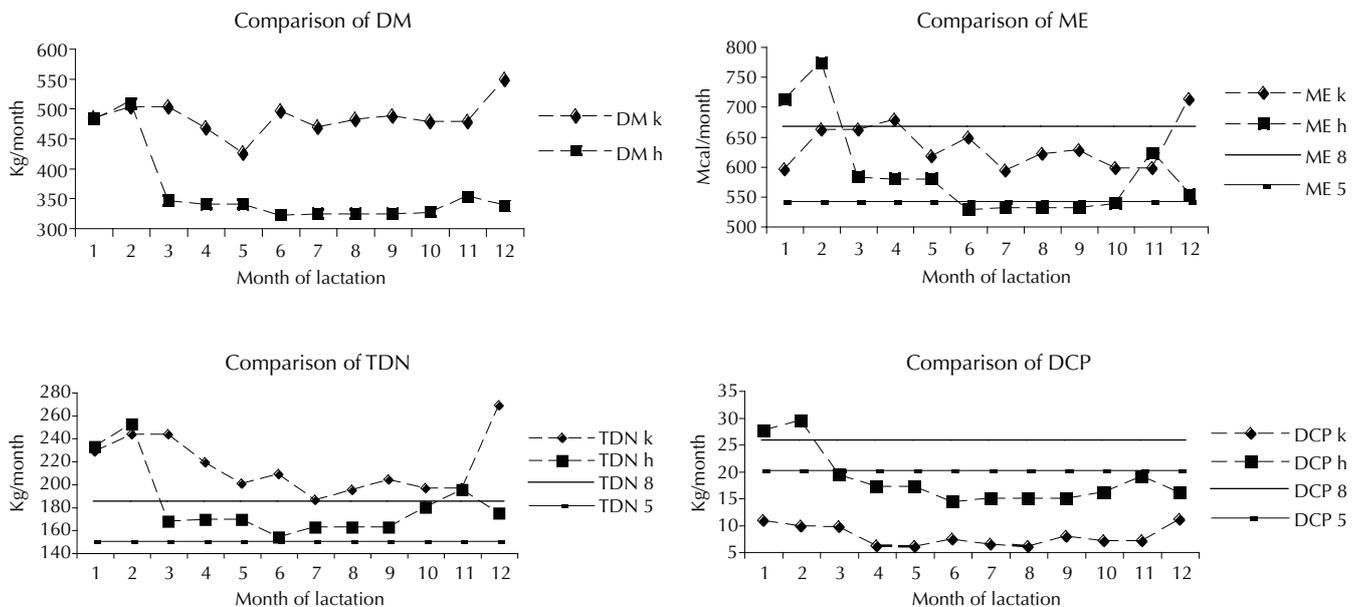


Figure 5: Comparison of nutrient intake for local cow between Karnal (k) and Hisar (h) (sample: 6 local cows). DM: dry matter; ME: metabolic energy; TDN: total digestible nutrient; DCP: digestible crude protein.

The main difference between the zones was related to the major cropping systems. In the arid zone, berseem productivity during the dry season (winter) was very low and the breeders usually supplemented the ration with cotton and mustard seeds, and oil cakes. Cotton seeds as well as mustard seeds (sown generally in association with wheat) were produced on the farms, and were given to animals in association with oil cakes. This feed ration was more nutritious than classical rations in the semi-arid zone based on by-products and concentrates. In the semi-arid zone, although some mustard was also cultivated with wheat, it was reserved entirely for human consumption. Furthermore, supplementation in Karnal was mainly made with concentrates that were less nutritious than oil cakes.

But the results differed for local cows. In the semi-arid zone, minimum requirements in ME and TDN were covered, as well as those in

TDN for a high production. However, none of the farmers covered recommended needs for DCP. It seemed that the feeding system was similar for all types of animals, without taking into account the specific needs of each type. But, if the basic ration was similar for all the animals, the supplementation varied from type to type.

The rations of crossbred cows could not be compared between the two agroclimatic zones because of the quasi-absence of crossbreds in the arid zone. Nevertheless, in the semi-arid zone an important deficit in protein was observed. But, contrary to the other types of animals, ME and TDN needs were covered. This showed that, in the semi-arid zone, farmers paid more attention to crossbreds due to their high potential.

Important variations of the feed ration were also noted depending on the seasons. During the hot and dry period (May to June),

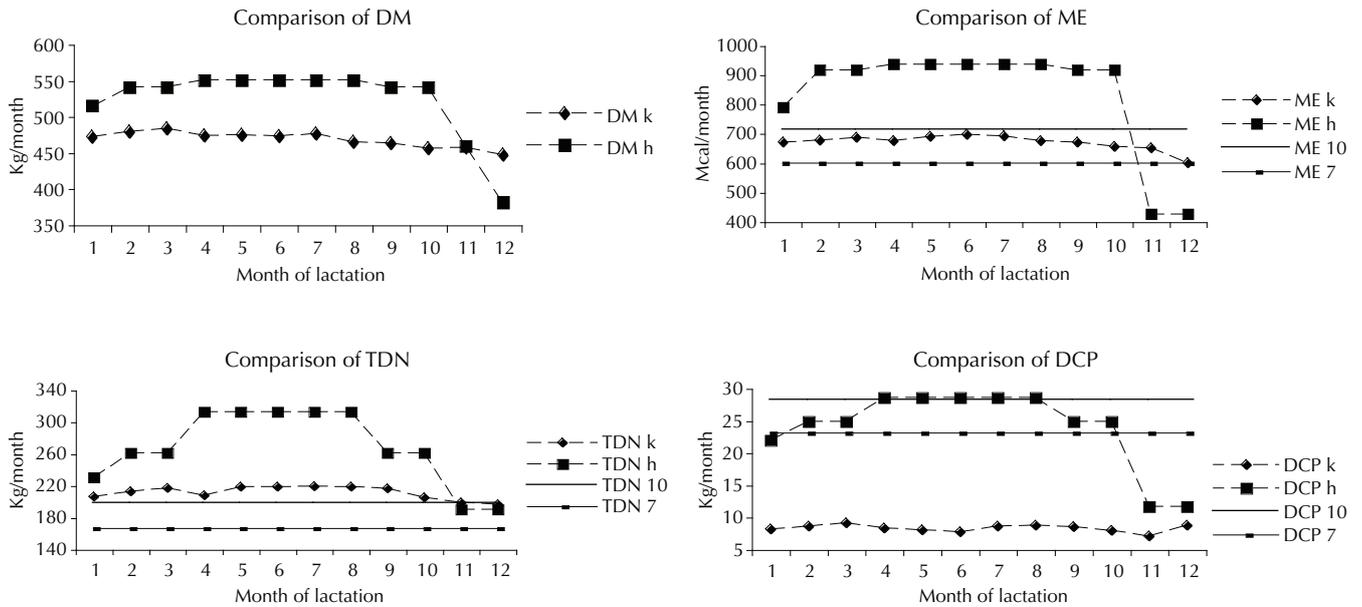


Figure 6: Comparison of nutrient intake for crossbred cows between Karnal (k) and Hisar (h) (sample: 14 head). DM: dry matter; ME: metabolic energy; TDN: total digestible nutrient; DCP: digestible crude protein.

breeders in the semiarid zone mitigated the lack of fodder by giving concentrates and increasing the grain part in the ration, as well as residues and scrap (notably gram cover). In the arid zone, farmers replaced the cotton cake by grain and oil, which were more nutritive in protein and energy than concentrates in the semiarid zone.

These results were quite surprising and questioned the research. If the sale of milk was most developed in the semiarid zone, the feed ration was also the most unbalanced in the zone, compared to the arid zone. In other words, milk profit could not be the main reason to improve the feed ration. Similarly, few farmers who invested in high performance genetic cows sold their milk production. So, beyond agroclimatic conditions, it was important to extend the analysis to the different farming system.

Socioeconomical parameters in biotechnical management

To identify relations between biotechnical management, in particular the feeding system, and socioeconomic characteristics of the farms, the authors used a multiple factorial analysis on K-tables that allowed analyzing key links between groups of farmers or groups of variables (10). Each group of variables constituted one table that represented one function or profile of the farm. Data were divided into four groups that represented the different subsystems of the whole farm, as follows:

- the household system, which gathered a set of variables on the characteristics of the household (school children, source of off-farm incomes, number of members, etc.);
- the cropping system, which gathered a set of variables on land allocation (including food and fodder crops) and the degree of intensification;
- the livestock system, which gathered a set of variables on herd structure, animal expenses, milk use between sales or self consumption;
- the feeding system, which gathered a set of variables on the different sources of feed (green and dry feeds, concentrates, oil, grain, etc.) and the average content of the feed ration in DM, DCP, TDN and ME.

The projection of the Eigen values of the four tables allowed to estimate the contribution of each table to the identification of the main axis of differentiation of the population. The first axis was mainly explained by the structure of the “household” and the “cropping system”, and the second axis by the “livestock system” and “feeding system” (Figure 7). The feeding system was surprisingly quite distant from the cropping system. But, the feeding system was not only based on fodder production but also on external supply, which could explain the main differences of feeding systems between the farmers. Strong relationships were also noted between livestock and feeding management, and were related to the farm size.

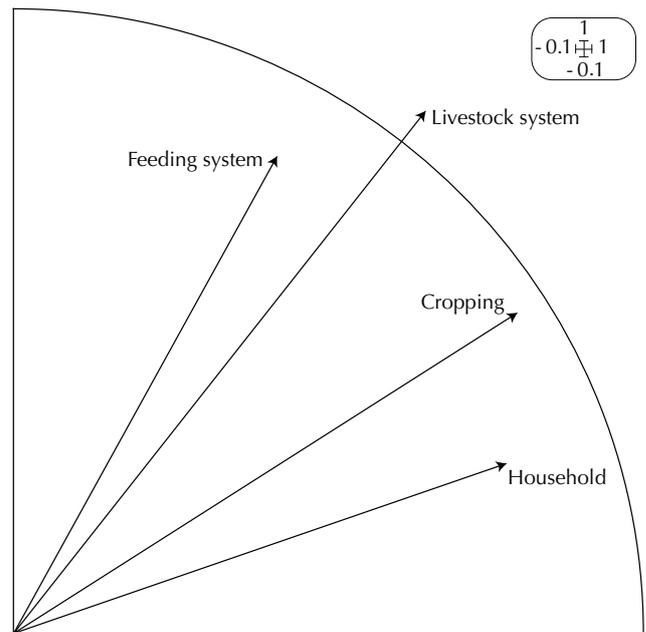


Figure 7: Projection of the Eigen value of each group of variables on the first two factorial axes of the multiple factorial analysis.

The first axis differentiated between large farmers of the semiarid zone, characterized by their wheat and rice system and a herd made up of crossbred animals, and medium farmers of the arid zone, characterized by a more diversified system (generally wheat and cotton with mustard, *bajra*) and a traditional herd made up of buffaloes. The second axis opposed the large breeders with more than two buffaloes from the landless who had only one cow or one she-buffaloe. The first ones produced between 4000 and 6000 L/year (thanks to a nutritious intake of oil cake and grain), the second ones produced less than 2000 L/year, mainly because of poor feeding. But, milk was mainly consumed by the large breeders and sold by the landless.

An ascendant hierarchical classification based on the main axis of the multiple factorial analysis allowed identifying four types of farmers in the two districts (Table II). Type 1 mainly gathered the large farmers with more than 5 ha of wheat and rice, and at least 0.3 ha of sorghum and berseem. The herd comprised on average 1-2 milk buffaloes and one crossbred. In this farm type, the household included four members and two family workers. Livestock management was often entrusted to a permanent worker. Milk consumption was proportionately very high and comprised liquid milk, ghee and other home-made dairy products that are mainly self-consumed at the farm level.

Table II

Socioeconomic and biotechnical characteristics of each type of farming systems

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Num. of farms per group	30%	30%	27%	13%
Characteristics of the household				
Schooling level of the head of the family	High school	Illiterate	Primary	Primary
Average family size	4.33	10.78	5.88	6.75
Num. of children (on average)	1.44	6.22	2.75	4.75
Area (ha)	5.86	4.03	3.16	0.75
Milk consumption (kg/capita)	1073	265	342	140
Income (Rs/capita)	133,844	20,192	46,732	14,805
Income from agriculture	63%	65%	62%	45%
Income from milk	8%	11%	8%	24%
Income from other agricultural activities	2%	3%	3%	4%
Off farm income	27%	20%	27%	28%
Herd composition (average numbers)				
Buffalo	1.78	1.22	1.25	1.50
Local cow	0.11	0.22	0.25	–
Crossbred	1.22	0.11	–	0.75
Ration intake				
DCP (kg/day)	0.30	0.68	0.44	0.14
ME (Mcal/day)	22.74	28.26	22.80	10.89
DM (kg/day)	16.55	18.61	16.98	7.11
TDN (kg/day)	7.40	9.29	7.74	3.38
Milk productivity (L/day/animal/season)				
Milk yield in rainy season	5.13	7.35	4.95	1.02
Milk yield in dry and cold season (winter)	6.84	8.21	5.54	3.20
Milk yield in dry and hot season	4.47	4.19	3.31	1.36
Milk activity				
Permanent paid workers (number)	0.67	–	–	–
Sale price (Rs/L)	11.13	11.77	10.96	10.50
Annual milk production in 1999/2000 (L/cow)	6400	4533	3032	3045
Sale part	37%	34%	41%	48%
Veterinary expenses (Rs/TLU)	305	272	796	178
Food expenses (Rs/TLU)	6408	7285	5413	4482
Production cost (Rs/L)	6.37	8.23	4.56	2.37
Cropping system				
Input/fodder (Rs/ha)	1764	3903	2980	481
Input/crop (Rs/ha)	3715	3271	4474	1319

Sample: 30 households

DCP: digestible crude protein; ME: metabolic energy; DM: dry matter; TDN: total digestible nutrient; Rs: rupees

Type 2 gathered small and medium farmers from the arid zone with 2-3 ha of wheat and cotton, and 0.15 ha of fodder crops like glove (berseem) and sorghum. The herd was made up of 1-2 she-buffaloes. The feed contained a high level of protein (0.68 kg/day against 0.3 for type 1) and energy (28.26 Mcal/day against 22.74 for type 1), because of a large supply of oil cake (cotton and mustard cake) and grain (*bajra*). Unlike in type 1, women were wholly involved in herd management, especially in animal feeding. Children (on average 6-7 against 1-2 in type 1), usually not schooled, were involved in the daily collection of green fodder and in watching the animals. Farmers invested three times more per hectare on fodder crops (around 3900 Rs/ha against 1760 Rs/ha for type 1), and the cost of feed per adult animal was around 7285 Rs/year against 6400 Rs/year in type 1. Milk sales in total income were proportionately more important in this group than in the first. The average milk productivity per day was much higher (7.35 kg/day/animal) than in type 1 (5.13) during the rainy season as well as during the dry season (8.21 against 6.84) (Table II), which was explained by the feed ration. In this type, women were involved in dairy activities. They carefully adjusted feeding to animal needs according to the milk lactation period and milk expectations for self-consumption. In type 1, largely dominated by high casts, women were less or not at all involved in agricultural activities, and even less so in livestock management which was mainly ensured by permanent workers.

Type 3 gathered small and medium farmers from both agroclimatic zones with 2-3 ha of wheat and rice in the semiarid area, and cotton in the arid area. The herd was similar to the other two types with 1-2 buffaloes and one local cow. But milk productivity was lower than in the previous types (around 5 kg/day/animal for the two main seasons, the rainy and dry seasons), although feed was more nutritious than in type 1. Protein intake was around 0.44 g/day against 0.33 in type 1. The difference in milk productivity per cow can be explained by the genetic factor, in particular between local and crossbred cows, but also by the lack of forage during the dry season.

Type 4 gathered landless or marginal farmers with less than 1 ha and 1-2 she-buffaloes. For these farmers, if the fodder crops covered less than 0.1 ha, this area represented around 13% of the total owned or rented area, against less than 6-7% for the other types. Milk production per animal was very low (less than 1 kg in the rainy season and 3.2 kg in the dry season) because of the poor nutritive value of the feed. But, surprisingly, if the first source of income was agricultural wages (28% of total income), the second main source of income was milk output (24% of the total income). Around half of milk production was marketed against one quarter for the other three types. Women were involved in dairy activities and when they worked off-farm, animal care was entrusted to children.

■ DISCUSSION

This study identified contrasted strategies of dairy livestock management according to the agroclimatic conditions of the zones and the socioeconomic characteristics of the farms. The strategies were related to the cropping systems in place and their respective by-products (cotton or other oil cake in the arid zone and mainly cereal straw in the semiarid zone), but to comprehend livestock management, it is essential to integrate socioeconomic parameters such as food habits, social status, initial endowment in land and live capital, etc.

The analysis underlined the importance of oil seed (mustard, cotton) to improve the protein level of the feed ration. Grain intake

represented a low part of energy intake and was made of poor quality of wheat that could be neither sold nor self-consumed. Competition between livestock and human population for grain was low, although farmers will probably face a growing dilemma, when, in the near future, they will have to make choices in land allocation between fodder and food crops.

Data also showed the importance of by-products in the feed ration. Improving by-products quality and storage techniques with low-cost techniques (e.g. ensilage) would help to increase milk production (keeping in mind that complementation mainly concerned large farmers) and to maintain a certain level of nutrition during the summer period. Farmers had the tendency to neglect feed intake during the summer period, i.e. the drying-up period. This practice had negative effects on the reproductive performance of the total milk herd.

The multidimensional analysis of biotechnical management with socioeconomic management linked the biotechnical performances with social and economic parameters. This analysis confirmed the important and positive relations between the feeding system and milk production, and between livestock management and the rest of the farm. While the feed ration, in particular the nutrient intake, depended on milk destination (self-consumption or marketing), the nutrient intake increased when milk was essentially set aside for family consumption. This relation was totally in keeping with the social structure of farming systems in India's rural society. The large farmers mainly belonged to high casts, where milk products and by-products occupy a large share in consumption habits and in religious and sociocultural events.

But some differences were noted between high casts depending on the agroclimatic zone and the social status, mainly the cast of the farmer. Types 1 and 2 consumed the majority of milk production, and type 2 in the arid area registered the highest milk performances. This was explained by the human labor factor, which constituted a major determinant in herd management, especially with regard to feeding practices. In type 2, women were wholly involved in feeding management. In type 1, when the farm belonged to high casts in the Indian social system, livestock management was ensured by permanent workers.

Moreover, when comparing sale price and production cost, the benefit increased from large and medium farms to the landless and it was well correlated with the milk-oriented strategies between self-consumption and sale. The benefit was the highest for types 3 and 4 who sold more than 40% of the milk production. This reflected the differentiated role of dairy products and milk cows at the farm and household levels according to the different types that represented different social entities. For the semi-medium and small types (types 3 and 4), milk activity was mainly oriented to market to ensure the basic needs of the family, with the economic function prevailing thus on the social function. Besides, in the wealthier types (types 1 and 2), milk contributed to ensure the social rituals of their status in the Indian society.

Finally, one striking feature of the results was that off-farm activities were important for all groups and represented around 25% of the farm income. Farmers increasingly diversified their activities, in small trade or paid work or agricultural work, the latter being the main activity of the landless. In the more remote district, since non-agricultural activities were less important, farmers tended to invest more time and money in milk production.

So, if the feeding system was closely correlated to the cropping system in each type of farm (including the fodder system), its improvement with oil cakes, concentrates or grain was not only determined by economic or biotechnical parameters but also by

social parameters; the implication of women were important factors in decision-making at the farm level, in particular in feeding system practices; it should be integrated in programs of rural development and extension services. Improving milk productivity could most successfully be achieved by training women in all aspects of milk production (e.g. management practices, feeding, housing and equipment, basic knowledge of specific features of cow physiology, etc.). Training and education, especially that of women in the Indian rural society, are difficult and time-consuming tasks: women are generally illiterate and have many other activities. Special training should be organized and children should sometimes be included.

■ CONCLUSION

If some precautions must be addressed when evaluating the feed ration per type of animal based on a retrospective survey, the present study provides relevant indicators on feeding strategies based on socioeconomic parameters and constitutes interesting material to orient extensive researches.

Firstly, this study of feeding practices in Haryana showed that milk production could be increased substantially in the near future without jeopardizing national food self sufficiency, especially with regard to grain production. This could be done first by increasing assistance to women in the household because they are well involved in animal care. Another way would be to improve the nutritious quality of grain by-products.

Secondly, this rapid study confirmed that it will be difficult to improve milk productivity, or more generally dairy cow performances, without integrating socioeconomic practices and strategies that differ depending on the social status and capital.

Acknowledgments

The present study was jointly organized with BAIF, a non-governmental association in India. We thank particularly Mr Ramesh Rawal, Vice-President of BAIF, for his support in this research.

REFERENCES

- ALARY V., 1999. Politiques de prix et l'offre agricole – Réponses des producteurs en Haryana et au Gujarat (Inde). New Delhi, India, Centre des sciences humaines/MAE, 50 p.
- ALARY V., DEGAIL A.C., RIVIERE R., 2004. Explaining the production of milk in Gujarat and Haryana - A matter of scale. In: Landy F., Chaudhuri B., Eds, Globalization and local development in India. Examining the spatial dimension. New Delhi, India, Manohar/Centre des sciences humaines, 249 p.
- ARORA S.P., 1997. Feeding of dairy cattle and buffaloes. New Delhi, India, Indian Council of Agricultural Research, 126 p.
- ARPU, 1998. Agro-climatic regional planning. Recent developments. Ahmedabad, India, ARPU, p. 50-59. (Working paper No 10)
- CLEVELAND W.S., 1981. LOWESS: A program for smoothing scatter plots by robust locally weighted regression. *Am. Stat.*, **35**: 54.
- CLEVELAND W.S., GROSSE E., SHYU W.M., 1992. Local regression models. In: Chambers J.M., Hastie T.J., Eds, Statistical models in S. Pacific Grove, CA, USA, Wadsworth & Brooks/Cole.
- DEGAIL A.C., RIVIERE R., 1999. Etude de la place de l'élevage laitier dans les exploitations du Gujarat et de l'Haryana. Mémoire Agronomie, INAPG, Paris, France, 74 p.
- DELGADO C., ROSEGRANT M., STEINFELD H., EHUI S., COURBOIS C., 1999. Livestock to 2020. The next food revolution. Rome, Italy, FAO, 72 p. (Food, Agriculture, and the Environment No 28)
- ESCOFIER B., PAGES J., 1983. Méthodes pour l'analyse de plusieurs groupes de variables. Application à la caractérisation des vins rouges du Val de Loire. *Revue Stat. appl.*, **31** : 43-59.
- ESCOFIER B., PAGES J., 1984. Multiple factor analysis (AFMULT package). *Comput. Stat. Data Anal.*, **18**: 121-140.
- ESCOFIER B., PAGE J., 1984. L'analyse factorielle multiple : une méthode de comparaison de groupes de variables. In: Diday E., Ed., Data analysis and informatics III. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, p. 41-55.
- EUROPEAN COMMISSION, 2007. Prospects for agricultural markets and income in the European Union 2007-2014. Brussels, Belgium, European Commission, July 2007, Directorate for Agriculture and Rural development, 55 p.
- FAO, 2007. Milk and milk products, food outlook: Global market analysis, June 2007. <http://www.fao.org/docrep/010/ah864e/ah864e10.htm#32>
- FAYE B., GRELET Y., 1990. Type d'élevage et profil de santé. Deux stratégies statistiques. In : Actes Coll. Agro-industrie et méthodes statistiques, Angers, France, 14-15 juin 1990, p. 111-125.
- ICAR, 1997. Handbook of animal husbandry. New Delhi, India, Indian Council of Agricultural Research, p. 275-318.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, 1997. Basic animal husbandry statistics. New Delhi, India, Department of Animal Husbandry & Dairying, p. 19-26 (AHS Series 6)
- NSSO, 1994. Level and pattern of consumer expenditure, 5th Quinquennial survey 1993-1994. New Delhi, India, NSSO, 34 p.
- RANJHAN S.K., 1991. Chemical composition and nutritive value of Indian feeds and feeding of farm animals. New Delhi, India, Indian Council of Agricultural Research, 132 p.
- RANJHAN S.K., 1998. Nutrient requirements of livestock and poultry. New Delhi, India, Indian Council of Agricultural Research, 72 p.
- TEYNIER D., 2000. Etude des pratiques d'élevage et caractérisation de la fonction de production de lait (Haryana, Inde). Montpellier, France, Cirad.

Reçu le 03.08.2007, accepté le 12.03.2008

Résumé

Alary V., Teynier D., Messad S., Lecomte P., Barbier B.
Evaluation technique et socio-économique des pratiques d'alimentation en zones aride et semi-aride au nord de l'Inde (Haryana) et implications pour le développement laitier

Pour satisfaire la demande croissante des consommateurs en produits laitiers en Inde, les producteurs doivent augmenter rapidement la production laitière, et ce, par le biais de l'amélioration des pratiques alimentaires. De nombreux spécialistes pensent que la production actuelle de sous-produits agricoles ne sera pas suffisante pour satisfaire la demande croissante des besoins du troupeau laitier et que le recours aux céréales sera nécessaire. Mais d'autres spécialistes pensent que la production de grain risque aussi d'être insuffisante et que l'augmentation de la part de grain dans l'alimentation animale pourrait affecter la consommation humaine en céréales à moins que l'Inde n'ouvre son marché à l'importation avec des risques de perturbation du marché mondial. Une étude empirique sur les pratiques d'alimentation des animaux laitiers (vaches de race locale et améliorée, bufflesses) en Haryana a montré que les céréales n'étaient pas un aliment essentiel et qu'il existait encore un grand potentiel par l'amélioration des fourrages verts et des sous-produits des cultures de coton et de moutarde. Cette étude a aussi montré que les plus grands producteurs tendaient à sous-utiliser le potentiel génétique des vaches et des bufflesses. Ainsi, il est mis en évidence des liens étroits entre les pratiques de gestion du troupeau, en particulier les pratiques d'alimentation et la gestion socio-économique du système d'exploitation familiale ; les stratégies étaient fortement orientées vers la satisfaction des besoins en lait de la famille chez les grands producteurs et la génération de revenu quotidien chez les plus petits. Enfin, il est possible de mettre en évidence le besoin d'élaboration, de mise en place et de suivi de programmes de développement qui prendraient en compte les facteurs socio-culturels pour faciliter l'adoption technique en matière de valorisation et de stockage des fourrages.

Mots-clés : Bovin laitier – Système d'exploitation agricole – Alimentation des animaux – Lait – Productivité – Organisation du travail – Rôle des femmes – Inde.

Resumen

Alary V., Teynier D., Messad S., Lecomte P., Barbier B.
Asesoría de las prácticas de alimentación socio-económicas y técnicas en áreas semi áridas y áridas en el norte de la India (Haryana) e implicaciones para el desarrollo lechero rural

Con el fin de satisfacer la demanda creciente de productos lácteos de los consumidores hindúes, los productores hindúes tendrán que impulsar rápidamente la producción, especialmente a través de la mejora de las prácticas alimenticias. Muchos expertos señalan que los sub productos de cultivos utilizados actualmente no serán suficientes para colmar los crecientes requerimientos alimenticios de los hatos de vacas y búfalos y que será necesario utilizar granos como trigo y maíz. Pero otros expertos piensan que los granos no bastarán y que el creciente consumo animal de granos afectará el consumo humano, a menos que India decida la importación masiva de granos, presionando el mercado mundial de granos. La presente encuesta llevada a cabo en dos distritos de Haryana mostró que el grano no es un alimento esencial para ganado y búfalos y que la mejora de los sub productos de algodón y mostaza y forraje verde tiene gran potencial. Un segundo hallazgo fue que los finqueros más ricos tienden a sub utilizar el potencial genético de las vacas de leche y búfalos. Aún más el manejo biotécnico del hato, en particular el sistema alimenticio, se relacionó de cerca con el manejo socioeconómico del sistema de manejo familiar. Las estrategias familiares se orientaron hacia asegurar suficiente producción de leche para la familia en las fincas más grandes y a proveer un ingreso regular en las más pequeñas. El presente artículo también subraya la necesidad de diseñar, implementar y monitorear programas de desarrollo que integren aspectos socioculturales y particularmente de género para facilitar la innovación tecnológica con respecto al almacenamiento de forraje.

Palabras clave: Ganado de leche – Sistema de explotación – Alimentación de los animales – Leche – Productividad – Organización del trabajo – Papel de la mujer – India.

Organisation sociale et zootechnique de la gestion des produits laitiers en milieu sahélien : la sphère laitière. Cas du delta du fleuve Sénégal *

C. Corniaux¹

Mots-clés

Lait – Produits laitiers – Traite – Organisation – Famille – Modèle – Sénégal.

Résumé

En milieu sahélien, la concession est une organisation sociale commune mais complexe. L'illustration en est donnée pour la gestion des produits laitiers en milieu pastoral et agropastoral. Sur la base d'un travail de terrain mené auprès d'éleveurs du delta du fleuve Sénégal, une schématisation de l'organisation sociale et zootechnique de cette gestion a été établie. La traite est le moment crucial de la gestion du lait. Elle permet de déterminer les contours de la sphère laitière qui regroupe à la fois les animaux en production et les individus qui les gèrent. Le modèle proposé permet de distinguer différents niveaux décisionnels : celui du berger-trayeur qui décide des quantités traites (production) et celui des collectrices qui décident individuellement du devenir du lait trait (autoconsommation, don, commercialisation). En outre, le présent modèle permet d'éviter le piège qui consiste à assimiler le gestionnaire du troupeau ou le chef de concession à un pilote d'une exploitation laitière.

■ INTRODUCTION

La concession, base de l'organisation sociale des producteurs sahéliens, est généralement perçue comme une exploitation familiale. En dépit de la mise en garde déjà ancienne de certains auteurs (6), le chef de famille a souvent été considéré comme le chef d'exploitation. Ainsi en matière d'élevage, le gestionnaire des troupeaux de la concession, généralement l'aîné de la famille, est systématiquement assimilé à un « pilote », pour reprendre le vocabulaire couramment utilisé dans les recherches d'inspiration systémique (8). En tant que tel, il représente un interlocuteur privilégié pour les techniciens en charge de la mise en œuvre des politiques d'élevage. C'est aujourd'hui le cas dans la promotion d'innovations techniques visant le développement de la production laitière. Pourtant, l'efficacité toute relative de ces politiques depuis des décennies amène à se réinterroger sur les niveaux décisionnels en matière de gestion des produits laitiers et sur l'occurrence du choix du gestionnaire de troupeau en tant qu'interlocuteur privilégié au sein de la concession.

Aussi, sur la base d'un travail de terrain mené auprès d'éleveurs du delta du fleuve Sénégal (3), l'auteur propose d'établir un schéma

organisationnel de cette gestion des produits laitiers au sein de la concession. Après sa présentation, seront évalués ses atouts et ses limites avant d'apprécier son intérêt dans l'identification du « producteur laitier » en milieu sahélien.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été menée dans le delta du fleuve Sénégal, entité géographique, comprise entre 15,8–16,5° N et 15,7–16,5° O. Il est délimité au nord par le fleuve, à l'ouest par l'océan Atlantique, à l'est par le lac de Guiers et au sud par une ligne Mpal – Keur Momar Sarr. Sa superficie est de l'ordre de 5 000 km² (figure 1).

Le découpage morphopédologique peut être présenté sous deux grands ensembles. Le premier est constitué par la partie dunaire ou *diéri*, largement majoritaire au sud de l'axe routier. L'élevage

* Le présent article est issu d'un travail de thèse soutenue en juin 2005 : Corniaux C., 2005, Gestion technique et gestion sociale de la production laitière : les champs du possible pour une commercialisation durable du lait – Cas des systèmes d'élevage actuels du delta du fleuve Sénégal. Thèse Doct., INA-PG, Ecole doctorale Abies, Paris, France, 250 p., www.epe.cirad.fr

1. Cirad, UPR Systèmes d'élevage, BP 1813, Bamako, Mali.
Tél. : +223 221 42 93 ; e-mail : corniaux@cirad.fr

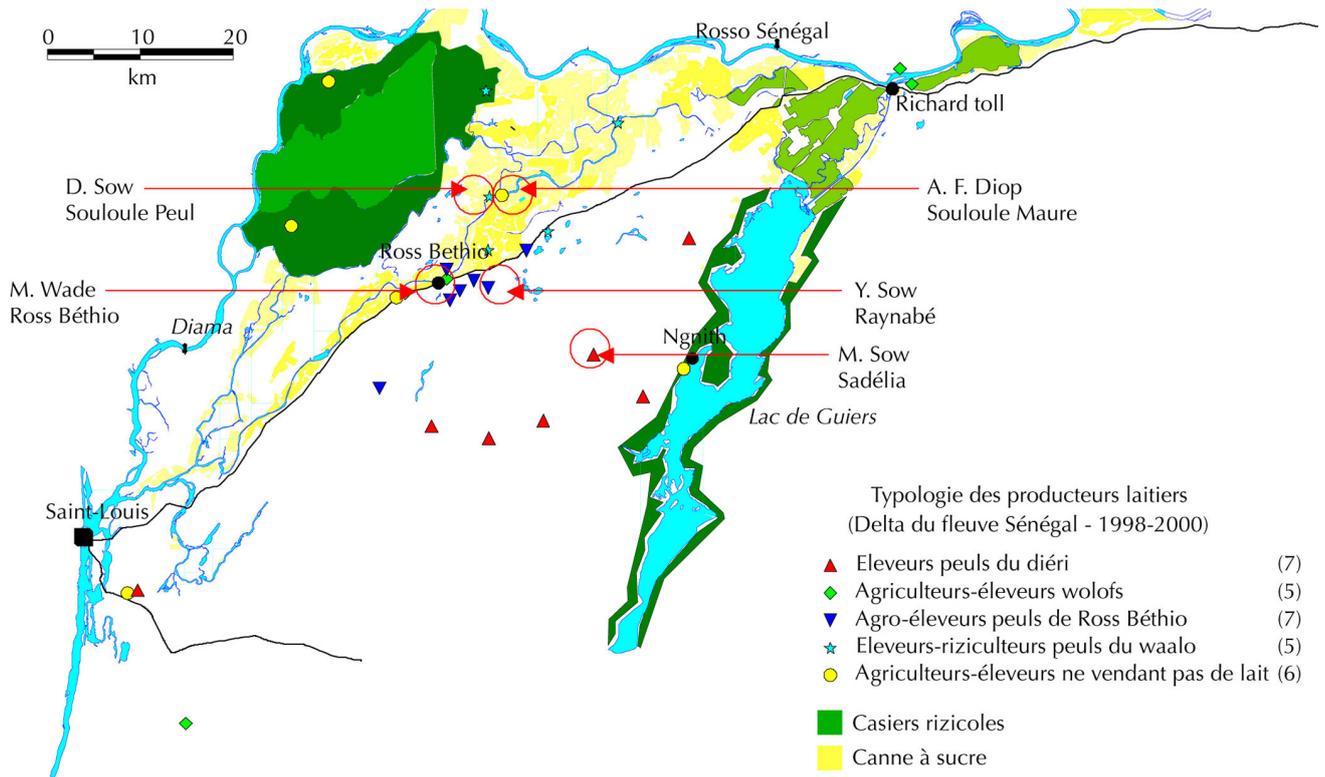


Figure 1 : localisation des cinq concessions de l'étude dans le delta du fleuve Sénégal.

et l'agriculture pluviale y sont pratiqués. En bordure du lac et du fleuve, sont présentes des cuvettes de décantation appelées *hollaldé*, vastes zones dépressionnaires plates et argileuses. Elles forment le *waalo*. Des aménagements hydroagricoles y ont été massivement implantés depuis les années 1960.

Le climat, de type sahélien, comprend trois principales saisons : l'hivernage ou saison des pluies (de juillet à septembre), la saison sèche froide (octobre à mars) et la saison sèche chaude, ou période de soudure, difficile sur le plan alimentaire pour les troupeaux (avril à juin-juillet). La zone se situe autour de l'isohyète 250 mm. La principale caractéristique de la pluviométrie est la très grande irrégularité interannuelle des précipitations. La température moyenne annuelle est de 25 °C avec une variabilité importante. La végétation, de type sahélien, est influencée par le fleuve Sénégal et les remontées salines.

Méthode

Schéma de base

L'organisation des sociétés sahéliennes est décrite dans la littérature. Elle est le fait d'anthropologues, de sociologues et de géographes. C'est le cas des sociétés lignagères (10) présentes dans le delta du fleuve Sénégal et plus particulièrement des Peuls. Ainsi, les auteurs (1, 5, 12) s'accordent à structurer leur organisation sociale en trois principaux niveaux (figure 2) :

– la concession (*galle* chez les Peuls) ; c'est l'unité familiale. Que ce soit chez les Peuls, les Wolofs ou les Maures, l'organisation visible est celle de la concession, correspondant à un segment de lignage et rassemblant sous la tutelle d'un père ou d'un aîné plusieurs hommes adultes, leurs épouses et leur progéniture. Mais il ne faudrait pas d'emblée, comme c'est trop souvent le cas dans les documents techniques, assimiler cette concession à une exploitation agricole. Il s'agit plutôt d'une unité de résidence, d'un cadre de solidarité et d'entraide ;

– le foyer (*fooyere* chez les Peuls) ; c'est l'unité de production. Elle comprend le mari, sa femme (plusieurs en cas de polygamie) et ses enfants. Il s'agit du cadre domestique d'activités et de coopération dans le travail. C'est à ce niveau que la majorité des décisions sont prises ;

– la case (*suudu* chez les Peuls) ; chaque épouse dispose de sa case. Elle y habite avec ses enfants et y reçoit son mari.

Le regroupement de plusieurs concessions forme un campement (*wuro* chez les Peuls), un hameau ou un village.

La correspondance de ces niveaux de gestion sociale avec celle des animaux est remarquable. On notera notamment que chez les Peuls, la cohésion est soulignée par le terme *dudal* qui ne fait pas de distinction entre les deux à l'échelle de la concession (1).

Ce schéma organisationnel a servi de base de travail pour déterminer les niveaux hiérarchiques dans la concession. Il a été

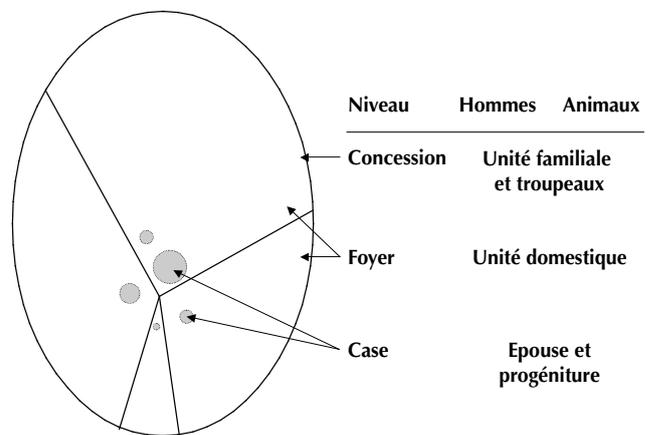


Figure 2 : schéma de l'organisation sociale et zootechnique des concessions.

amendé en fonction des niveaux décisionnels mis en lumière en matière de gestion des produits laitiers.

Monographies

A l'échelle de la concession, la question directrice a été la suivante : qui décide quoi en matière de gestion des produits laitiers ? La multiplicité des niveaux décisionnels, la difficulté à tracer les contours des troupeaux ou encore la plasticité de la structure des concessions ont conduit à faire des choix méthodologiques. Les monographies de situations singulières ont été privilégiées. Elles ont permis d'établir un cadre d'analyse original susceptible de rendre compte de situations diverses. En outre, une monographie établie sur la base d'un suivi systématique et prolongé dans le temps a permis d'accéder à un niveau d'informations impossible à atteindre dans le cadre d'enquêtes touchant plusieurs dizaines d'éleveurs.

Dès le départ, il est apparu opportun de concentrer les efforts sur la traite. Elle représentait un nœud d'articulation entre une population animale et une population humaine qu'il fallait définir afin de déterminer les limites du système d'étude, appelé plus loin la « sphère laitière ». Dans ce cadre, l'élément clé a été le berger-trayeur, fonction essentiellement tenue par des hommes dans le delta du fleuve Sénégal. C'est lui qui chaque jour posait les jalons des deux populations. En observant le berger au moment de la traite, il était possible de noter à la fois les animaux allaitants et la destination du lait traité, chaque récipient de collecte correspondant à une personne. Chaque destinataire pouvait ensuite être interrogé sur le devenir du lait traité.

Le caractère évolutif et cyclique de la production laitière a permis de faire un suivi mensuel sur une année entière de l'hivernage 2002 à l'hivernage 2003. Ce suivi était ciblé sur les flux de produits animaux, notamment le lait, entre les populations humaine et animale des concessions. La mesure de ces flux, sur le plan quantitatif et qualitatif (nature : autoconsommation, don, vente ; statut des hommes et des animaux), a permis d'apprécier le poids décisionnel de chaque individu au sein du système d'étude.

Concrètement, cinq situations ont été prises en compte (figure 1). Elles correspondaient à des groupes de producteurs laitiers (3) :

- éleveurs peuls du *diéri*, Moutar Sow ;
- agroéleveurs peuls de Ross-Béthio, Yérodi Sow ;
- éleveurs-riziculteurs peuls du *waalo*, Diary Sow ;
- éleveurs maures ne vendant pas de lait, Abdou Fata Diop ;
- éleveurs wolofs, Amadou Wade.

Les noms correspondent à ceux des chefs de concession.

RESULTATS

Schéma général

Au sein de la concession, sont apparus rapidement deux niveaux décisionnels majeurs dans la gestion du lait. Le premier était celui du berger-trayeur. C'est lui qui déterminait les animaux à traire et le temps de la traite. Chez les Peuls, il s'agissait généralement du fils du chef de la concession. Sa fonction de berger le poussait à préserver l'état des vaches en lactation ainsi que celui des veaux. La règle était que le veau était prioritaire sur la traite. En saison sèche, dans des conditions d'alimentation déficitaires, le berger-trayeur était par conséquent enclin à interrompre la traite.

Le second était celui des destinataires du lait traité. Ainsi dans les concessions peules, la quasi-totalité des femmes, les collectrices, recevaient une part de lait. Elles décidaient de son devenir en choisissant entre l'autoconsommation, le don et la vente. Leur intérêt résidait par conséquent dans la traite la plus complète possible des animaux laitiers.

Ces deux niveaux décisionnels peuvent être intégrés au schéma de base (figure 2) pour donner un schéma général de l'organisation sociale et zootechnique de la gestion du lait à l'échelle de la concession (figure 3). Ainsi, le niveau de la collectrice épouse parfaitement celui de la case. En revanche, le niveau du berger trayeur est inédit par rapport au schéma organisationnel initial de la concession. Il rassemble toutes les cases de femmes mariées, indépendamment des limites des foyers. Il détermine la sphère laitière. Elle regroupe à la fois une population humaine, le berger-trayeur et les destinataires du lait traité, et une population animale, les femelles en lactation.

Dans cette représentation, le gestionnaire du troupeau et le chef de concession sont absents de la sphère laitière. Ils appartiennent à une sphère décisionnelle étrangère à la vente du lait. Ce constat n'est pas neutre quand on sait qu'ils représentent les interlocuteurs privilégiés des techniciens en charge du développement de la production et de la collecte de lait en milieu sahélien (cf. *infra*).

Application du modèle aux concessions du delta du fleuve Sénégal

Le schéma général n'est pas figé. Il s'applique et s'adapte aux situations diverses rencontrées dans le delta du fleuve Sénégal (figure 4).

Prise en compte du nombre de foyers dans les concessions

En fonction des contextes, les niveaux décisionnels pouvaient s'emboîter, comme chez A. Wade (Wolof) et chez A.F. Diop

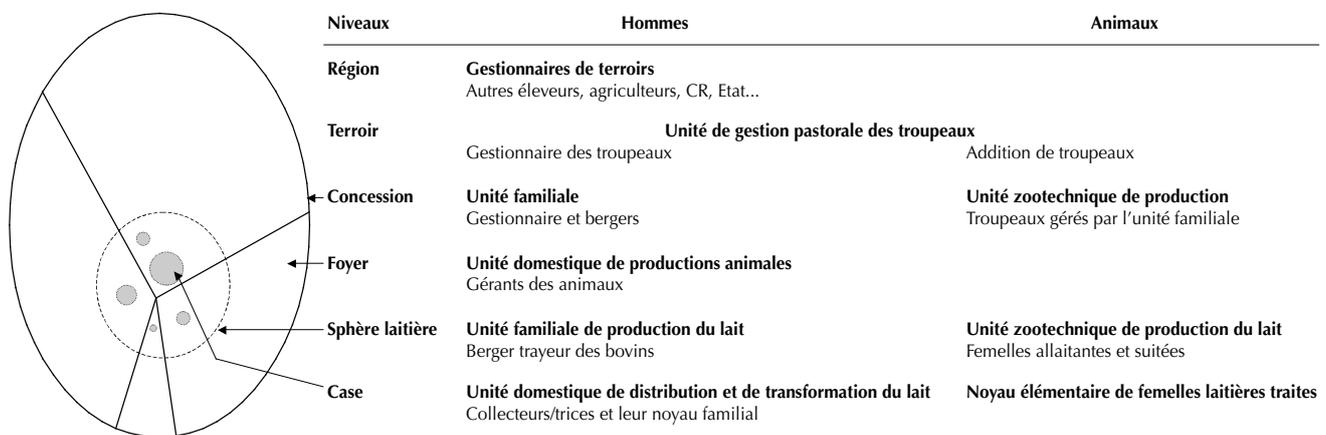


Figure 3 : schéma de l'organisation sociale et zootechnique de la gestion du lait à l'échelle des concessions.

(Maure) qui cumulaient plusieurs fonctions puisqu'ils étaient à la fois gestionnaires de troupeaux et collecteurs de lait. A.F. Diop était même périodiquement trayeur. Dans leur cas c'était l'unité domestique qui venait se superposer à l'unité familiale. Ils maîtrisaient dès lors la totalité du processus de production et de commercialisation du lait, à l'image d'un véritable producteur laitier pilote de son exploitation. Dans cette configuration, le berger-trayeur n'était qu'un salarié sous la direction de ce pilote.

Chez les Peuls, la situation était plus complexe du fait de la présence de plusieurs foyers. En fait, plus le nombre d'unités domestiques augmentait dans la concession, plus les niveaux d'organisation étaient séparés. C'était le cas chez Moutar Sow et chez Yérodi Sow, respectivement à Sadiélia et à Raynabé, dans la partie pastorale du delta du fleuve Sénégal. Ces gestionnaires de troupeaux avaient un pouvoir limité et indirect sur la sphère laitière. Il dépendait notamment de leur décision de départ en transhumance avec tout ou partie des vaches laitières, cette décision étant conditionnée par la pluviométrie annuelle. Dans le delta, du fait de la sédentarisation des hommes et de la présence de parcours postculturels, la transhumance est néanmoins réduite dans l'espace et dans le temps (2). Dans ce type d'organisation sociale, le réel pouvoir sur le lait revient finalement au berger-trayeur qui décide de traire, c'est-à-dire de produire, et aux collectrices qui décident du devenir du lait trait et en particulier de sa vente.

Chez Diary Sow à Souloule Peul, au cœur des casiers rizicoles, la situation était intermédiaire. Il n'y avait que trois foyers dans la concession de cette veuve : le sien, celui de sa mère et celui de son fils (berger-trayeur). La gestion du lait faisait donc intervenir

moins d'individus, de surcroît directement affiliés. Diary, chef de sa concession, confiait néanmoins la conduite aux pâturages de ses animaux à Seydi Ka, le gestionnaire des troupeaux du *wuro*. Par conséquent, si son autonomie sur les produits de la traite était grande, elle ne maîtrisait toujours pas les départs éventuels en transhumance.

Gestion individuelle du lait collecté

Le caractère collectif de la traite est clairement souligné par la schématisation proposée (figure 4). Elle marque tout autant le caractère individuel de la décision relative au devenir du lait trait.

Pour les destinataires du lait trait, les cercles du niveau décisionnel présentaient un diamètre variable en fonction du nombre d'animaux traités ou des quantités de lait collecté (figure 4). Ainsi, chez les Peuls, il était possible de hiérarchiser l'importance des collectrices au sein de leur concession. Diary, Djenaba et Djuma apparaissaient comme les mieux dotées respectivement à Souloule, Raynabé et Sadiélia. En particulier, Djuma, première femme d'Abdul (berger-trayeur de Sadiélia), recevait sensiblement plus de lait que sa coépouse Fatimata. Certaines collectrices apparaissaient marginalisées, comme Fatimata à Souloule, Djenaba2, Mary, Aby, Aminata et Awa à Raynabé, Diary, Aminata et Awa à Sadiélia. En revanche, en l'état il n'était pas possible de distinguer leur marge de manœuvre dans la mesure où le statut des animaux de la sphère laitière n'apparaît pas dans la schématisation (cf. *infra*).

Au-delà d'une hiérarchisation au sein des concessions, la figure 4 permet également de comparer les situations entre elles. Le biais de l'évaluation de la production laitière à l'échelle de l'exploitation

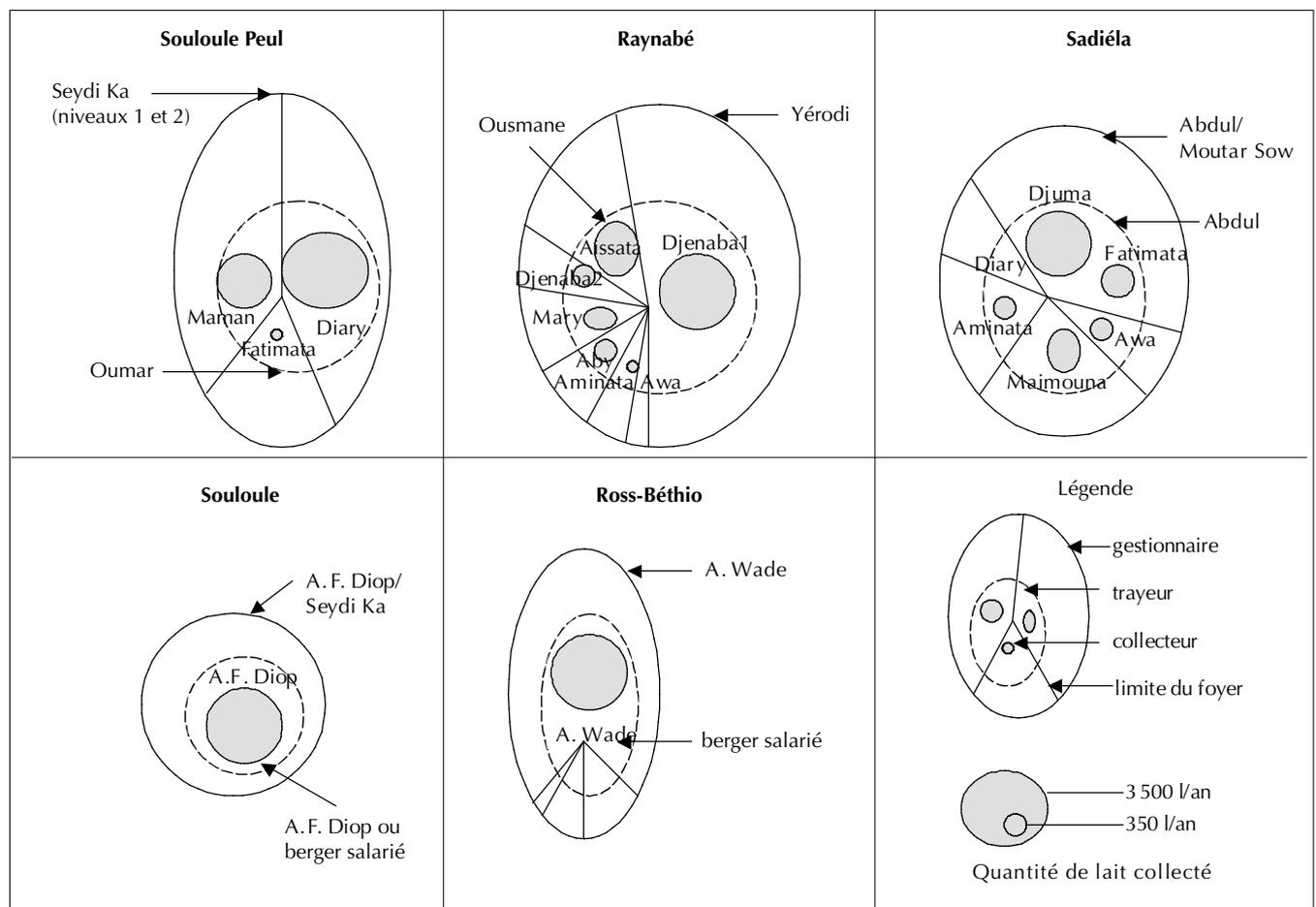


Figure 4 : représentation de la gestion du lait de vache dans cinq concessions du delta du fleuve Sénégal (d'après Corniaux, 2005).

a toutefois été sciemment évité. Ainsi dans le cas des concessions wolof ou maure qui produisaient sensiblement moins que les concessions peules, il est apparu que la collecte d'A.F. Diop, le Maure, et celle d'A. Wade, le Wolof, étaient analogues à celles des meilleures collectrices peules, Diary, Djenaba et Djuma. C'est donc à cette échelle qu'il était pertinent de comparer les stratégies de chacun d'entre eux en matière de destination des produits laitiers.

■ DISCUSSION

Intérêts et limites de la schématisation

L'enjeu scientifique de la schématisation proposée était de construire un modèle original d'analyse et de représentation qui permettait d'apprécier les règles de gestion du lait à l'échelle de la concession. Le modèle proposé a permis d'identifier les foyers comme les unités décisionnelles de la gestion du lait. Ils étaient néanmoins insérés dans une structure familiale, la concession, qui gérait les parcours et les déplacements des troupeaux. Cette dernière pouvait dès lors interférer sur la politique laitière des ménages. Dans son choix des vaches à traire, le berger-trayeur représentait le modérateur entre les deux entités. La décision de la commercialisation du lait était quant à elle prise à l'intérieur du foyer. Elle résultait d'un compromis discuté entre un époux souvent propriétaire des animaux et sa ou ses épouses, généralement détentrices du droit sur le lait (4).

L'intérêt de ce type de modèle est d'être adaptable aux différentes situations rencontrées dans le delta du fleuve Sénégal. Ainsi, il permet de schématiser à la fois l'enclassement des niveaux décisionnels de grandes concessions peules du *diéri* et, à l'autre extrémité, la concentration de ces niveaux décisionnels autour d'un seul individu dans le cas du troupeau confié chez un Wolof du *waalo*. Cette souplesse indique que ce modèle peut vraisemblablement être mobilisé dans diverses situations agropastorales.

Ce modèle permet aussi d'appréhender les modifications de la structure de la gestion du lait. Il intègre notamment les cas de scission des concessions, si fréquents en milieu agropastoral, qui s'opère à la suite du départ d'un ou de plusieurs foyers de la concession mère (1, 5, 10). Il permet par conséquent d'apprécier les évolutions et les changements structurels de cette gestion. En fonction de la représentation de la taille de ses éléments, il peut même donner une idée précise des modifications quantitatives qui les accompagnent, en termes de nombre d'animaux et de flux laitiers. Pour des suivis à plus long terme, ce modèle pourrait devenir un outil intéressant pour souligner les trajectoires d'évolution des exploitations familiales productrices de lait.

En revanche, il ne permet pas de distinguer l'importance relative des différents troupeaux laitiers au sein de la concession, à moins de faire deux schémas distincts, l'un pour les bovins, l'autre pour les caprins. Surtout, la schématisation actuelle ne fait pas apparaître le statut des animaux, si important dans la détermination des règles de la gestion du lait. A titre d'exemple, Corniaux et coll. (4) notent que Diary Sow, à Soulou Peul, est veuve et qu'elle possède les animaux hérités de son mari en plus des animaux de sa dot. A l'inverse, Djuma de Sadiélia possède très peu d'animaux et dépend de l'allocation des vaches de son époux, de surcroît polygame. Diary dispose donc d'un degré d'autonomie plus conséquent que celui de Djuma dans la gestion de ses produits laitiers. Pour préciser le modèle, on pourrait imaginer de fractionner les cercles des collecteurs en fonction de ce statut. Mais la représentation risque d'être partielle et peu lisible. Il s'agit probablement d'une limite majeure dans son efficacité. Une autre limite est celle de l'absence de formalisation du niveau de la consommation du lait. Mais la variabilité de la mise en commun des plats à base de lait rend particulièrement difficile sa représentation dans le présent modèle.

Par ailleurs, au-delà de son utilité pratique, ce modèle permet de revisiter les notions de « pilote » et d'« exploitation » largement utilisées dans les études systémiques (8) mais inadaptées au milieu sahélien (et davantage encore quand on s'intéresse à la production laitière) (7). Il évite le piège d'identifier le gestionnaire du troupeau comme étant le pilote principal de la gestion du lait dans le cadre de son exploitation agricole. L'exploitation agricole, au sens occidental du terme, n'existe pas en milieu sahélien. Une différence fondamentale avec le modèle occidental de l'exploitation réside dans son activité. Au Sahel, les structures ne sont pas exclusivement tournées vers l'exploitation marchande de produits. L'autoconsommation et le don y ont une place conséquente. Quant au gestionnaire, il n'intervient souvent que de façon partielle et indirecte (alimentation et déplacement des troupeaux laitiers). Même lorsque les animaux lui appartiennent, le choix des vaches à traire, des quantités traitées et des quantités vendues ne relèvent pas de son unique autorité. Ce sont les trayeurs et les collecteurs qui sont au cœur du pouvoir décisionnel concernant les flux de lait.

En outre, la schématisation est facile et rapide à établir. Si un suivi régulier et relativement lourd sur un minimum d'une année est nécessaire pour son édification, son application ne demande qu'un ou deux passages au moment de la traite dans les concessions ciblées. Il est conseillé de prévoir des visites en hivernage quand un maximum d'individus et d'animaux laitiers sont concernés. La taille des cercles correspond alors à la production mesurée le jour du passage.

Finalement, ce type de représentation permet d'apprécier instantanément la complexité des rapports décisionnels pour la gestion du lait au sein d'une concession. En marquant clairement le nombre de foyers et les cas de polygamie, il est possible de se faire une idée précise sur les rapports de pouvoir entre les individus. De surcroît, un niveau de sophistication supérieur est atteint dès lors que les différents cadrans et cercles reflètent la taille des troupeaux et des flux laitiers.

Une organisation évolutive

La plasticité du modèle proposé dépend de deux principaux facteurs. Le premier a déjà été décrit et correspond au changement du nombre de foyers présents dans chaque concession (figures 4 et 5). Le second est relatif au nombre de trayeurs impliqués (figure 5). Il arrive en effet que les destinataires du lait, les collectrices chez les Peuls, se chargent de la traite de leurs propres animaux. Le cas est bien décrit en milieu pastoral (5, 8, 12). En milieu agropastoral, la situation est moins commune. Pour les bovins, elle se rencontre néanmoins en hivernage quand le nombre de vaches en production dépasse les capacités du trayeur. En revanche, la traite des chèvres demeure une prérogative des femmes dans les concessions (4). Par conséquent, les deux organisations peuvent coexister dans une même concession en fonction du troupeau concerné ou de la période de l'année.

En fait, cette coexistence marque sans doute la transition organisationnelle dans laquelle se trouvent les concessions du milieu agropastoral. L'agriculture implique une sédentarisation des personnes et une diversification des activités et des revenus. En milieu irrigué, la précarité alimentaire est sensiblement réduite à la fois pour les hommes et leurs troupeaux. Ces éléments, parmi d'autres (exode rural, limitation de la pratique de la polygamie...), jouent en faveur d'un fractionnement des concessions et d'une diminution de leur taille, c'est-à-dire d'une réduction du nombre de foyers (10, 12, 13). Elle va de pair avec la limitation de la main d'œuvre et, par conséquent, avec une redistribution des tâches au sein de la concession (11). Les agriculteurs résolvent la question de la garde des troupeaux en les confiant à des bergers salariés, qui se chargent alors de la traite. Ainsi quand on passe du milieu pastoral au milieu agropastoral, la traite initialement effectuée par des femmes revient au berger-

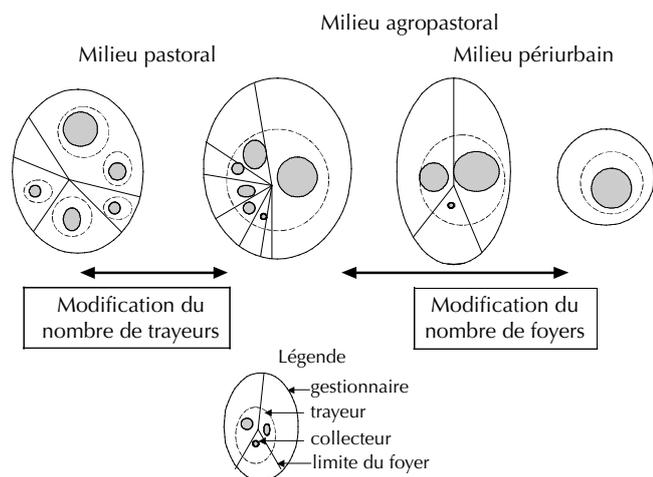


Figure 5 : schématisation de l'évolution de l'organisation sociale de la gestion du lait en milieu subsaharien à l'échelle des concessions.

trayeur. Mais le véritable enjeu du changement de la règle ne relève probablement pas d'un problème de main d'œuvre. Dupire estime que la division sexuelle du travail chez les Peuls répond à une situation économique déterminée (5). Or, la sédentarisation s'accompagne généralement d'une ouverture du marché laitier avec la proximité de communautés non pastorales, avec l'urbanisation, avec la présence de structure de collecte et avec l'amélioration des voies de communication. Elle est également synonyme de réduction de la mobilité des troupeaux et d'un accès facilité aux services (soins vétérinaires, aliments du bétail). La combinaison de ces facteurs favorise une augmentation des quantités traitées. Les hommes en charge du troupeau, les gestionnaires et les bergers ne sont pas prêts de remettre en cause leur statut social qui leur impose de protéger les veaux. Le meilleur moyen est de contrôler la traite en l'effectuant eux-mêmes. En outre, en milieu pastoral nomade ou transhumant, les collectrices assurent la traite parce qu'elle correspond à une tâche domestique destinée à subvenir aux besoins d'autoconsommation. Même quand il y a vente, le bénéfice est immédiatement réinvesti pour couvrir les dépenses du foyer. Quand il y a sédentarisation et augmentation de la part du lait vendu, tout change. L'autonomie financière des femmes peut s'élargir. On touche à l'équilibre des pouvoirs dans la concession. Autrement dit, on touche à l'autorité masculine. Dans un système que les hommes dirigent, il est dès lors moins surprenant de les voir enclins à modifier la règle en s'octroyant le niveau décisionnel de la traite.

Pour autant, la prise en charge exclusive de la traite par un berger ou la diminution du nombre de foyers ne remettent pas fondamentalement en cause l'organisation de la concession. Pouillon (9) confirme que les scissions chez les pasteurs peuls ne sont en rien synonymes de déflagration sociale. L'objectif n'est pas de casser le système mais de le prendre en mains. Il s'agit aussi d'adopter une organisation sociale éprouvée, capable de se perpétuer dans un environnement hostile. Les risques liés aux aléas climatiques et à la perte de solidarité entre les concessions limitent en fait les possibilités de changements plus radicaux du système.

Pour la production laitière, le véritable changement réside dans la mise en place d'unités de production spécialisées, pilotées par un chef d'exploitation. Cette situation existe en milieu périurbain (figure 5) mais elle demeure marginale dans le delta du fleuve Sénégal et plus largement en milieu sahélien. Le modèle de la concession regroupant plusieurs foyers reste l'organisation de base. Il évolue dès lors de façon réversible au gré des phases de

sédentarisation, de l'essor ou des échecs des opérations de collecte laitière, et des cycles de pastoralisation et de dépastoralisation.

Adéquation avec les politiques laitières et innovation chez les producteurs laitiers

La figure 4 montre la complexité organisationnelle de la gestion du lait traité, notamment en milieu pastoral. La vente garde toutefois un caractère individuel. Autrement dit, prétendre décrire la stratégie de vente de lait d'un producteur sur la base de la production globale à l'échelle de sa concession est une erreur fondamentale, surtout en milieu pastoral. La vente, l'autoconsommation et le don sont réalisés sur la base d'une collecte individualisée. Les revenus du lait sont individualisés. Les charges le sont tout autant. En particulier, les dépenses relatives à la complémentation et aux soins vétérinaires destinés aux animaux en lactation reviennent aux bénéficiaires de la traite, c'est-à-dire aux bénéficiaires de l'argent du lait. Les gestionnaires du troupeau ou les chefs de concessions qui agissent de façon collective sur le cheptel ne sont pas dans cette sphère décisionnelle. Ils ne gèrent ni les recettes ni les dépenses relatives au lait : ce ne sont pas des producteurs laitiers. Or ils sont bien souvent les interlocuteurs privilégiés des politiques visant le développement de la production laitière.

Dès lors, il ne faut pas s'étonner de la faible réceptivité du milieu pastoral sahélien aux innovations techniques proposées par ces politiques. Il n'est pas tant question d'immobilisme (9) que d'inadéquation de ces politiques avec les stratégies des interlocuteurs. Il est avant tout question de lever des contraintes techniques ciblées sur l'amont de la filière. Elles recouvrent quatre aspects : l'alimentation, la génétique, la reproduction et l'hygiène. Parmi eux, l'alimentation est même considérée, à juste titre, comme le principal facteur limitant. Mais cette approche techniciste a montré ses limites depuis des décennies, malgré des référentiels maîtrisés par la recherche et les services de diffusion technique. N'y a-t-il pas lieu de reconnaître humblement un décalage avec les attentes et les possibilités des pasteurs ? L'expérience des inséminations artificielles illustre remarquablement cette discordance. « Il vaut mieux avoir deux vaches à 15 l/j que 30 à 1 l/j » peut-on entendre régulièrement de la bouche de techniciens. Pourtant, comment pourrait-on exiger d'un gestionnaire de troupeaux, l'interlocuteur privilégié, de supprimer des animaux alors même qu'ils appartiennent à différentes personnes, que leur grand nombre est synonyme de sécurité économique et de sécurité face aux aléas climatiques et, qu'enfin, de ce nombre dépend le prestige et le rôle des propriétaires notamment dans les cérémonies traditionnelles ? Il est invraisemblable de demander à ce gestionnaire d'abattre ou de se séparer des animaux confiés alors que sa fonction lui dicte précisément de les préserver ou, mieux, de faire fructifier le capital.

Il en est de même dans les discours adressés aux gestionnaires pour une complémentation alimentaire ciblée ou pour les soins vétérinaires à apporter aux animaux laitiers. Ces pratiques sont du ressort des individus qui gèrent le lait. Les gestionnaires n'agissent qu'au niveau du collectif, notamment dans l'achat groupé et la distribution d'aliments de sauvegarde en fin de saison sèche.

Au fond, les innovations techniques ne peuvent trouver un écho favorable que dans les concessions où l'organisation sociale de la gestion du lait est la plus souple. On la rencontre en milieu agropastoral ou en milieu périurbain (figure 5). Dans ce cadre, la complémentation des vaches laitières est commune (4). Pratiquée dès le début de la saison sèche, elle vise l'augmentation de la production de lait destiné à la vente. Autrement dit, on se trouve ici devant la stratégie tant recherchée du producteur laitier, maître de l'ensemble des processus de la gestion du lait, de la production à la vente.

■ CONCLUSION

L'objectif était de construire un schéma original d'analyse et de représentation qui permette d'apprécier les règles de production et de commercialisation du lait à l'échelle de la concession. Le modèle proposé a permis d'identifier les trayeurs et les collectrices comme les réels détenteurs des décisions relatives à la gestion du lait. Ils étaient néanmoins insérés dans une structure familiale, la concession, qui gérait les parcours et les déplacements des troupeaux. Cette dernière peut dès lors interférer sur la « politique laitière » des ménages. En matière de promotion des politiques laitières, la présente schématisation a permis ainsi de mettre en lumière l'inadéquation éventuelle du choix du gestionnaire de troupeau en tant qu'interlocuteur privilégié des techniciens en charge de leur application sur le terrain. A l'avenir, ils pourraient utilement user de cette schématisation, facile et rapide dans son application, en vue d'une meilleure efficacité de leurs discours ou de leurs appuis techniques.

L'intérêt de ce type de modèle est enfin d'être adaptable aux différentes situations rencontrées dans le delta du fleuve Sénégal. Des études sur d'autres terrains permettront de le préciser et de le valider dans une gamme plus large de contextes sahéliens.

Remerciements

Je tiens à remercier l'équipe du centre Isra de St Louis (Sénégal) pour son appui et son accueil.

BIBLIOGRAPHIE

1. BONFIGLIOLI A.M., 1988. Duda. Histoire de famille et histoire de troupeau chez un groupe de Wodaabe du Niger. Paris, France, Maison des sciences de l'homme, 293 p.
2. CORNIAUX C., 2001. Pratiques d'usage des ressources fourragères destinées aux troupeaux laitiers du delta du fleuve Sénégal. Liens avec la production et la commercialisation de lait. Mémoire DEA, université Paris VII, France / Cirad-emvt, Montpellier, France, 27 p.

3. CORNIAUX C., 2005. Gestion technique et gestion sociale de la production laitière : les champs du possible pour une commercialisation durable du lait. Cas des systèmes d'élevage actuels du delta du fleuve Sénégal. Thèse Doct., INA-PG, Paris, France, 250 p.
4. CORNIAUX C., VATIN F., FAYE B., 2006. Gestion du troupeau et droit sur le lait : les mécanismes de prise de décision en matière de production laitière au sein des concessions sahéliennes. *Agricultures*, **15** : 515-522.
5. DUPIRE M., 1962. Peuls nomades. Etude descriptive des Wodaabes nigériens. Paris, France, Karthala, 440 p.
6. GASTELLU J.M., 1979. Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique ? Abidjan, Côte d'Ivoire, Orstom Petit-Bassam, 22 p.
7. LANDAIS E., LHOSTE P., 1990. L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités de terrain. *Cah. Sci. Hum.*, **26** : 217-235.
8. LHOSTE P., MILLEVILLE P., 1986. La conduite des animaux : techniques et pratiques d'éleveurs. In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, France, Lemvt, p. 247-265. (Etudes et synthèses n° 20)
9. POUILLON F., 1990. Sur la « stagnation technique » chez les pasteurs nomades : les Peuls du Nord-Sénégal entre l'économie politique et l'histoire contemporaine. *Cah. Sci. Hum.*, **26** : 173-192.
10. RAYNAUT C., 1997. Sahels. Diversité et dynamiques des relations sociétés-nature. Paris, France, Grid, Karthala, 430 p.
11. SANTOIR C., 1993. Des pasteurs sur les périmètres. In : Boivin P., Dia I., Eds, Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en Moyenne Vallée du Sénégal, Atelier Orstom/Isra, St Louis, Sénégal, 19-21 oct. 1993, p. 375-405.
12. TOURE O., ARPAILLANGE J., 1986. Peul du Ferlo. Paris, France, L'Harmattan, 77 p.
13. TOURRAND J.F., LANDAIS E., 1994. Aménagements hydrauliques et développement : stratégies paysannes d'adaptation dans le delta du fleuve Sénégal (1984-1991). *Nat. Sci. Soc.*, **2** : 212-229.

Reçu le 09.08.2006, accepté le 19.03.2008

Summary

Corniaux C. Social and Zootechnical Organization of Dairy Products Management under Sahelian Conditions: The Milk Sphere. Case of the Senegal River Delta

In a Sahelian environment, the concession is a common, social, but also complex organization. An example is provided by dairy products management in pastoral and agropastoral environments. A schema of the social and zootechnical organization of such management was developed based on field work concerning farmers living in the Senegal River delta. Milking is a crucial step of milk management. It helps to shape the "milk sphere", which contains both livestock and people who drive them. The proposed model distinguished different decision making levels: that of milkers/farmers who decided on milked quantities (production), and that of women collectors who decided individually if milked milk was for self-consumption, trade or gift. Besides, the present model helped avoid the common trap of confusing herd manager or concession head with dairy farm head.

Keywords: Milk – Milk products – Milking – Organization – Family – Model – Senegal.

Resumen

Corniaux C. Organización social y zootécnica de la gestión de productos lecheros en medio sahelino: la esfera lechera. Caso del delta del río Senegal

En el Sahel, la concesión es una organización social común pero compleja. La ilustración es dada por la gestión de los productos lecheros en medio pastoril y agro pastoril. Sobre la base de un trabajo de campo llevado a cabo con criadores del delta del río Senegal, se estableció un esquema de la organización social y zootécnica de esta gestión. El ordeño es el momento crucial para la gestión de la leche. Este permite la determinación de los contornos de la esfera lechera, que reagrupa a la vez los animales en producción y los individuos que los gestionan. El modelo propuesto permite distinguir diferentes niveles de decisión: el del pastor-ordeñador que decide las cantidades a ordeñar (producción) y el de los colectores que deciden individualmente el futuro de la leche ordeñada (auto consumo, don, comercio). Por otro lado, nuestro modelo permite evitar la trampa frecuente de asimilar al gestor de hato o el jefe de concesión a un piloto de explotación lechera.

Palabras clave: Leche – Producto lácteo – Ordeño – Organización – Familia – Modelo – Senegal.

Effects of Non-Genetic Factors on Daily Milk Yield of Friesian Cows in Mahwa Station (South Burundi)

G. Hatungumukama^{1*} P.L. Leroy¹ J. Detilleux¹

Keywords

Friesian cattle – Dairy cow – Milk production – Burundi.

Summary

From 1991 to 2003, 75,650 daily milk records from 111 Friesian cows maintained at Mahwa station in Burundi were used to study the effects of the lactation length, age at calving, year and month of lactation, and parity on daily milk yield (DMY). Data were analyzed by the GLM procedure in SAS. All factors affected DMY significantly ($p < 0.001$). The overall average was 8.71 L/d. The peak milk yield of 11.48 ± 0.20 L/d occurred at the 15th day in milk on the lactation curve. The estimated linear (L/month) and quadratic (L/month²) regression coefficients for age at calving (in months) were -0.26 and 0.0052 in first parity, 0.49 and -0.0056 in second parity, and -0.22 and 0.0013 in third parity and above, respectively. Milk production decreased according to the year of lactation with the highest decrease in 1993. The minimum milk production was observed in 1995 with 6.91 ± 0.17 L/d and the maximum in 1991 with 15.55 ± 0.45 L/d. Milk production was significantly higher in February (9.75 ± 0.13 L/d) in the middle of the rainy season than in September (7.60 ± 0.13 L/d) at the end of the dry season. Least-squares means for DMY for first, second, and third lactations and above were 11.47 ± 0.30 , 5.23 ± 0.09 and 10.11 ± 0.06 L/d, respectively.

■ INTRODUCTION

In Eastern and Southern Africa, local dairy cattle breeds are predominant in the traditional sector. They are well adapted to tropical environments because of their high degree of heat tolerance, their resistance to tick-borne and other diseases occurring in the tropics, and their low maintenance requirements (18, 25). *Bos taurus* breeds that are predominantly found in temperate countries have a high potential milk production but they are not well adapted to tropical conditions because of their low heat tolerance and low disease resistance (25). Therefore, many African countries have introduced exotic cattle, mostly Friesian, Ayrshire, Jersey, Guernsey and Sahiwal cows (18).

Friesian is a common breed worldwide because of its high milk production. Most Friesian cows are bred in temperate countries of Europe, and in Canada and the United States of America (11). They are known for their fast growth, early maturity, high milk yield and long productive life. They were therefore imported into tropical and subtropical countries either to be maintained as purebred or to improve the indigenous cattle breeds (1). Productive and reproductive performances of purebred Friesians in the tropics are usually lower than those maintained in temperate climates and depend upon ecological and socioeconomic factors (8, 11). In Kenya, many large and medium-scale farms own purebred Friesians and their average milk production increased from 3577 kg/cow in 1985 to 5056 kg/cow in 1997. This increase was due to improved management techniques (19).

In Burundi, Ankole is the most common local breed. It has a low milk production but it is well adapted to the hard conditions of smallholders. The low productivity of these indigenous cows cannot meet Burundians' needs in milk. Moreover, the population

1. Université de Liège, faculté de médecine vétérinaire, boulevard de Colonster, 20, B43, B-4000 Liège, Belgique.

* Corresponding author

E-mail: hatungumukama@yahoo.com

increase makes it difficult to find natural pastures to rear cows. The number of cattlehead thus decreased from 675,000 in 1970 to 430,607 in 1990. In 1996, PNUD (21) estimated at 248,500 t the Burundian deficit in dairy products. In an attempt to improve the situation, the Ministry of Agriculture and the Institut des sciences agronomiques du Burundi (ISABU) established public farms where local cows were crossbred with exotic breeds. The importation of pure Friesians in Mahwa station dates back to 1991 and 1992, when 75 and 80 pregnant heifers, respectively, were imported from Zimbabwe. The adaptability and productivity of Friesian cows were studied under modern farming conditions, either as a pure breed or after crossing them with local breeds, before releasing them to smallholders. The aim of this study was to assess the effects of the lactation length, age at calving, parity, and year and month of lactation on daily milk yield (DMY) of Friesian cows maintained at Mahwa station.

■ MATERIALS AND METHODS

Site

The study was carried out at the Mahwa station of ISABU. The station was built in 1954 by the Burundian Ministry of Agriculture to improve the milk production of local cattle by crossbreeding them with exotic breeds and by introducing European dairy breeds (3). It is located in Bututsi's natural region at 1850 m of altitude, 3°47' S lat. and 30° E long., on an area of 850 ha. The weather is characterized by a rainy season from October to May and a dry period from June to September. A short dry season of two weeks is also regularly observed between January and February. Total annual rainfall ranges from 1400 to 1700 mm (20). The mean temperature oscillates between 17.6 and 17.8°C with maxima at 23.5 to 24.8°C, and minima at 8.9 to 10.3°C (23). At the time of the study, there were 182 cows at the station, with 4 purebred Sahiwal, 88 crossbred Sahiwal-Ankole, 47 crossbred Ayrshire-Sahiwal-Ankole, 39 purebred Friesian and 4 crossbred Montbéliarde-Sahiwal-Ankole. This station was trypanosome free because tsetse flies could not survive at the high altitude and moderate temperatures of the station.

Animal and herd management

Animal management had been intensive from the date of importation of Friesian cows (1991-1992) until October 1993, when the Civil War started in Burundi. Thereafter, animal management deteriorated and dairy cattle were managed semi-intensively with grass in the morning (8 h am to 14 h pm) and a forage complement distributed in the pen in the afternoon. For each liter of milk produced, lactating cows were supplemented with 0.25 kg of a concentrate composed of 20% palm tree oilcake, 35% rice bran, 35% corn maize, 10% soya flour, and 4% minerals. The forage complement and concentrate mix were distributed according to their availability. Cows were milked twice a day and production was recorded every day.

Daily milk yields were collected from 1991 to 2003 on 111 Friesian lactating cows for a total of 87,779 records. Data included the animal's identity, birth and calving dates, lactation number, year and month of lactation (at the time of observation), lactation length, and quantity of milk produced. Only lactation lengths of 100 to 305 days were considered in the analyses because lactation lasting less than 100 days were associated with diseases. A total of 8196 DMYs were discarded; they concerned in particular lactation lengths over 305 days. Cows in first parity aged from 20 to 81 months, those in second parity from 25 to 100 months, and those in third parity and above from 55 to 160 months. When the age at

calving was missing, the mean age of cows with the same parity was used. After editing, 76,650 DMYs were retained for analysis.

Data analysis

Data were analyzed by a linear model including the test-day in the lactation (1 to 305 days), parity ($n = 3$), age at calving nested within parity (23 to 122 months), year of lactation (1991 to 2003), month of lactation ($n = 12$), and interaction effect between year and month of lactation. Data were analyzed by the GLM procedure of SAS with the following linear model:

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + F_m + \beta_1 B(F_m) + \beta_2 B^2(F_m) + C_k + D_l + CD_{kl} + e_{ijklmn}$$

where Y_{ijklmn} was a single DMY on the n^{th} animal, μ the overall mean, A_i the effect of i^{th} day in milk ($i = 1, 2 \dots 305$), F_m the effect of m^{th} parity ($m = 1, 2, 3$), $B(F_m)$ the covariate effect of age at calving (in months) nested within m^{th} parity, $B^2(F_m)$ the covariate effect of squared age at calving (in months²) nested within m^{th} parity, β_1 and β_2 the linear and quadratic regression coefficients, C_k the effect of k^{th} year of lactation ($k = 1, 2 \dots 13$), D_l the effect of the first month of lactation ($l = 1, 2 \dots 12$), CD_{kl} the interaction effect between year and month of lactation, e_{ijklmn} the residual random effect associated with Y_{ijklmn} observation. Results were given as least-squares means (LSMs) of DMY plus/minus standard errors. Only significant differences ($P < 0.001$) were reported.

■ RESULTS

The overall mean DMY was 8.71 L/d. The model explained 54.53% of the variability observed in DMY (Table I). All explanatory variables significantly influenced DMY. The lactation shape was typical and followed the theoretical curve as described by Wood (26), and Dhanoa et al. (9). Milk yields increased quickly from 5.24 ± 0.21 L/d on the first day in milk to a peak of 11.48 ± 0.20 L/d at day 15 in milk. High DMY (> 11.20 L/d) persisted from days 11 to 50 in milk and thereafter. DMY decreased gradually and reached 6.47 ± 0.25 L/d at the end of the lactation (Figure 1).

Table I

Analysis of variance of daily milk yield of Friesian cows reared at Mahwa station. All effects influenced the yields significantly ($p < 0.001$)

Explanatory variables	Degree of freedom	Sequential sum of squares	Partial sum of squares
Parity	2	91,504	8,658
Age at calving within parity (month)	3	13,927	10,047
Age ² at calving within parity (month ²)	3	11,215	11,308
Lactation year	12	203,433	190,080
Lactation month	11	119,195	20,699
Interaction lactation year*month	119	136,397	136,397
Days in milk	304	137,364	137,364

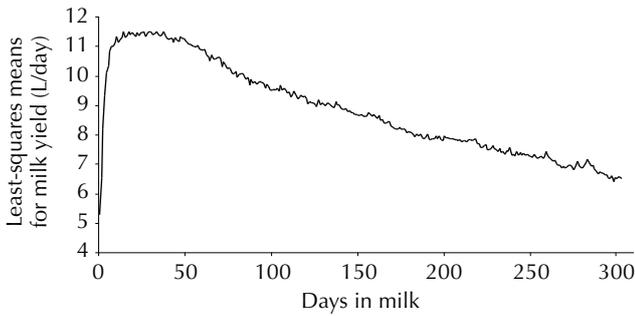


Figure 1: Least-squares means of daily milk yield during the lactation (305 days in milk) of Friesian cows maintained in Mahwa station.

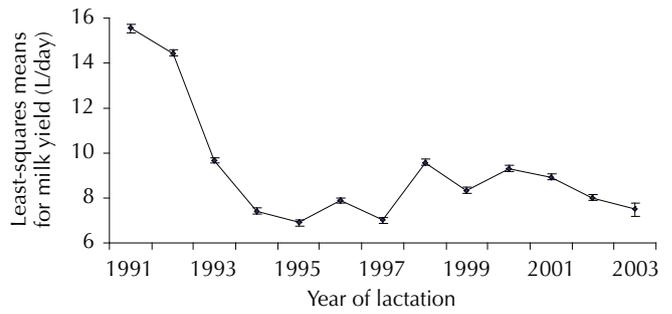


Figure 3: Evolution of least-squares means of daily milk yield through different years of Friesian cows' lactation in Mahwa station.

The mean age at calving in the first, second, and third and more parity were 35.4, 52.7 and 98.4 months, respectively. The estimated linear (L/month) and quadratic (L/month²) regression coefficients for age at calving were -0.26 and 0.0052 in the first parity, 0.49 and -0.0056 in the second one, and -0.22 and 0.0013 in the third one and above, respectively. LSMs of DMY increased with the calving age in the first parity. In the second parity, the trend was curvilinear with maximum production at the age at calving of 44 months. In the third parity, a little decrease was observed from the 56th to 86th months. Milk production slowly increased thereafter. The trends for each parity are given in Figure 2, as $\hat{y} = \hat{a}_i + b_1 B(F_m) + b_2 B^2(F_m)$, where \hat{a}_i is the LSM for each parity ($i = 1, 2, 3$), and b_1 and b_2 are the estimated regression coefficients.

A high variability was observed between yearly DMY with a major drop from 1992 to 1993. After 1993, milk production stayed below the yields observed in 1991 and 1992 (15.55 ± 0.45 and 14.44 ± 0.13 L/d). The minimum LSM for DMY was observed in 1995 with 6.91 ± 0.17 L/d. A little increase in DMY was observed from 1997 to 1998 (9.59 ± 0.19 L/d). Thereafter, it decreased and reached a second minimum in 2003 (7.51 ± 0.40 L/d) (Figure 3).

LSMs for monthly DMY were also variable. The minimum was observed in September (7.60 ± 0.13 L/d), i.e. at the end of the dry season. The maximum LSM for DMY was observed in February (9.75 ± 0.13 L/d) in the middle of the rainy season. A relative high milk production was maintained from January to May when the rainy season ended (Figure 4). LSMs for DMY for the first, second, and third and more lactations were 11.47 ± 0.30 , 5.23 ± 0.09 and 10.11 ± 0.06 L/d, respectively.

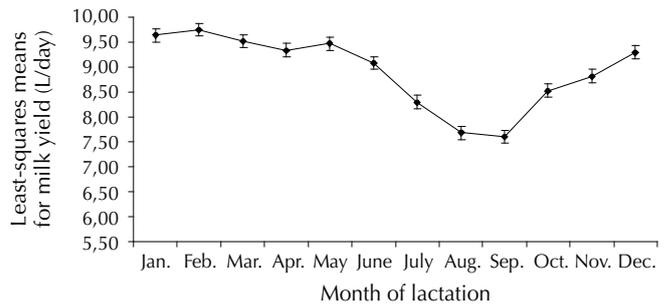


Figure 4: Evolution of least-squares means of daily milk yield according to the month of lactation of Friesian cows maintained in Mahwa station.

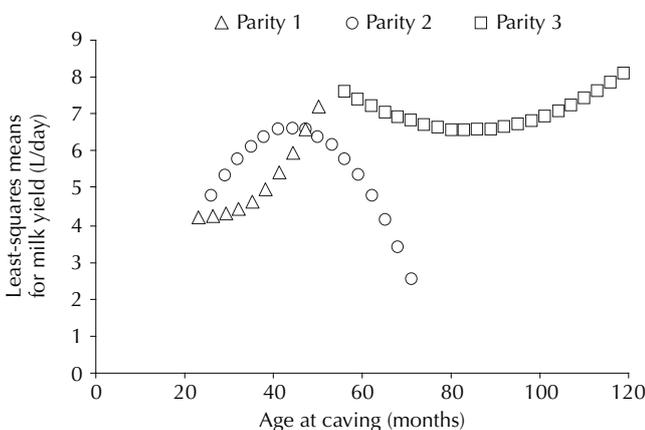


Figure 2: Linear and quadratic effects of age at calving (in months) on daily milk yield in Friesian cows; ordinary least-squares solutions from the model.

DISCUSSION

The overall average DMY observed here (8.71 L/d) was higher than the overall average DMY reported by Hatungumukama et al. (12) on Ayrshire crossbred cows (6.11 L/d) kept at the same station. On the other hand, it was lower than the average of 9.99 kg/day obtained by Tadesse and Dessie (25) on Friesian cows in Debre Zeit, a station of Ethiopia. It was also lower than the 11.5 L/d reported by Bayemi et al. (4) in Cameroon, and the 10.1 to 13.9 L/d reported by Combellas et al. (8) for supplemented Friesian cows. In Mahwa station, Friesian cows were not nearly expressing their genetic potential. Low milk production could have been due to the low level of concentrate feeding that forced animals to depend mainly on natural pasture composed of *Eragrostis olivacea*, one of the least-nutritive plants.

The period of peak lactation (15th day in milk) was consistent with that observed by Adeneye and Adebajo (1), who reported a peak during the first month of lactation for British Friesians in Western Nigeria. But the peak was more persistent than noted by the same authors. The peak yield obtained in Mahwa station (11.48 ± 0.20 L/d) was lower and occurred earlier than the peak (18.8 L/d at day 65 in milk) reported by Chagunda et al. (7) in Friesian cows in Southern Malawi.

The mean age at first calving of 35.4 months was higher than that of 25.2 and 30.5 months reported by Ageeb and Hayes (2), and Kabuga and Kwaku Agyemang (14), respectively. The mean age at second calving of 52.7 months was higher than that of 43.2 months observed by Kabuga and Kwaku Agyemang (14). This low precocity might have been related to the extensive farming conditions of the station.

The increase in milk production with the increasing age at calving in parity 1 was consistent with results reported by other authors (15, 16, 22) who found that milk production increased with the calving age in first and second parities. The curvilinear trend in parity 2 disagreed with results found elsewhere (15, 16, 22, 24). The decrease observed after the 44th month of calving age could be associated with the low nutrition and deteriorated animal management in the station since October 1993. The increased trend observed in the third parity was associated with the selection applied in the station where the least productive animals were sold and the most productive ones were kept until old age. The low linear and quadratic coefficients in third parity agreed with Kafidi's results (15).

Changes in management, feeding regime and other environmental factors are usually responsible for the variation of milk production through years (7, 12). Kabuga and Kwaku Agyemang (14) reported that the variation of the chemical composition of forage and concentrate mix explained the variation of Friesian milk production in Kumasi from 1975 to 1981. The 1993 Civil War caused financial problems in Mahwa station. Managerial changes associated with the war probably explained the decline in 1993 and the minimum DMY in 1995. The milk production drop in 1993 was also reported by Hatungumukama et al. (12) on the Ayrshire crossbred cows in the same station. The slight increase observed from 1997 to 1998 could have been due to a little increase in animal feeding. Genetic factors could also explain the low milk yield observed in 2003. During this period, the lactating cows were born at Mahwa station from bulls with a probably low genetic breeding value.

LSMs for DMY also differed with the seasons. Many other authors have reported low DMY during the dry and hot periods (2, 10, 12). In this study, DMY was lowest at the end of the dry season. One of the many constraints on milk production in the tropics is the low availability of natural forage during the dry season. Moreover, high temperatures during the dry season reduce feed intake and milk production (2, 6, 17). Ageeb and Hayes (2) reported that Friesian cows are more sensitive to heat stress than local breeds and their crossbreds.

The highest LSM for milk production observed in parity 1 was in disagreement with results from other authors (5, 10, 12, 13, 25), who observed that milk production increased from parity 1 to 3. This might be explained by the fact that many Friesian cows had their first calf in 1992, under intensive management conditions compared to the deteriorated conditions in 1993, when they were in parity 2. Moreover, LSMs were adjusted for the other effects in the model, including the linear trend in age at calving that was negative. The little improvement in animal feeding associated with security reestablishment in 1998, the selection of more productive cows in the station and the greater feed intake in old cows might have explained the increase from parity 2 to 3, even if production remained lower than in parity 1.

■ CONCLUSION

The introduction of Friesian cows in Mahwa station improved milk production. However, this production was lower than those observed by authors who worked on tropical Friesian cows (2, 4, 8, 14, 25); in Mahwa station, Friesian cows could not express their genetic potential because of the low level of feed and sanitary conditions, especially since 1993 when the war started. Therefore, it will be necessary to improve animal feed and health in Mahwa station in order to benefit from genetic selection programs.

Acknowledgments

The authors are grateful to BTC for funding this study. They also thank the team of Mahwa station for providing data. The researchers in quantitative genetics at the Faculty of Veterinary Medicine of Liege are acknowledged for their help in data processing and analyzing.

REFERENCES

- ADENEYE J.A., ADEBANJO A.K., 1978. Lactational characteristics of imported British Friesian cattle in Western Nigeria. *J. Agric. Sci.*, **91**: 645-651.
- AGEEB A.G., HAYES J.F., 2000. Genetic and environmental effects on the productivity of Holstein-Friesian cattle under the climatic conditions of Central Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.*, **32**: 33-49.
- BANZIRA M., 1990. Historique de la recherche zootechnique à la station de Mahwa. In: Actes Journée de la recherche agronomique, Bujumbura, Burundi, Institut des sciences agronomiques du Burundi, 3-8 déc. 1990, 471 p.
- BAYEMI P.H., BRYANT M.J., PERERA B.M.A.O., MBANYA J.N., CAVESTANY D., WEBB E.C., 2005. Milk production in Cameroon: A review. *Livest. Res. rural Dev.* <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/6/baye17060.htm> (12/04/2006).
- BEE J.K., MSANGA Y.N., KAVANA P.Y., 2005. Lactation yield of crossbred dairy cattle under farmer management in Eastern coast of Tanzania. *Livest. Res. rural Dev.* <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/2/bee18023.htm> (02/03/2006).
- BREIHNHOLT K.A., GOWEN F.A., NWOSU C.C., 1981. Influence of environmental and animal factors on day and night grazing activity of imported Holstein-Friesian cows in the humid Lowland of Nigeria. *Trop. Anim. Prod.*, **64**: 300-307.
- CHAGUNDA M.G., WOLLNY C.B.A., NGWERUME F., KAMWANJA L.A., MAKHAMBERA T.P.E., 2006. Environmental factors affecting milk production of Holstein Friesian herd in Southern Malawi. <http://www.ilri.cgiar.org/InfoServ/Webpub/FullDocs/AnGenResCD/docs/ProceedAnimalBreedAndGenetics/ENVIRONMENTAL.htm> (23/05/2006).
- COMBELLAS J., MARTINEZ N., CAPRILES M., 1981. Holstein cattle in tropical areas of Venezuela. *Trop. Anim. Prod.*, **3**: 214-220.
- DHANOVA M.S., LE DU Y.L.P., 1982. A partial adjustment model to describe the lactation curve of a dairy cow. *Anim. Prod.*, **34**: 243-247.
- EPAPHRAS A., KARIMURIBO E.D., MSELLEM S.N., 2004. Effect of season and parity on lactation of crossbred Ayrshire cows reared under coastal tropical climate in Tanzania. *Livest. Res. rural Dev.*, **16**. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/6/epap16042.htm> (01/03/06).
- FREITAS M., MISZTAL I., BOHMANOVA J., TORRES R., 2006. Regional differences in heat stress in U.S. Holsteins. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 13-18 Aug. 2006.
- HATUNGUMUKAMA G., IDRISSE D.S., LEROY P.L., DETILLEUX J., 2006. Effects of non-genetic and crossbreeding factors on daily milk yields of Ayrshire x (Sahiwal x Ankole) cows in Mahwa station (Burundi). *Livest. Sci.*, **110**: 111-117.
- JOHNSON C.R., LALMAN D.L., APPEDDU L.A., BROWN M.A., WETMAN R.P., BUCHANAN D.S., 2002. Effect of parity and milk production potential on forage intake of beef cows during lactation. *Anim. Sci. Res. Rep.* <http://www.ansi.okstate.edu/research/2002rr/12/index.htm> (04/04/2006).
- KABUGA J.D., KWAKU AGYEMANG, 1984. Performance of Canadian Holstein-Friesian cattle in the humid forest zone of Ghana. I. Milk production. *Trop. Anim. Health Prod.*, **16**: 85-94.
- KAFIDI N., 1995. Etude des caractères de production laitière partielle et à 305 jours en première lactation. Evaluation précoce des taureaux laitiers sur base de lactations terminées et non terminée. Thèse Doct., faculté de médecine vétérinaire, université de Liège, Belgique, 167 p.
- LEROY P.L., 1981. Application des modèles linéaires sur l'évaluation génétique des bovins laitiers. Liège, Belgique, faculté de médecine vétérinaire, 345 p.
- MORAND-FEHR P., DOREAU M., 2001. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. *Prod. Anim.*, **14**: 15-27.

18. MWENYA W.N.M., 2006. The impact of the introduction of exotic cattle in Eastern and Southern Africa. <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5485E/x5485e04.htm> (11/04/2006).
19. OJANGO J.M.K., POLLOTT G.E., 2001. Genetics of milk yield and fertility in Holstein-Friesian cattle on large scale Kenyan farms. *J. Anim. Sci.*, **79**: 1742-1750.
20. OTOUL C., 1991. Liste de données pluviométriques et thermiques de 1971/72 à 1989/90. In : Banque de données sur le climat de huit stations de l'Institut des sciences agronomiques du Burundi. Bujumbura, Burundi, Institut des sciences agronomiques du Burundi, 87 p.
21. PNUD, 1996. Rapport sur les effets de la crise socio-politique sur l'environnement. Bujumbura, Burundi, Pnud, 184 p.
22. ROENNINGEN K., 1967. Phenotypic and genetics parameters for characters related to milk production in cattle. *Acta Agric. Scand.*, **17**: 83-100.
23. SHEHATA N., 1992. Définition des sous-régions et des aires de référence du Bututsi. Bujumbura, Burundi, Institut des sciences agronomiques du Burundi, 83 p.
24. SYRSTAD O., 1965. Studies on dairy records. II. Effect of age and season at calving. *Acta Agric. Scand.*, **15**: 31-64.
25. TADESSE M., DESSIE T., 2003. Milk production performance of zebu, Holstein Friesian and their crosses in Ethiopia. *Livest. Res. rural Dev.*, **15**. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/3/Tade153.htm> (04/03/06).
26. WOOD P.D.P., 1976. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production with estimates of seasonal variation. *Anim. Prod.*, **22**: 35-40.

Reçu le 21.12.2006, accepté le 19.10.2007

Résumé

Hatungumukama G., Leroy P.L., Detilleux J. Influence des facteurs non génétiques sur la production laitière journalière des vaches Frisonnes à la station de Mahwa (sud du Burundi)

Entre 1991 et 2003, 75 650 données sur la production laitière journalière de vaches Frisonnes de la station de Mahwa ont été collectées pour étudier les effets de la durée de lactation, de l'âge au vêlage, de l'année et du mois de lactation, et de la parité sur cette production. Les données ont été analysées à l'aide d'un modèle linéaire (procédure GLM de SAS). Tous les facteurs ont influencé significativement la production laitière ($P < 0,001$). La moyenne générale a été de 8,71 l/jour. La production laitière a suivi la courbe théorique de lactation avec un pic de lactation de $11,48 \pm 0,20$ l/jour au 15^e jour de lactation. L'âge au vêlage a influencé la production, avec des coefficients de régression linéaire et quadratique de $-0,26$ l/mois et $0,0052$ l/mois² en première parité, de $0,49$ l/mois et $-0,0056$ l/mois² en deuxième parité, et de $-0,22$ l/mois et $0,0013$ l/mois² en troisième (et plus) parité. La production laitière a diminué au cours des années de lactation avec la chute la plus importante en 1993. Elle a atteint un minimum en 1995 avec $6,91 \pm 0,17$ l/jour et un maximum en 1991 avec $15,55 \pm 0,45$ l/jour. Elle a été significativement plus élevée en février ($9,75 \pm 0,13$ l/jour) au milieu de la saison pluvieuse qu'en septembre ($7,60 \pm 0,13$ l/jour) en fin de saison sèche. La moyenne des moindres carrés pour la production laitière journalière a été respectivement de $11,47 \pm 0,30$, $5,23 \pm 0,09$, et $10,11 \pm 0,06$ l/jour en première, deuxième et troisième (et plus) lactation.

Mots-clés : Bovin Frison – Vache laitière – Production laitière – Burundi.

Resumen

Hatungumukama G., Leroy P.L., Detilleux J. Efectos de los factores no genéticos sobre los rendimientos de leche diarios de las vacas lecheras Friesian en la estación de Mahwa (sud Burundi)

Entre 1991 y 2003, los 75 650 records diarios de leche mantenidos para 111 vacas Friesian en la estación de Mahwa en Burundi fueron utilizados para estudiar los efectos de la duración de la lactación, edad al parto, año y mes de lactación y la paridad en los rendimientos diarios de leche (RDL). Los datos fueron analizados mediante el procedimiento de GLM en SAS. Todos los factores afectaron RDL significativamente ($p < 0,001$). El promedio total fue 8,71 l/día. El pico del rendimiento de leche fue de $11,48 \pm 0,20$ l/día, ocurriendo al día 15 de leche en la curva de lactación. Los coeficientes de regresión lineal (l/mes) y cuadrática (l/mes²) para edad al parto (en meses) fueron $-0,26$ y $0,0052$ para el primer parto, $0,49$ y $0,0056$ para el segundo parto y $-0,22$ y $0,0013$ para el tercer parto o más, respectivamente. La producción de leche disminuyó según el año de lactación, con la mayor disminución en 1993. La mínima producción de leche se observó en 1995 con $6,91 \pm 0,17$ l/día y la máxima en 1991 con $15,55 \pm 0,45$ l/día. La producción de leche fue significativamente más alta en febrero ($9,75 \pm 0,13$ l/día) en medio de la estación lluviosa, que en septiembre ($7,60 \pm 0,13$ l/día) al fin de la estación seca. Los cuadrados mínimos para RDL para la primera, segunda y tercera lactación o más fueron de $11,27 \pm 0,30$, $5,23 \pm 0,09$ y $10,11 \pm 0,06$ l/día, respectivamente.

Palabras clave: Ganado bovino Frison – Vaca lechera – Producción lechera – Burundi.

Critères de sélection des bovins laitiers par les éleveurs autour de Niamey au Niger

P. Belli^{1*} J. Turini¹ A. Harouna¹ I.A. Garba¹
E. Pistocchini¹ M. Zecchini¹

Mots-clés

Bovin – Critère de sélection – Lait – Méthode d'élevage – Zone urbaine – Zone périurbaine – Niger.

Résumé

Une enquête portant sur 164 éleveurs de bovins laitiers de la communauté urbaine de Niamey (Niger) a été menée pour identifier les paramètres à considérer localement lors de jugement zootechnique. Les interviewés, principalement des hommes (57,0 p. 100), illettrés (81,1 p. 100), appartenaient majoritairement aux ethnies Peul (56,1 p. 100) et Zarma (34,8 p. 100). L'étude a concerné 1 635 zébus dont 26,5 p. 100 étaient des vaches en lactation et 28,8 p. 100 des veaux. A l'achat des animaux, les éleveurs préféraient les vaches en lactation (41,0 p. 100), les génisses (33,5 p. 100), puis les mâles (23,9 p. 100). Le premier critère par les éleveurs pour choisir les bovins était la race : Djelli (66,4 p. 100), Azawak (12,2 p. 100) et Bororo (5,3 p. 100). Par ailleurs, les éleveurs identifiaient d'autres critères secondaires, tels que la robe (50,6 p. 100), la forme des mamelles (34,8 p. 100), l'état corporel de l'animal (8,5 p. 100), les testicules (2,4 p. 100) et les cornes (2,4 p. 100).

■ INTRODUCTION

Le Niger est un pays situé au sud du Sahara et dont l'économie est basée sur l'agriculture, l'élevage et l'exploitation de l'uranium (6). Les cycles de sécheresse, ces dernières années, ont aggravé les crises alimentaires (famine) et sanitaires (paludisme, méningite, grippe aviaire, etc.) (5). Cependant, avec 12 p. 100 du produit intérieur brut (4, 6), l'élevage est traditionnellement pratiqué seul ou associé à l'agriculture, par environ 90 p. 100 de la population. Certains groupes ethniques, comme les Peuls, les Touaregs, les Arabes et les Toubous, ont comme alimentation de base les produits d'élevage. Les cinq principales races bovines élevées dans le pays sont réparties en deux groupes : zébus ou *Bos indicus* (Azawak, Djelli ou Peul nigérien, Goudali et Bororo) et taurins ou *Bos taurus* (Kouri) (12). Les caractéristiques morphologiques et les aptitudes productives de ces races sont résumées dans le tableau I.

Le Niger présente une population d'environ 13 957 000 habitants, avec un taux d'accroissement le plus élevé du monde (3,3 p. 100) (4). Cette pression démographique entraîne une augmentation des besoins des populations en produits d'origine animale (15), ce qui a favorisé le développement d'un élevage laitier périurbain se traduisant par la concentration des éleveurs ruraux autour de la ceinture urbaine de Niamey qui compte actuellement 800 000 habitants (7). On estime le cheptel de la communauté urbaine de Niamey à environ 37 500 unités de bétail tropical (UBT) pour une superficie de 23 926 ha (16). Leur composition et répartition sont consignées dans le tableau II.

Malgré le grand capital animal, le système d'élevage nigérien demeure peu moderne et peu productif. Les éleveurs nigériens ignorent les techniques modernes de sélection des animaux. Ces techniques sont méconnues par la grande masse et ne sont pas prises en compte dans l'élaboration des stratégies de développement de l'élevage (1, 2). Ces dernières décennies, dans les pays développés, les exigences du marché en produits d'origine animale ont entraîné la sélection d'animaux à haut potentiel de production (par exemple la précocité pour la production de viande et la productivité dans le cas du lait). Dans ce contexte, l'élevage a pour objectif une rentabilité économique indépendamment de toute considération socioculturelle. Cependant, ces principes de

1. Facoltà di Medicina Veterinaria, Milano, Italia.

* Auteur pour la correspondance

Dipartimento di scienze animali, facoltà di medicina veterinaria, Via Celoria 10, 20133 Milano, Italia.

Tél. : +39 02 50 31 80 41 ; fax : +39 02 50 31 80 30

E-mail : paola.belli@unimi.it

Tableau I

Caractéristiques des races bovines du Niger (d'après Payne et Hodjes, 1997)

	Azawak	Djelli	Bororo	Goudali	Kouri
Poids (kg)	300–500	250–350	350–500	350–500	400–700
Robe	Mélange de rouge et blanc, noir et blanc ou fauve	Habituellement blanche ou pie	Brune, acajou, ou rouge foncé	Blanche, grise ou claire	Blanche ou isabelle
Cornes	Moyennes chez le mâle et courtes chez la femelle	Variables en longueur et forme	Longues, larges, en forme de lyre	Courtes ou moyennes	Larges et volumineuses, en forme de croissant lunaire
Production de lait (kg par lactation)	800–1 100	400–450	180–300	230	200–250
Rendement en viande (%)	48–52	50	40–50	50	50

Tableau II

Composition et répartition du cheptel de la communauté urbaine de Niamey (d'après Vias et coll., 2003)

Animaux	Nombre de têtes	UBT *	Densité (tête/ha)
Petits ruminants	93 858	18 772	3,92
Bovins	21 611	17 289	0,9
Equins	330	350	0,015
Asins	1 435	841	0,06
Camelins	285	330	0,01
Total	–	37 582	–

* Unités de bétail tropical

- disponibilité des éleveurs à répondre aux questionnaires sans contrepartie ;
- importance du troupeau bovin de l'éleveur (minimum cinq têtes) ;
- localisation de ce troupeau dans la zone d'étude.

Une première visite de terrain a été effectuée pour présenter les objectifs et les motivations de l'étude avant de fixer une seconde rencontre pour administrer les questionnaires. Les enquêtes ont été conduites de façon individuelle, chez l'éleveur, non loin de son troupeau.

Les questions ont été organisées en trois parties ; les deux premières, pour obtenir les informations générales sur l'éleveur (âge, sexe, ethnie, état civil, niveau d'instruction, activités professionnelles) et sur le troupeau bovin (nombre, catégorie, lieu de pâturage), étaient à choix multiple. La troisième, au contraire, sur les critères de choix des animaux, était à réponse libre. Les données obtenues ont été analysées avec le programme Spss (13) en utilisant le test de chi carré au seuil de 5 p. 100.

spécialisation des animaux sont mûris progressivement dans des réalités historiques bien précises. Il ressort très clairement de grandes difficultés à transférer les mêmes schémas d'élevage vers d'autres réalités diverses, comme il a été tenté de le faire pendant des années. Le risque majeur est d'aboutir à des réponses non adaptées aux nouvelles conditions. C'est pourquoi, les auteurs ont abordé ce problème avec les éleveurs des bovins autour de Niamey dans le but d'identifier leurs paramètres de jugement zootechnique, afin de comprendre quels critères alternatifs peuvent être pris en considération comme caractéristiques du milieu d'enquête.

MATERIEL ET METHODES

La zone autour de Niamey a été divisée en trois sous-zones (figure 1) : urbaine (zone A), périurbaine (zone B) et périphérique (zone C). Le choix des 16 sites a été fait selon les données bibliographiques (8, 16) qui indiquaient la présence d'un bassin laitier dans les zones B et C. Les 164 éleveurs enquêtés ont été retenus en fonction des critères suivants :

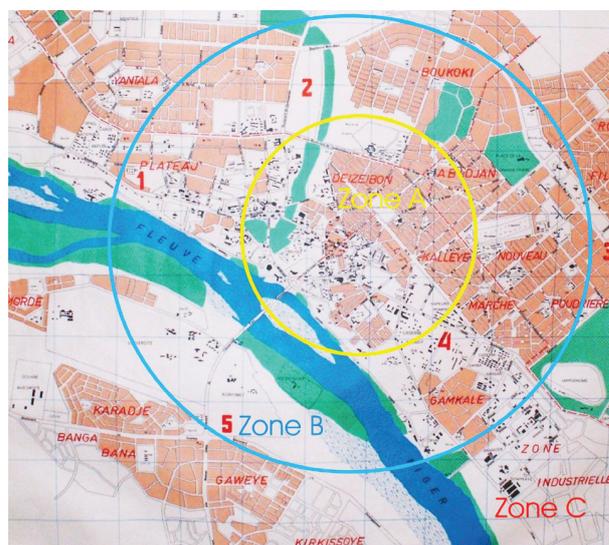


Figure 1 : répartition et distance des zones d'étude du centre de Niamey ; zone A : zone urbaine (0-10 km du centre) ; zone B : zone périurbaine (11-20 km du centre) ; zone C : zone périphérique (plus de 20 km du centre).

■ RESULTATS

Les enquêtes se sont déroulées d'avril à mai 2005 et ont concerné 164 éleveurs répartis dans 16 villages localisés dans la zone B. Les animaux étaient dans les zones B et C, où il existait des possibilités de pâturage. Le contexte géographique et la situation socio-économique et culturelle de ces villages se sont révélés similaires.

Dans l'échantillon, l'élevage était surtout pratiqué par les ethnies Peul (56,1 p. 100) et Zarma (34,8 p. 100), tandis que les autres ethnies (Kourteye, Haussa, Songhay, Arabe, etc.) étaient minoritaires. L'âge moyen des éleveurs enquêtés était de 47 ans. Les femmes représentaient 42,1 p. 100 de l'échantillon et étaient généralement plus âgées que les hommes (respectivement 48,6 et 45,8 ans). Le pourcentage d'éleveurs illettrés était de 81,1 p. 100 contre 16,5 p. 100 qui avaient fréquenté l'école coranique et 2,4 p. 100 l'école primaire ou secondaire.

Par ailleurs, 92,7 p. 100 étaient mariés, 3,1 p. 100 veufs, 1,2 p. 100 divorcés et 3,1 p. 100 célibataires. Toutes les personnes interviewées étaient des éleveurs de bovins et certaines (60,9 p. 100) exerçaient une activité secondaire telle que l'agriculture, le commerce, l'horticulture et la pêche (figure 2).

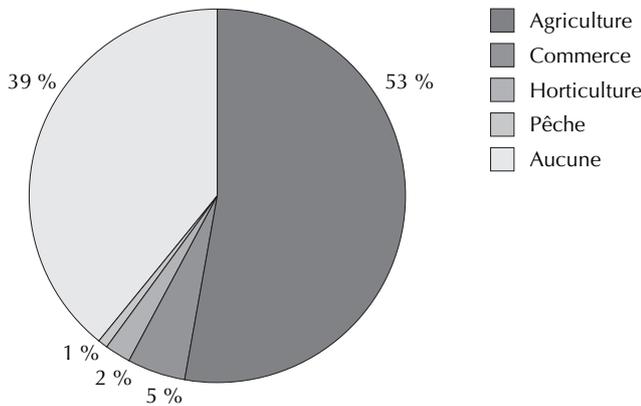


Figure 2 : activité secondaire des 164 éleveurs enquêtés exprimée en pourcentage.

En termes de données zootechniques, la majeure partie de l'échantillon d'étude (58,5 p. 100) faisait de l'élevage une activité familiale plutôt qu'économique, 22,6 p. 100 des éleveurs avaient un objectif exclusivement économique et 18,9 p. 100 associaient les deux activités. Les modes d'acquisition des animaux étaient l'héritage (53,1 p. 100), le don, le prêt, l'achat et le confiage. Les achats se faisaient dans les marchés du bétail situés dans les zones B et C (au maximum à 25 km du centre de Niamey), tels que Lazaret (Tourakou), Balleyara, Torodi, Gotheye et Mangaizé. Mais, certains éleveurs (14 p. 100) ont déclaré avoir acheté leurs animaux à l'intérieur même de leur village. Aussi, dans 92 p. 100 des cas, les propriétaires n'étaient pas ceux qui s'occupaient directement des animaux ; ils faisaient appel à la main-d'œuvre salariale (75 p. 100) ou familiale (25 p. 100), surtout pour la traite et la conduite au pâturage.

Les effectifs des bovins de l'échantillon de l'enquête, constitués de vaches en lactation (26,5 p. 100) et de veaux (28,8 p. 100), s'élevaient à 1 635 têtes et étaient répartis en zones B (67,9 p. 100) et C (13 p. 100). Le lait était la principale spéculation, ce qui expliquait l'installation des éleveurs en zone périurbaine due à la présence de sociétés de transformation et des consommateurs.

Les mâles (taureaux, taurillons et bœufs) étaient peu représentés et se trouvaient à proximité du village et de la ville pour la pratique de l'embouche (figures 3 et 4).

La troisième partie du travail a permis d'avoir des informations sur les animaux préférés des éleveurs. En effet, le choix à l'achat était porté sur des vaches en lactation (41 p. 100), des génisses (33,5 p. 100) et des mâles entiers ou castrés (23,9 p. 100).

Les auteurs ont cherché à approfondir les critères traditionnels de choix au moment de l'achat des animaux, en demandant aux éleveurs les caractéristiques d'un « bon » animal. En effet, le choix de la race a fait l'unanimité des personnes enquêtées, même si certains éleveurs (27,4 p. 100) n'ont pas pu expliquer pourquoi ils portaient leur choix sur la race en premier lieu. Parmi les autres, 66,4 p. 100 avaient choisi la race Djelli pour son bon indice d'accroissement pondéral (46,3 p. 100), sa bonne production laitière (22,3 p. 100), sa prolificité (8,8 p. 100) ou sa docilité (6,3 p. 100). Aussi, un petit nombre d'éleveurs de cette race ont fait cas de leur tradition culturelle et d'autres critères moins zootechniques, comme la robe blanche visible la nuit, considérée comme un bon paramètre pour la surveillance nocturne.

En revanche, 12,2 p. 100 des éleveurs préféraient la race Azawak, reconnue pour son bon marché (11,8 p. 100) et sa bonne production laitière (76,5 p. 100). Toutefois, certains éleveurs reprochaient à l'Azawak une forte exigence alimentaire, aussi bien en quantité qu'en qualité, pour exprimer ces performances productives.

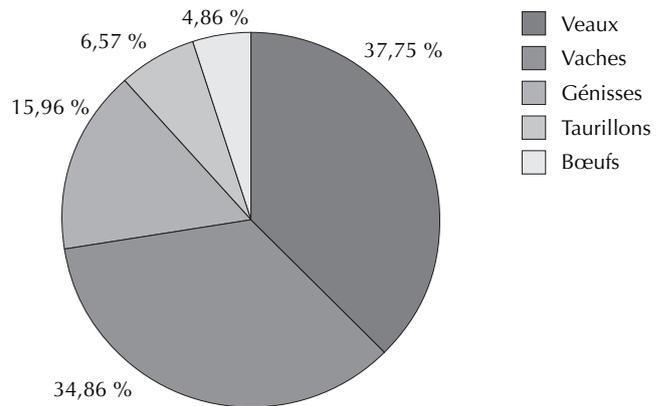


Figure 3 : répartition et composition des animaux de la zone C de l'échantillon d'étude.

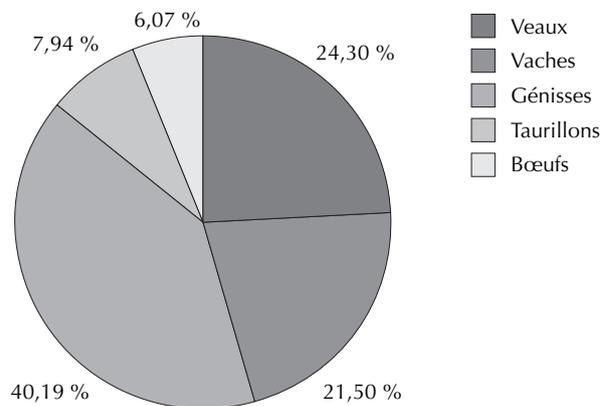


Figure 4 : répartition et composition des animaux de la zone B de l'échantillon d'étude.

La race Bororo était très appréciée par les éleveurs, surtout chez les Peuls, pour des raisons culturelles et historiques (5,3 p. 100). Le choix de ces derniers reposait sur sa tolérance à la chaleur, sa résistance aux maladies, sa capacité à se reproduire et croître dans des conditions naturelles médiocres, et sa force de travail et de bât. Quoique peu prolifique et productif, le Bororo était élevé par les Peuls comme signe de prestige social (66,2 p. 100). Cette race, contrairement aux autres, présentait des petites mamelles bien adhérentes à l'abdomen qui sont donc adaptées à la longue marche de transhumance (12). Aucune mention n'a été faite par les éleveurs enquêtés sur les races Goudali et Kouri. Les éleveurs s'appuyaient aussi sur d'autres critères secondaires, tels que la robe, l'état de santé de l'animal, la forme des mamelles et des testicules, et les cornes (figure 5).

■ RESSOURCES ANIMALES

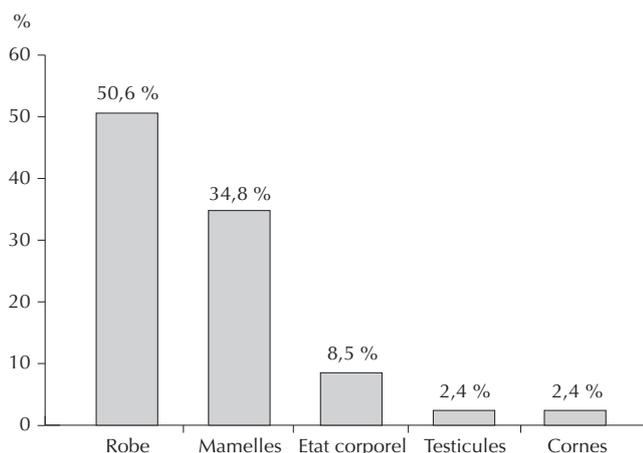


Figure 5 : fréquence des critères secondaires de choix des animaux.

La robe était considérée pour des raisons esthétiques (13,3 p. 100) selon la couleur et la présence des taches. L'état du pelage était retenu (7,4 p. 100) comme un bon indice des conditions de santé de l'animal. Par ailleurs, 34,8 p. 100 accordaient une grande importance aux mamelles (une bonne vache laitière devait avoir des mamelles volumineuses, symétriques et intactes avec des trayons longs et droits), les autres à l'état corporel (5,7 p. 100).

Parmi les éleveurs qui achetaient des mâles, 10 p. 100 ont évoqué les testicules de grosse dimension, symétriques et bien positionnés, comme un indice de production laitière de la progéniture du taureau. Quant aux cornes de la race Bororo, leur dimension, leur forme, leur position et leur couleur, étaient des critères de choix chez les éleveurs Peuls.

L'analyse des données a permis de répartir les troupeaux en trois groupes : petits (2–10 animaux), moyens (11–30 animaux) et grands (31–50 animaux). Les premiers étaient composés majoritairement de bovins de races Azawak et Bororo, et concentrés au nord-est et au sud-ouest de Niamey ; les deux derniers groupes, composés surtout de Djelli, se trouvaient dans la partie nord-ouest et sud-est de la ville (tableau III).

■ DISCUSSION

La réalité zootechnique observée dans cette étude présentait des caractéristiques conformes à celles de l'élevage pratiqué dans les pays subsahariens : un système extensif (avec quelques aliments de complémentation aux vaches en lactation), la transhumance saisonnière, le sevrage tardif des veaux, la monte naturelle, les soins vétérinaires limités et l'autoconsommation des produits d'élevage (7, 8, 14).

Tableau III

Répartition spatiale et par taille des troupeaux laitiers des zones périurbaine et périphérique de Niamey

Troupeaux	Zone nord-ouest (%)	Zone nord-est (%)	Zone sud-ouest (%)	Zone sud-est (%)
Petits (2–10 têtes)	63	86,3	75	55,6
Moyens (11–30 têtes)	29,6	11,3	16,7	40
Grands (31–50 têtes)	7,4	2,5	4,4	4,4

Ces réalités étaient fort différentes de celles de la filière laitière intensive, où l'amélioration de la production a favorisé le développement d'un élevage de type intensif avec la pratique de l'insémination artificielle, le sevrage précoce des veaux, la rationalisation de la traite, la sélection des animaux sur la base des indices de reproduction et de production, et la création d'une filière laitière hautement organisée (10).

En analysant les résultats de cette étude, on constate que les informations recueillies sur les éleveurs étaient similaires aux réalités subsahariennes (8, 9). Les hommes âgés de 40 à 50 ans détenaient le plus grand nombre d'animaux, puisque c'est seulement après l'autonomie sociale et économique du groupe familial d'origine que l'individu pouvait posséder son propre troupeau, qu'il confiait le plus souvent à un bouvier (3).

Plus de 80 p. 100 de l'échantillon d'étude était illettré contre 16,5 p. 100 qui avait fréquenté l'école coranique du village. Ceci reflétait fidèlement la réalité d'un pays au faible taux d'alphabétisation : 17,6 p. 100 de la population de plus de 15 ans savait lire et écrire (4). Les éleveurs Zarma étaient plus alphabétisés que les Peuls ($P \leq 0,01$), mais le niveau d'instruction n'était pas statistiquement lié au village d'appartenance, à la profession et au genre des éleveurs. En revanche, l'ethnie et la famille d'origine étaient les facteurs déterminants dans l'instruction chez les personnes enquêtées. L'élevage constituait la source d'alimentation et de revenus des familles. En effet, cette étude montre que l'élevage de bovins n'avait pas seulement l'objectif de produire du lait ou de la viande, mais une forme d'investissement pour l'économie familiale. Les animaux avaient une fonction sociale comme les cérémonies religieuses et les autres fêtes. Cette forme d'accumulation de richesse sous forme de têtes d'animaux, reflète les réalités agropastorales de l'Afrique de l'Ouest (2, 3, 5).

L'examen des résultats a permis de relever une différence statistiquement significative dans la répartition spatiale des éleveurs selon l'ethnie d'appartenance : les Peuls étaient plus nombreux dans les zones sud-ouest et nord-est de la ville, tandis que les Zarma étaient concentrés dans les zones sud-est et nord-ouest. En effet, l'ethnie de l'éleveur était liée à la taille du troupeau : les Zarma avaient généralement des petits troupeaux (94,8 p. 100 possédaient moins de 10 têtes), alors que les Peuls détenaient les plus grands troupeaux (34,4 p. 100 possédaient de 20 à 30 animaux). Cette situation peut s'expliquer selon la tradition de l'ethnie Peul : « le troupeau est une propriété familiale, acquis de génération en génération par l'héritage » (9, 11). Les autres ethnies n'avaient pas la même tradition et généralement préféraient des petits troupeaux qu'ils pouvaient utiliser selon leurs exigences (3).

La liaison entre l'ethnie d'appartenance de l'éleveur et la catégorie d'animal acheté était statistiquement significative : les Peuls, qui pratiquaient un type d'élevage professionnel dévolu surtout à la production du lait, préféraient l'achat de vaches en lactation et de génisses (83,9 p. 100 de l'échantillon), tandis que les Zarma choisissaient des mâles pour l'embouche à court terme (39 p. 100 des éleveurs enquêtés).

L'âge et le sexe des animaux achetés étaient strictement liés ($P \leq 0,01$) au but de l'élevage : les vaches adultes étaient préférées pour l'élevage de type familial, tandis que les taurillons étaient choisis surtout pour le gain économique.

Sur la base de ces considérations, les auteurs ont cherché à identifier certains critères de sélection animale méconnus ou sous-estimés par la zootechnie des pays développés, qui pourraient contribuer à l'élaboration des projets de développement de la filière des produits animaux en milieu tropical. Le choix de la race était fondamental selon les éleveurs. La préférence de la race Djelli sur les autres, en milieu périurbain de Niamey, respectait certaines données bibliographiques selon lesquelles les zébus Djelli sont en tête suivis des zébus Azawak et Bororo (7, 8, 16), même si une classification plus répandue comme celle de Payne et Hodjes (12) soutient que l'Azawak est la meilleure race, suivie du Bororo et de leurs métis.

En zootechnie moderne, au contraire, la race est choisie sur la base de ses indices de production (en kilogrammes de lait, composition du lait, durée de lactation, etc.) et des aspects de reproduction (fertilité, âge au premier vêlage, intervalle de vêlage, etc.). Le niveau d'adaptation aux conditions climatiques a une influence sur le choix de l'animal : par exemple la race Djelli a besoin de pâturages relativement fertiles des rives du fleuve Niger, alors que le Bororo est en mesure de digérer des fourrages extrêmement secs et fibreux (10, 11).

Le second critère de choix était la robe et le pelage qui, selon les éleveurs, était un indice de bonne santé et surtout une garantie de pureté de la race. Il s'avère toutefois que la robe est l'expression des caractéristiques génotypiques et que l'aspect du poil piqué reflète une carence ou du parasitisme. S'agissant du troisième critère, seulement 34,8 p. 100 des éleveurs tenaient compte de la morphologie fonctionnelle de la mamelle : volume, symétrie latérale, diamètre et longueur des trayons, et absence de pathologies macroscopiques.

Cependant, dans une zootechnie de type agropastoral comme celle précédemment décrite, la production du lait n'est pas conditionnée seulement par la conformation et par la fonctionnalité de l'appareil mammaire ; elle l'est aussi par la disponibilité et la qualité de l'alimentation, les conditions climatiques, et la santé animale (12). C'est donc au regard de ces observations que certains éleveurs (8,5 p. 100) donnaient une grande importance à l'aspect général et à l'état corporel de l'animal. Seul un animal robuste, rustique et capable de parcourir de grandes distances à la recherche des points d'eau et des pâturages peut avoir un surplus de réserves métaboliques nécessaires à la production du lait (8, 16).

Enfin, l'aspect des cornes était un autre critère de choix important chez les éleveurs nigériens. Selon la forme, les dimensions et la couleur, les cornes sont un indice de pureté de la race Bororo et une source de prestige pour le propriétaire de l'animal (7, 11).

■ CONCLUSION

Cette étude a permis de relever les critères traditionnels de choix des bovins laitiers, dans une entité complexe et originale, réglée par des exigences urgentes et précises de types économique, social et climatique. Ceux-ci doivent être nécessairement pris en

considération dans l'élaboration des projets de développement destinés à l'amélioration des productions animales des pays en développement. Aussi, les enquêtes effectuées ont mis en relief quelques différences dans le choix des animaux chez les éleveurs dans les zones autour de Niamey. En effet, la connaissance des critères traditionnels de choix des animaux peut contribuer à la réalisation des projets orientés vers l'amélioration de potentiels de production et de reproduction des animaux.

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement Dr Adamou Boubou Ibrahim qui a facilité le dialogue avec les éleveurs enquêtés comme animateur et traducteur.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMADOU T., 2004. Commercialisation du bétail et de la viande à la communauté urbaine de Niamey. Mémoire de fin d'étude, ITA, Niamey, Niger, 80 p.
2. BARTON D., MEADOWS N., MORTON J., 2001. Drought losses, pastoral saving and banking: a review. Chatham, UK, Natural Resources Institute, p. 3-6.
3. BOURN D., WINT W., 1994. Livestock, land use and agricultural intensification in sub-Saharan Africa. London, UK, Pastoral Development Network, Overseas Development Institute, p. 12-15. (Issue Paper 37)
4. CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY, 2006. Niger profile. In: The world factbook, Internet versions. Washington, DC, CIA.
5. DELGADO C., ROSENGRANT M., STEINFELD H., EHUI S., COURBOIS C., 1999. Livestock to 2020: The next food revolution. In: Proc. Meet. 2020 vision for food, agriculture and the environment. Washington DC, IFPRI, 86 p.
6. FAOSTAT, 2006. Rome, Italy, FAO, www.faostat.org.
7. GOMMA A.D., RUPPOL P., 2000. Etude sur la production des ruminants en milieu urbain et périurbain de Niamey, Niger. Liège, Belgique, VSF, p. 38-72.
8. KOUSSOU M.O., 2001. L'approvisionnement de la ville de N'Djamena en produits laitiers. In: Duteurtre G., Meyer C., Atelier sur les marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne, Montpellier, France, 9-10 sept. 1998. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 75-80.
9. KYVSGAARD N.C., MONRAD J., 2002. Livestock community and environment. In: Proc. 10th Int. Conf. Association of Institutions for Tropical Veterinary Medicine, Copenhagen, Denmark, 2001, p. 339-389.
10. MEYER C., DENIS J.P., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Montpellier, France, Cirad-emvt, 316 p.
11. OUMAROU A., 2004. Production laitière et croissance du zébu Azawak en milieu rural : suivi et évaluation technique à mi-parcours du projet d'appui à l'élevage des bovins de race Azawak en zone agro-pastorale au Niger. Mémoire fin d'étude, université de Dakar, Sénégal, 32 p.
12. PAYNE W.J.A., HODJES J., 1997. African breeds. In: Tropical cattle. Origins, breeds and breeding policies. Cambridge, UK, Blackwell Science, p. 133-177.
13. SPSS, 2003. Command syntax reference. Chicago, IL, USA, SPSS.
14. TIELKES E., SCHLECHT E., HIERNAX P., 2001. Elevage et gestion de parcours au Sahel, implications pour le développement. In : Atelier régional ouest africain, La gestion des pâturages et les projets de développement : quelles perspectives ? Niamey, Niger, 2-6 oct. 2000. Stuttgart, Germany, Verlag Grauer, p. 350-398.
15. TIFFEN M., 2004. Population pressure, migration and urbanization: impacts on crop-livestock systems development in West Africa. Somerset, UK, Drylands Research, Crewkerne, 27 p.
16. VIAS G., BONFOH B., DIARRA A., NAFERI A., FAYE B., 2003. Les élevages laitiers bovins autour de la communauté urbaine de Niamey : caractéristiques, production, commercialisation et qualité du lait. In : séminaire Lait sain pour le Sahel - production, approvisionnement, hygiène et qualité du lait et des produits laitiers au Sahel, Bamako, Mali, 24 fév.-3 mars 2003. Bamako, Mali, Institut du Sahel, p. 1-29.

Reçu le 08.08.2006, accepté le 21.02.2008

Summary

Belli P., Turini J., Harouna A., Garba I.A., Pistocchini E., Zecchini M. Farmers' Selection Criteria for Dairy Cattle in and around Niamey in Niger

A total of 164 dairy cattle farmers were surveyed in Niamey (sub)urban community (Niger) to identify criteria taken into consideration at the local level for cattle husbandry selection. The farmers interviewed were mainly male (57,0%), illiterate (81.1%) and mostly belonged to Fulani (56.1%) and Zarma (34.8%) ethnic groups. The study also concerned 1635 zebu cattle, including 26.5% milking cows and 28.8% calves. When purchasing cattle, farmers preferred milking cows (41,0%), heifers (33.5%), and males (23.9%). The breed was the main selection criterion: Djelli (66.4%), Azawak (12.2%) and Bororo (5.3%). In addition, farmers identified secondary selection criteria: coat (50.6%), udder shape (34.8%), animal health status (8.5%), testes (2.4%) and horns (2.4%).

Keywords: Cattle – Selection criteria – Milk – Animal husbandry method – Urban zone – Periurban zone – Niger.

Resumen

Belli P., Turini J., Harouna A., Garba I.A., Pistocchini E., Zecchini M. Criterios de los criadores para la selección de los bovinos de leche en Niamey, en Niger

Se llevó a cabo una encuesta con 164 criadores de leche bovina de la comunidad de Niamey (Níger), con el fin de identificar los parámetros a considerar localmente en el momento de juzgamientos zootécnicos. Los entrevistados, principalmente hombres (57%), analfabetos (81,1%), pertenecían mayoritariamente a las etnias Peul (56,1%) y Zarma (34,8%). El estudio concernió 1635 cebúes, de los cuáles 26,5% eran vacas en lactación y 28,8% terneros. En el momento de la compra, los criadores prefirieron vacas en lactación (41,0%), novillas (33,5%), luego machos (23,9%). El primer criterio de los criadores para escoger los bovinos fue la raza: Djelli (66,4%), Azawak (12,2%) y Bororo (5,3%). Por otro lado, los criadores identificaron otros criterios secundarios, como el cuero (50,6%), la forma de las ubres (34,8%), el estado corporal del animal (8,5%), los testículos (2,4%) y los cuernos (2,4%).

Palabras clave: Ganado bovino – Criterio de selección – Leche – Método de crianza – Zona urbana – Zona periurbana – Níger.

Amélioration de la production laitière caprine par le croisement d'absorption dans une oasis du Sud tunisien

A. Gaddour^{1*} S. Najari¹ M. Ouni¹

Mots-clés

Caprin – Production laitière – Croisement – Méthode d'amélioration génétique – Oasis – Tunisie.

Résumé

Depuis 1980, un projet de croisement d'absorption de la chèvre locale *Capra hircus*, issue de la race Nubienne, par des races amélioratrices importées, a été mis en place dans une oasis d'une région aride de la Tunisie en vue d'améliorer la production laitière en élevage oasisien intensif. L'analyse des performances laitières de certaines races caprines pures et des groupes génétiques croisés a été effectuée pour contribuer au choix d'une bonne race amélioratrice à utiliser dans le croisement d'absorption de la chèvre locale. Au total 1 923 fiches de lactation de chèvres de races pures et croisées F1 et F2 ont servi à estimer les paramètres de production laitière : production totale traite (kg), durée de lactation (jours) et moyenne journalière (kg/jour). Les variables quantitatives individuelles ont été soumises à des analyses de la variance (Anova) et des tests de comparaison de moyennes (Student, Newman et Keuls) ($\alpha = 5$ p. 100). Les résultats ont montré que la production laitière de la chèvre locale restait réduite même en conditions oasisiennes intensives. Les performances des races importées ont été largement inférieures à celles réalisées dans leurs pays d'origine. Le croisement entre les races caprines a sensiblement amélioré la performance laitière de la chèvre locale. Alors que la production laitière moyenne a été de 133,5 kg par lactation chez la chèvre locale (n = 10), elle a été de 172,5 kg en première génération pour les trois types de croisements sans différence significative entre eux (n = 46), de 188,7 kg en deuxième génération pour les trois types de croisements (n = 46), et de 226,2 kg en deuxième génération pour le croisement avec la race Alpine (n = 14).

■ INTRODUCTION

La région aride tunisienne comprend plus de 60 p. 100 de l'effectif caprin national estimé à environ 1,3 million de femelles reproductrices (7, 12). Le cheptel caprin constitue une population animale rustique ayant une variabilité de caractéristiques et de performances assez large (32). Dans cette région, caractérisée par ses conditions naturelles hostiles, la chèvre locale est

essentiellement conduite en systèmes pastoraux et agropastoraux. Depuis sa domestication ancienne dans le croissant fertile, au sud-ouest de l'Asie, l'espèce caprine a pu s'adapter et maintenir sa présence dans les différents systèmes de productions animales du monde, et ce, surtout grâce aux différentes qualités des produits caprins (2, 6, 17, 21, 33). Au niveau des oasis sahariennes, les chèvres jouent un rôle capital par leurs contributions diverses aux revenus de l'exploitation agricole (13, 22, 27). Dans le système oasisien, la chèvre profite d'une conduite intensifiée et peu sensible aux aléas climatiques qui prévalent en région aride. La faible productivité laitière de la chèvre locale en élevage pastoral est due à l'insuffisance des ressources naturelles, aux faibles capacités de production des systèmes de conduite traditionnelle (5) et à son potentiel génétique limité (3, 29). Pour remédier à ce dernier problème, des programmes de croisement de la chèvre

1. Laboratoire de l'élevage et de la faune sauvage des zones arides et désertiques, Institut des régions arides, Médenine, Tunisie.

* Auteur pour la correspondance

Institut des régions arides, route Djorf km 22, 4119 Médenine, Tunisie.

Tél : +216 75 63 30 05 ; fax : +216 75 63 30 06

E-mail : gaddour.omar@yahoo.fr

locale sont une solution presque unique. En effet, la chèvre locale a génétiquement évolué pour renforcer ses capacités de rusticité et a été sélectionnée pour la production de viande ; par conséquent, la sélection peut difficilement produire rapidement des génotypes locaux laitiers (25, 29). A cet égard, un projet de croisement d'absorption de la chèvre locale a été conduit par l'Institut des régions arides de Médenine (Tunisie) pour produire des génotypes caprins aptes à valoriser les ressources oasiennes par une bonne production laitière. Pour atteindre cet objectif, des races performantes ont été importées et le croisement a débuté en 1980 dans la station de Chenchou.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui porte sur l'analyse des données issues de croisement d'absorption de la chèvre locale par des races amélioratrices exotiques. Ces données, issues des années de contrôle des performances, permettent une comparaison zootechnique et économique des potentialités de ces nouveaux génotypes caprins dans les oasis. Les résultats doivent contribuer au choix de la meilleure race amélioratrice et du niveau de croisement à adopter, grâce à l'évaluation des potentialités laitières de la chèvre locale en conduite intensive et à l'étude de la possibilité d'amélioration de la production laitière caprine par le croisement.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La présente étude a utilisé les données du contrôle laitier des différents génotypes caprins (races pures et croisées) élevés à la chèvrerie de l'Institut des régions arides de Médenine à la station de Chenchou située à 20 km de Gabès (sud de la Tunisie avec une latitude de 33° 29' nord et une longitude de 10° 38' est). La station est située dans l'étage bioclimatique aride inférieur ; la pluviométrie moyenne est autour de 188 mm par an, et plus de la moitié des précipitations sont observées aux mois de septembre, octobre et novembre. Le mois de janvier est le plus froid de l'année, avec une température moyenne de 10,7 °C, alors que le mois d'août est le plus chaud avec une température de l'ordre de 27,3 °C (10).

Matériel animal

Le travail a porté sur l'étude des performances de production laitière individuelles de la population locale, des races amélioratrices et des génotypes issus de croisement d'absorption. Pour réaliser ce croisement d'absorption de la chèvre locale, trois races amélioratrices ont été choisies : la race Alpine connue pour ses hautes performances laitières, la race Murciana-Granadina, une race mixte à la fois laitière et prolifique, et la race Damasquine spécialisée dans la production de la viande (20). Dès 1980, des lots de chevrettes ont été importés de France, d'Espagne et de Chypre.

Le choix des races amélioratrices a été guidé par l'objectif du projet d'amélioration. En effet, les auteurs ont essayé d'utiliser des races du bassin méditerranéen possédant des aptitudes différentes, comme indiqué précédemment, avec la croissance des chevreaux liée à la production laitière et à la Murciana-Granadina pour améliorer la reproduction. Toutefois, l'usage d'autres races caprines pourrait être suggéré ; le nombre de races à utiliser est essentiellement fonction des ressources financières, humaines et matérielles. A cet égard, le coût élevé de l'exécution des schémas de croisement des animaux domestiques, et la difficulté technique de conduire et de suivre plusieurs génotypes en parallèle justifient cette restriction. En effet, les troupeaux de différents génotypes ont dû être conduits séparément toute l'année, ce qui a réduit le nombre de types génétiques à étudier. Le tableau I illustre les performances et les caractéristiques des races amélioratrices dans leurs pays d'origine.

Chèvre locale

Le cheptel caprin local constitue une population animale rustique possédant une large variabilité, tant au niveau de la morphologie qu'à celui des performances ; la moyenne de la production laitière par lactation est de $97,97 \pm 87,63$ kg (28). Cette population regroupe plusieurs types pigmentaires (32), probablement à cause de l'intégration de plus d'une race ou groupe génétique dans ses origines, à l'instar de la race Nubienne considérée disparue et diluée dans la population locale. D'ailleurs, la chèvre locale présente plusieurs caractéristiques communes avec la race Nubienne, mais des différences au niveau de la morphologie et des performances justifient l'usage de la notion de population locale (32).

La chèvre locale est un animal de petit format (hauteur 76 cm pour le mâle et 60 cm pour la femelle) avec un poids variable selon les ressources pastorales et les stades physiologiques. Au niveau des performances, la prolificité est en moyenne de 121 p. 100, et le poids des adultes mâles et femelles respectivement de l'ordre de 38 et 24 kg (32).

Généralement la chèvre locale est élevée pour produire la viande de chevreau, la production laitière étant réduite à une moyenne de 175 jours. La faiblesse de production laitière de la chèvre locale est en partie de nature génétique, toutefois, une grande variabilité des performances laitières est observée (28).

Schéma de croisement

Le croisement d'absorption de la chèvre locale consiste à réaliser un accouplement, à chaque génération, entre les femelles croisées (à la première étape, il s'agit de chèvres locales) avec des boucs de la race amélioratrice absorbante ; ce qui se traduit par une augmentation progressive du pourcentage des gènes de la race amélioratrice d'une génération à l'autre (31, 11), accompagnée d'une perte de rusticité. Le schéma de croisement est présenté dans la figure 1.

Conduite des animaux et collecte des données

Dès le démarrage du projet, les animaux ont été conduits en élevage intensif avec séparation des sexes et des groupes génétiques pour assurer le contrôle de la parenté. Les chèvres ont reçu une alimentation à l'auge composée de 2 à 3 kg de verdure produite en station (luzerne, orge en vert, sorgho), plus une quantité de foin qui variait de 0,5 à 1,2 kg/tête/jour, et environ 500 g de concentré pour toutes les chèvres. Elles ont reçu, en plus, une complémentation d'environ 300 g en fin de gestation et au début de la lactation.

Tableau I

Caractéristiques et performances des races amélioratrices dans leurs pays d'origine

Races	Origine	Poids adulte (kg)		Lactation	
		Mâle	Femelle	Quantité (kg)	Durée (jour)
Alpine	France	80	60	788	269
Murciana	Espagne	70	50	500	210
Damasquine	Chypre	80	60	200	90

Sources : FAO, 1991 ; Institut de l'élevage, site Web

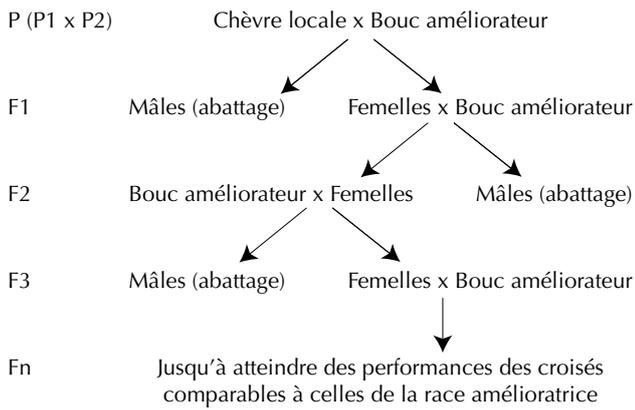


Figure 1 : schéma de croisement d'absorption de la chèvre locale.

Les animaux ont été identifiés dès la naissance. Un programme d'hygiène a été rigoureusement appliqué par l'équipe vétérinaire du projet. Les maladies parasitaires ont été les plus signalées. Par ailleurs, des problèmes de pneumonie ont sérieusement touché les jeunes et les adultes des races importées, faisant ainsi des dégâts considérables. La chèvrerie a été régulièrement badigeonnée d'insecticides et désinfectée avec des changements fréquents de la litière. Quant au programme prophylactique des animaux, les jeunes et les adultes ont été vaccinés contre les maladies contagieuses telles que la fièvre aphteuse et la brucellose (25). Egalement, une prévention contre l'entérototoxicité, et un traitement préventif contre les parasites internes et externes ont été appliqués deux fois par an. En dépit des soins vétérinaires, les taux de mortalité des chevreaux sont restés élevés.

Les contrôles laitiers ont été effectués périodiquement environ 12 heures après la séparation des chevreaux. La traite a été effectuée deux fois par jour le matin et le soir. Ce contrôle a débuté avec la première mise bas et a continué jusqu'au tarissement. Les chevreaux ont été sevrés après trois mois d'âge. La consommation de lait par les chevreaux n'a pas été évaluée.

Les données de base regroupaient l'information issue du contrôle laitier et celle relative à l'animal et aux mises bas. Pour chaque chèvre, la fiche annuelle contenait le groupe génétique, la campagne, la date de mise bas, la taille de la portée, les dates et les quantités de lait trait aux jours des contrôles.

A partir de ces fiches, trois variables ont été calculées pour chaque chèvre : la production totale de lait trait par lactation calculée par la formule de Fleischmann (20), la durée de la lactation et la moyenne de la production journalière traite.

Analyses statistiques

Les performances de production laitière ont été analysées pour les différents génotypes étudiés (la chèvre locale, les trois races amélioratrices et les groupes génétiques croisés).

Analyse de la variance

L'analyse de la variance pour les différentes performances a été effectuée selon le modèle statistique suivant :

$$Y_{ijkl} = \mu + RA_i + AN_j + MN_k + RA_{ij} \times AN_{ij} + RA_{ik} \times MN_{ik} + AN_{jk} \times MN_{jk} + e_{ijkl}$$

où Y_{ijkl} est la performance laitière analysée, μ la moyenne générale, RA_i l'effet du génotype, AN_j l'effet de l'année, MN_k l'effet du

mode de naissance, $RA_{ij} \times AN_{ij}$ l'effet de l'interaction race x année, $RA_{ik} \times MN_{ik}$ l'effet de l'interaction race x mode de naissance, $AN_{jk} \times MN_{jk}$ l'effet de l'interaction année x mode de naissance, e_{ijkl} l'erreur résiduelle.

Test de comparaison des moyennes

La comparaison des performances moyennes par génotype et par facteur de variation a permis une évaluation des potentialités réalisées. La comparaison des moyennes des différents niveaux de chaque facteur étudié a été faite par le test de Student, Newman et Keuls ($\alpha = 5 \text{ p. } 100$). Les analyses des variances ainsi que les tests de comparaison des moyennes ont été effectués en appliquant le logiciel Spss (version 12.0).

RESULTATS ET DISCUSSION

Sources de variation des performances laitières

Les résultats de l'analyse de la variance des performances laitières sont consignés dans le tableau II. Ce tableau montre que le coefficient de détermination du modèle (R^2) a varié de 89 à 96 p. 100. Un effet très significatif ($P < 0,01$) du facteur génotype sur la production totale par lactation et la moyenne de la production journalière a été décelé ; il a également été significatif ($P < 0,05$) pour la durée de la lactation (33). Parmi les facteurs de milieu, l'effet de l'année a été très significatif sur la durée de la lactation, significatif sur la production totale et non significatif sur la moyenne journalière. La durée de la lactation en système intensif a varié essentiellement avec la conduite (28). Quant au facteur mode de naissance, son effet s'est avéré significatif ($P < 0,05$) pour la moyenne journalière et la production totale, mais non significatif sur la durée de la lactation (8, 26).

Le tableau II montre que l'effet du génotype a été très significatif sur la production totale et la moyenne journalière de lait ; il a également été significatif sur la durée de la lactation. L'importance de l'effet des facteurs non génétiques paraît logique étant donné l'irrégularité des conditions environnementales dans les régions arides qui affectent les performances productives des chèvres. Ces effets peuvent être considérables, surtout chez les animaux des races importées. Il est en effet bien connu que le climat affecte les ressources alimentaires disponibles (14, 15, 16, 18, 24). Toutefois, en élevage intensif, en l'absence d'une relation aussi directe entre l'alimentation et les facteurs climatiques, l'importance de l'action

Tableau II

Analyse de la variance des performances laitières des chèvres issues de croisement

Facteurs/variables	Production totale (kg)	Moyenne journalière (kg/jour)	Durée de lactation (jour)
Génotype	**	**	*
Année	*	NS	**
Mode de naissance	*	*	NS
Génotype x année	**	*	**
Génotype x mode N	*	NS	NS
Année x mode N	*	NS	*
R^2 (%)	89	94	96

* Significatif ; ** très significatif ; NS : non significatif
Mode N : mode de naissance ; R^2 : coefficient de détermination du modèle

des facteurs non génétiques peut également trouver une explication à travers les composantes du milieu, comme la température, l'humidité et la photopériode.

Effets du génotype

Les performances moyennes de lactation des différents génotypes étudiés et leurs variations sont présentées dans le tableau III. Les données montrent que, parmi les races pures, la chèvre Alpine présentait les meilleures performances laitières avec une production moyenne de 244,4 kg qui s'étalait sur une durée de 132 jours de lactation, soit une production journalière traite moyenne de 1,85 kg/j. En seconde place, on trouve la race Murciana qui produisait 187,8 kg de production totale durant 156,5 jours de lactation, avec une production journalière de 1,2 kg/j. La race Damasquine vient ensuite avec une production totale de 177,1 kg pendant 145,1 jours, soit une moyenne journalière totale de 1,22 kg/j. La chèvre locale a enregistré la plus faible performance avec une production de 133,5 kg pendant 175,7 jours, soit 0,76 kg de lait par jour. Ces valeurs semblent être supérieures à celles mentionnées dans un rapport de la FAO (9), surtout pour les races Damasquine, Murciana et locale qui n'avaient donné respectivement qu'une production totale de 161,5, 128,3 et 48,2 kg. De même, ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par Jalouali (20), qui mentionnait des productions totales de 276,34, 203,27 et 191,05 kg, respectivement pour les races Alpine, Damasquine et Murciana dans les oasis du sud de la Tunisie.

Il faut également signaler que les performances réalisées par les races pures importées sont largement inférieures à celles réalisées par ces mêmes races dans leurs pays d'origine (20, 30). Au sein des génotypes issus de l'absorption, les chèvres croisées trois quart F2A (A x A1) ont montré une supériorité de leurs performances par rapport à celles des autres groupes, avec une production totale

de 226,2 kg qui s'est étalée sur une période de 147,8 jours avec une moyenne de 1,53 kg/j. Les performances des croisées Alpines ont augmenté d'une génération à l'autre. En effet, la moyenne a varié de 1,17 à 1,53 kg/j entre F1A et F2A. Les chèvres croisées F1D (D x Lo) et F2D (D1 x Lo) ont présenté respectivement une production totale de 183,4 et 180,2 kg, pendant une durée de 156,7 et 154 jours. Les croisées F2D (D1 x Lo) et F2M (M1 x Lo) ont eu une production totale plus faible, mais sans différence significative entre elles. Ces résultats montrent que le croisement d'absorption a permis d'améliorer les performances laitières de la chèvre locale.

Interaction génotype x milieu

Dans les régions chaudes et à climat irrégulier, une importance particulière doit être accordée à la répétitivité de la réponse des génotypes à la grande marge de variation des composantes du milieu qui affectent la production (20). La régularité de la performance exprime la capacité des races à tamponner les fluctuations du milieu d'élevage et facilite la conduite (27).

L'analyse de la variance montre que les différents groupes génétiques étudiés manifestaient, en plus des différences au niveau des performances, un comportement variable en fonction de la variation des facteurs du milieu. La variation favorable ou défavorable d'un facteur correspond à une réponse variable pour chaque génotype.

Parmi les interactions révélant un effet significatif sur la production laitière, se trouvait celle représentant l'action combinée du génotype et de l'année, cette interaction montrant des aptitudes de production différentes des génotypes en fonction de l'année de production. Autrement dit, l'action d'une même campagne n'était pas ressentie de la même manière par les différents génotypes. Par ailleurs, l'interaction entre le génotype et le mode de mise bas

Tableau III

Performances de la lactation en fonction des génotypes

Groupe génétique	Nb. animaux suivis	Nb. performances	Production totale (kg)		Moy./jour (kg/jour)		Durée lactation (jour)	
			Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Alpine (A)	767	213	244,4 ^a	101,8	1,85 ^a	0,52	132,1 ^b	37,66
Damasquine (D)	169	51	177,1 ^{ab}	61,02	1,22 ^a	0,33	145,1 ^b	41,67
Murciana (M)	148	46	187,8 ^{ab}	75,13	1,20 ^b	0,35	156,5 ^{ab}	35,98
Locale	148	10	133,5 ^b	45,68	0,76 ^c	0,27	175,7 ^a	26,72
F1A	137	25	164,5 ^{ab}	95,27	1,17 ^b	0,42	140,6 ^b	39,38
* F2A	146	14	226,2 ^a	115,7	1,53 ^b	0,54	147,8 ^b	18,12
F1D	49	14	183,4 ^{ab}	75,01	1,17 ^b	0,36	56,8 ^{ab}	26,47
* F2D	28	19	180,2 ^{ab}	103,1	1,17 ^b	0,46	154,0 ^{ab}	40,83
F1M	15	7	179,4 ^{ab}	84,04	1,12 ^b	0,33	60,2 ^{ab}	35,72
* F2M	17	13	160,8 ^{ab}	63,98	1,28 ^b	0,41	125,6 ^b	49,65
** F1	201	46	172,5	87,07	1,16	0,37	148,5	30
*** F2	191	46	188,7	107,1	1,31	0,43	144,1	35

ET : écart-type

F1A, F2A : croisés Alpine x locale ; F1D, F2D : croisés Damasquine x locale ; F1M, F2M : croisés Murciana x locale

^{a,b,c} Groupes homogènes

* Désigne les descendants issus de croisement des femelles F1 avec les boucs de la race parentale

** F1 : moyenne de la première génération de croisement pour tous les génotypes

*** F2 : moyenne de la deuxième génération de croisement pour tous les génotypes

reflétait une réponse différente des génotypes à un besoin en lait maternel croissant avec la taille de portée, illustré par le tableau IV. Plusieurs auteurs ont confirmé la relation entre la sécrétion lactée des chèvres et le niveau de stimulation relatif à la taille de portée (12, 20). Les chèvres produisent plus lorsqu'elles allaitent plusieurs chevreaux. Toutefois, les résultats relatifs à l'effet de l'interaction génotype x mode de mise bas ont montré que la réponse des chèvres à l'augmentation de la taille de la portée n'était pas homogène selon tous les génotypes. Entre autres, la variation des productions de chèvres allaitant des portées simples ou multiples a paru plus considérable chez la population locale. Ce fait témoigne de son instinct maternel prononcé.

■ CONCLUSION

L'étude de la production laitière de la chèvre locale et des génotypes caprins croisés a fourni un ensemble de paramètres indispensables pour évaluer les possibilités d'amélioration par le croisement en système oasien. En dépit de l'intensification, les performances laitières de la chèvre locale sont restées réduites, ceci témoignant des effets d'une sélection naturelle, sous les conditions de l'aridité, défavorable aux productions élevées, nutritionnellement coûteuses. La production laitière, qui reste le principal objectif de production caprine dans les oasis, a augmenté chez les génotypes croisés par rapport à celle de la chèvre locale. Par conséquent, le croisement peut être un moyen de résolution de la contrainte génétique pour la valorisation des ressources oasiennes, surtout lorsqu'une race laitière, comme l'Alpine, est utilisée.

L'analyse des performances laitières des génotypes caprins, sous des modes de conduite intensive, illustre l'important effet de l'environnement sur l'expression des potentialités génétiques laitières. D'ailleurs, les potentialités des races importées sont largement inférieures à celles réalisées dans leurs pays d'origine. L'intensification de la conduite n'annule pas les effets de l'environnement. Les résultats offrent de précieux outils pour la conception et pour l'application de plans d'améliorations

Tableau IV

Production laitière moyenne des chèvres de génotypes purs et croisés en fonction du mode de mise bas

Groupe génétique	Mise bas simple		Mise bas multiple	
	Effectif	Production totale (kg)	Effectif	Production totale (kg)
Locale	4	94,82	6	159,33
Alpine	112	238,79	101	250,69
Damasquine	17	144,66	34	193,23
Murciana	26	169,05	20	212,07
F1A	15	145,64	10	192,85
F2A	11	234,07	3	197,4
F1D	5	125,28	9	215,7
F2D	8	131,05	11	215,91
F1M	4	196,65	3	156,33
F2M	8	177,3	5	134,46

F1A, F2A : croisés Alpine x locale ; F1D, F2D : croisés Damasquine x locale ; F1M, F2M : croisés Murciana x locale

génétiques appropriés en tenant compte des différents modes et systèmes d'élevage. Cependant la plus grande sensibilité des génotypes importés, comme en témoignent les cas de pneumonie constatés au cours de cette expérience, peut constituer un frein important à la mise en place de tels programmes.

D'autres schémas de croisements pourraient être testés en utilisant d'autres races caprines, comme la race Saanen, et en appliquant d'autres schémas de croisement. Par ailleurs, l'étude a concerné les performances de deux générations croisées seulement ; il reste important d'étudier les performances des générations plus avancées, l'amélioration ayant été meilleure à la deuxième génération d'absorption.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMBROSOLI R., STASIO L., MAZZOCCO P., 1988. Content of alpha-s-1-casein and coagulation properties in goat milk. *J. Dairy Sci.*, **71**: 24-28.
2. BAGHEL M.S., GUPTA M.P., 1979. Nitrogen distribution in goat milk. *Indian J. Dairy Sci.*, **32**: 340-342.
3. BENLEKHAL A., TAZI S., 1996. Les perspectives de développement de la filière lait de chèvre dans le bassin méditerranéen. Une réflexion collective appliquée au cas marocain. Rome, Italie, FAO, 45 p.
4. BOULANGER A., GROSCLAUDE F., MAHE M.F., 1984. Polymorphism of caprine (*Capra hircus*) alpha-s-1 and alpha-s-2-caseins. *Genet. Sel. Evol.*, **16**: 157-175.
5. CARUOLO E.V., 1974. Milk yield, composition, and somatic cells as a function of time of day in goats. *Br. vet. J.*, **130**: 380-387.
6. DE CREMOUX R., 1995. Relations entre les numérations cellulaires du lait et les infections mammaires chez la chèvre. Thèse Doct. Ecole nationale vétérinaire, université de Toulouse, France, 71 p.
7. DGPA, 2002. Statistiques de la direction de la production et du développement agricole. Paris, France, ministère de l'Agriculture, 45 p.
8. FABRE J.M., ROUSSE P., CONCORDET D., BERTHELOT X., 1990. Relations entre comptages cellulaires individuels et production en élevage bovin laitier dans le sud-ouest de la France : analyse critique des méthodes statistiques utilisées. *Revue Méd. vét.*, **14** : 361-368.
9. FAO, 1991. Amélioration et développement des productions animales dans le Centre Sud Tunisien. Rapport technique. Rome, Italie, FAO, 35 p.
10. FLORET C., PONTANIER R., 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et documents. Paris, France, Orstom, 544 p. (n° 150)
11. GADDOUR A., 2005. Performances de croissance et de production laitière des groupes génétiques caprins issus d'un croisement d'absorption de la chèvre locale dans les oasis du Sud tunisien. Mastère Génétique et Bioressources, faculté des Sciences, Tunis, Tunisie, 73 p.
12. GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2007. Dairy performances of the goat genetic groups in the southern Tunisia. *Agricu. J.*, **2**: 248-253.
13. GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2007. Kid's growth of pure breeds and crossed caprine genotypes in the coastal oases of southern Tunisia. *Res. J. Agron.*, **2**: 51-58.
14. HAENLEIN G.F.W., 1980. Goats: Are they physiologically different from other domestic animals? *Goat Sheep Res.*, **1**: 173-175.
15. HAENLEIN G.F.W., 1987. Cow and goat milk aren't the same, especially in somatic cell content. *Dairy Goat J.*, **65**: 806-826.
16. HAENLEIN G.F.W., 1991. Progress in sight for goat milk. *United Caprine News* (June): 34-35.
17. HAENLEIN G.F.W., 1992. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: Proc. 5th International conference on goats, New Delhi, India, 1-8 March. New Delhi, India, ICAR, p. 575-580.
18. HINCKLEY L.S., 1991. Revision of the somatic cell count standard for goat milk. *Dairy Food Environ. Sanit.*, **10**: 548-549.
19. INSTITUT DE L'ELEVAGE. http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/article.php?id_article=9699
20. JALOUALI S., 2000. Rentabilité du croisement d'absorption de la chèvre locale dans les oasis du Sud tunisien. Mémoire fin études, Ecole supérieure de Mograne, Tunisie, 134 p.

21. JASH S., SINGH C., GUPTA A.K., 2001. Effect of enhanced prepartum concentrate feeding on kidding and lactation performance of stallfed crossbred goats. *Indian J. Small Ruminants*, **7**: 19-24.
22. JEMALI M., VILLEMEOT M., 1996. L'expérience tunisienne en matière de filière lait caprin : le projet d'intensification de l'élevage caprin laitier dans les oasis tunisiennes. Rome. Italie, FAO, 256 p.
23. JENNESS R., 1980. Composition and characteristics of goat milk. *J. Dairy Sci.*, **63**: 1605-1630.
24. KALOGRIDOU-VASSILIADOU D., MANOLKIDIS K., TSIGOIDA A., 1992. Somatic cell counts in relation to infection status of the goat udder. *J. Dairy Res.*, **59**: 21-28.
25. LE GAL O., PLANCHENAULT D., 1993. Utilisation des races caprines exotiques dans les zones chaudes. Contraintes et intérêts. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 261 p.
26. MILLER R.H., EMANUELSSON U., PERSSON E., BROLUND L., PHILIPSSON J., FUNKE H., 1983. Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition. *Acta Agric. scand.*, **33**: 203-223.
27. NAJARI S., 2003. Goat production in the southern Tunisia. *IGA Newsl.* (Dec. 2003): 14-16.
28. NAJARI S., 2005. Caractérisation zootechnique et génétique d'une population caprine. Cas de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. Thèse Doct. Etat, Institut national agronomique, Tunis, Tunisie, 214 p.
29. NAJARI S., BEN AHMED, 1996. Evaluation des résultats de croisement de la chèvre locale dans le Sud tunisien. *Revue Rég. arides* (n° spécial) : 363-367.
30. NAJARI S., BEN HAMOUDA M., KHALDI G., 2000. Improvement of goat production in arid regions by the use of exotic breeds. In: Gruner L., Chabert Y., Eds, Nutrition and feeding strategies, Proc. 7th International conference on goats, Tours, France, 1999, p. 211-214.
31. NAJARI S., BEN HAMOUDA M., KHALDI G., 2002. Expression of the kid's genotypes in arid regions conditions. In: Elsen J.M., Ducroq V., Eds, 7th World congress on genetics applied to livestock production, Montpellier, France, 19-23 Aug. 2002, **33**: 401-404.
32. NAJARI S., GADDOUR A., ABDENNEBI M., BEN HAMOUDA M., KHALDI G., 2006. Caractérisation morphologique de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. *Revue Rég. arides*, **17** : 23-41.
33. POUTREL B., LERONDELLE C., 1983. Cell content of goat milk: California mastitis test, Coulter, and Fossomatic for predicting half infection. *J. Dairy Res.*, **66**: 2575-2579.
34. SALFER J.A., LINN J.G., OTTERBY D.E., HANSEN W.P., JOHNSON D.G., 1995. Early lactation responses of Holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. *J. Dairy Sci.*, **78**: 368-377.

Reçu le 16.09.2006, accepté le 12.03.2008

Summary

Gaddour A., Najari S., Ouni M. Improving Goat Dairy Production by Grading Up in an Oasis of South Tunisia

A local goat grading-up project has been on going since 1980 in an oasis of an arid region of Tunisia to improve goat milk production under intensive breeding conditions. The local goat (*Capra hircus*) originated from the Nubian breed and was graded up by imported breeds. A dairy performance survey was carried out on pure goat breeds and crossed genotypes to help select a good improved breed to use in local goat grading up. In total, 1923 data on the lactation of pure breeds, and F1 and F2 cross goats were used to estimate dairy production parameters: total milk production (kg), lactation length (days), and daily milk average (kg/day). Individual quantitative variables were analyzed by ANOVA and by a post-hoc pairwise test (Student, Newman and Keuls) ($\alpha = 5\%$). Results showed that the milk production of the local goat remained low even under intensive oasis conditions. The performances of imported breeds were much lower than those obtained in the country of origin. Crosses between goat breeds improved the milk performance of the local goat. The average milk production was 133.5 kg per lactation in the local goat (n = 10), 172.5 kg in the first generation for the three types of crosses without significant differences between them (n = 46), 188.7 kg in the second generation for the three types of crosses (n = 46), and 226.2 kg in the second generation for crosses with the Alpine breed (n = 14).

Keywords: Goat – Milk production – Crossbreeding – Breeding method – Oasis – Tunisia.

Resumen

Gaddour A., Najari S., Ouni M. Mejoría de la producción lechera caprina mediante el cruce de absorción en un oasis del Sur tunisino

A partir de 1980, se inició un proyecto de cruce de absorción de la cabra local *Capra hircus*, originaria de la raza Nubiana, con razas mejoradoras importadas, en un oasis de una región árida de Tunisia, con el fin de mejorar la producción lechera en una cría de oasis intensiva. Se efectuó el análisis de los rendimientos lecheros de ciertas razas caprinas puras y de grupos genéticos cruzados, con el fin de contribuir a la escogencia de una buena raza mejoradora para ser utilizada en el cruce de absorción de la cabra local. Se utilizaron en total 1923 fichas de lactación de cabras de razas puras y cruzadas F1 y F2 para estimar los parámetros de producción lechera: producción total al ordeño (kg), duración de la lactación (días) y promedio por día (kg/día). Las variables cuantitativas individuales se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) y a tests de comparación de promedios (Student, Newman y Keuls) ($\alpha = 5\%$). Los resultados demostraron que la producción lechera de la cabra local se mantiene reducida incluso bajo condiciones intensivas en oasis. Los rendimientos de las cabras importadas fueron muy inferiores a aquellos realizados en sus países de origen. El cruce entre las razas caprinas mejoró sensiblemente el rendimiento lechero de la cabra local. Mientras que la producción lechera promedio fue de 133,5 kg por lactación para la cabra local (n = 10), fue de 172,5 kg para la primera generación para los tres tipos de cruces sin diferencia significativa entre ellos (n = 46), de 188,7 kg para la segunda generación para los tres tipos de cruces (n = 46) y de 226,2 kg para la segunda generación para el cruce con la raza Alpina (n = 14).

Palabras clave: Caprino – Producción lechera – Cruzamiento – Método de mejoramiento genético – Oasis – Túnez.

Mensurations corporelles des ânes des races Poitevine et Catalane et de leurs croisés au Maroc

I. Boujenane^{1*} M. Machmoum²

Mots-clés

Ane Poitevin – Ane Catalan –
Mensuration corporelle – Vigueur
hybride – Maroc.

Résumé

L'étude a porté sur l'analyse des mensurations corporelles de 125 ânes de race Poitevine (P), 107 de race Catalane (C) et 77 croisés réciproques (PxC et CxP) utilisés dans les haras nationaux au Maroc. Ces ânes étaient nés entre 1937 et 1973 au Maroc, en France et en Espagne. Le type génétique des ânes avait un effet significatif sur toutes les mensurations étudiées sauf sur la hauteur au garrot. Les ânes Poitevins avaient une hauteur au garrot, un tour de poitrine, un poids corporel, une longueur du corps, un vide sous-sternal et un tour du canon antérieur respectivement de 139,7 cm, 152,4 cm, 346,4 kg, 143,2 cm, 76,8 cm et 20,5 cm. Les différences par rapport aux ânes Catalans étaient respectivement de - 0,5 cm, 2,7 cm, 15,7 kg, 3,7 cm, - 1,4 cm et 1,5 cm, et par rapport aux ânes croisés de 1,4 cm, 2,3 cm, 14,2 kg, 5,1 cm, - 0,5 cm et 1,3 cm. L'effet hétérosis était significatif pour la longueur du corps (- 2,30 p. 100) et le tour du canon antérieur (- 2,78 p. 100) seulement. Il est conclu que les mensurations corporelles des ânes Poitevins et Catalans sont légèrement différentes.

■ INTRODUCTION

L'agriculture marocaine repose encore sur la traction animale. Le mulet, facile à entretenir, sobre et rustique, est préféré au cheval pour cette tâche. Selon les enquêtes statistiques menées par le ministère de l'Agriculture en 2005, l'effectif des mulets était de 533 700 têtes et celui des chevaux de 154 600 têtes. Pour améliorer la production mulassière, les services des haras nationaux mettaient à la disposition des agriculteurs des baudets performants, notamment de races Poitevine et Catalane, importés respectivement de France et d'Espagne. Ces races conféraient aux produits une taille et un gabarit important (3). Au fil des années, la production mulassière s'est beaucoup développée au détriment du cheval et a constitué ainsi une menace pour la production chevaline. Cette situation a été accélérée par les années de sécheresse qu'a connues le pays depuis le début des années 1980 (4). Face à cette menace,

les importations des étalons baudets ont été arrêtées depuis la fin des années 1980 et seuls les baudets existants et leurs produits ont continué d'être utilisés. De plus, l'importation des baudets de races Poitevine et Catalane est devenue relativement onéreuse, car ils sont aujourd'hui rares, même dans les pays traditionnellement producteurs. L'objectif du présent travail a été d'avoir une meilleure connaissance des ânes Poitevins et Catalans à travers leur caractérisation corporelle, et de comparer ces races afin de mieux comprendre les différences de conformation observées au niveau de la population mulassière qui est engendrée.

■ MATERIEL ET METHODES

Origine et traitement des données

Les données analysées étaient issues de 309 ânes mâles adultes dont 125 de race Poitevine (P), 107 de race Catalane (C) et 77 croisés réciproques (PxC et CxP) qui ont été utilisés dans les haras nationaux au Maroc pour la production mulassière. Ces ânes étaient nés entre 1937 et 1973 au Maroc (33,7 p. 100), en France (39,8 p. 100) et en Espagne (27,5 p. 100). Les ânes de race Catalane étaient en majorité issus d'Espagne et ceux de race Poitevine l'étaient de France.

1. Département de productions et de biotechnologies animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202 Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc.

Tél./fax: +212 37 776420; e-mail: i.boujenane@iav.ac.ma

2. Division des Haras, direction de l'Élevage, ministère de l'Agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes, Rabat, Maroc.

* Auteur pour la correspondance

Les données analysées figurent sur des fiches individuelles des ânes qui incluent les informations sur l'état civil, telles que le numéro de l'animal, le type génétique, le sexe, le numéro du père, le numéro de la mère, la date de naissance et le lieu de naissance, ainsi que des informations sur la couleur de la robe et les mensurations suivantes :

- hauteur au garrot (HG), hauteur entre le sommet du garrot et le sol ;
- tour de poitrine (TP), mesure passant verticalement en arrière du garrot et au niveau du passage de sangle ;
- longueur du corps, distance entre la pointe de l'épaule et la pointe de la fesse ;
- vide sous-sternal, distance entre le sternum et le sol ;
- tour du canon antérieur, circonférence du canon à un travers de main au-dessous de la partie inférieure de l'articulation du genou.

Puisque le poids corporel (kg) des ânes n'était pas disponible, il a été estimé à partir du tour de poitrine (cm) et de la hauteur au garrot (cm) en utilisant la formule de Svendsen (9) :

$$\text{Poids} = \frac{\text{TP}^{2,575} \times \text{HG}^{0,240}}{3968}$$

Analyses statistiques

Les données ont été analysées dans un premier temps en utilisant les procédures Means et Freq du logiciel SAS (8) afin d'obtenir les statistiques descriptives et les distributions de fréquences des différentes mensurations. Puis, elles ont été analysées par la méthode des moindres carrés en utilisant la procédure GLM pour comparer les types génétiques et déterminer les effets des facteurs de variation. Le modèle statistique utilisé incluait les effets fixes du type génétique de l'âne avec trois niveaux (Catalan, Poitevin et croisés), du lieu de naissance avec deux niveaux (Maroc ou étranger) et de l'année de naissance regroupée en trois classes

(antérieure à 1950, comprise entre 1950 et 1960, et postérieure à 1960). Les interactions entre les facteurs ont été supposées négligeables. La comparaison des moyennes ajustées a été faite selon la méthode de Student.

Par ailleurs, bien que la présente étude ait porté sur la caractérisation et la comparaison des races Poitevine et Catalane, les auteurs ont profité de la disponibilité des données pour calculer les effets hétérosis sur les mensurations corporelles des ânes croisés. Ainsi, l'effet hétérosis a été calculé comme la différence entre la moyenne des performances des ânes croisés et la moyenne des performances des ânes des races parentales. Le pourcentage d'hétérosis a été calculé comme le rapport de l'effet hétérosis sur la moyenne des races parentales.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

L'objectif de l'étude a été de caractériser et de comparer les mensurations corporelles des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés. Par conséquent, les effets des facteurs de variation autres que le type génétique n'ont pas été discutés.

Hauteur au garrot

Les ânes Catalans avaient une hauteur au garrot de 140,2 cm, qui était de 0,5 cm et 1,9 cm supérieure respectivement à celles des ânes Poitevins et des croisés (tableau I). Cette mensuration corporelle n'était pas significativement influencée par le type génétique ($P > 0,05$). Le pourcentage d'hétérosis pour la hauteur au garrot était non significatif et égal à $-1,18$ p. 100. La hauteur au garrot des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés était inférieure à 135 cm respectivement pour 16,8, 23,2 et 37,7 p. 100, comprise entre 135 et 145 cm respectivement pour 71,0, 68,8 et

Tableau I

Moyennes des moindres carrés \pm erreurs types des mensurations corporelles des ânes selon le type génétique, le lieu de naissance et la période de naissance

Facteur de variation	n	Hauteur au garrot (cm)	Tour de poitrine (cm)	Poids corporel (kg)	Longueur du corps (cm)	Vide sous-sternal (cm)	Tour du canon antérieur (cm)
Moyenne arithmétique	309	139,5	151,0	338,0	139,8	77,5	19,6
Ecart-type	309	6,92	7,33	44,4	6,85	3,66	1,63
Type génétique		NS	*	*	***	*	***
Catalan	107	140,2 \pm 0,78	149,7 ^a \pm 0,84	330,7 ^a \pm 5,08	139,5 ^a \pm 0,75	78,2 ^a \pm 0,41	19,0 ^a \pm 0,17
Poitevin	125	139,7 \pm 0,77	152,4 ^b \pm 0,83	346,4 ^b \pm 5,00	143,2 ^b \pm 0,74	76,8 ^b \pm 0,40	20,5 ^b \pm 0,16
Croisé	77	138,3 \pm 0,84	150,1 ^{ab} \pm 0,90	332,2 ^a \pm 5,436	138,1 ^a \pm 0,80	77,3 ^a \pm 0,44	19,2 ^a \pm 0,18
Lieu de naissance		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Etranger	212	139,9 \pm 0,56	151,6 \pm 0,60	341,2 \pm 3,61	139,6 \pm 0,53	77,8 \pm 0,29	19,7 \pm 0,12
Maroc	97	139,0 \pm 0,81	149,9 \pm 0,87	331,7 \pm 5,26	141,0 \pm 0,77	77,1 \pm 0,42	19,4 \pm 0,17
Période de naissance		**	NS	NS	***	**	***
De 1937 à 1950	125	137,5 ^a \pm 0,63	150,4 \pm 0,67	333,6 \pm 4,09	137,5 ^a \pm 0,60	76,6 ^a \pm 0,33	19,0 ^a \pm 0,13
De 1950 à 1960	119	140,2 ^b \pm 0,64	150,1 \pm 0,68	332,6 \pm 4,15	140,1 ^b \pm 0,61	78,1 ^b \pm 0,33	19,6 ^b \pm 0,14
De 1960 à 1973	65	140,5 ^b \pm 0,90	151,6 \pm 0,97	343,0 \pm 5,86	143,2 ^c \pm 0,86	77,7 ^b \pm 0,47	20,1 ^b \pm 0,19

^{a,b,c} Les moyennes ajustées d'une même colonne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %

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

49,4 p. 100, et supérieure à 145 cm respectivement pour 12,1, 8,0 et 13,0 p. 100 (figure 1). Par ailleurs, Bertoni (1) a rapporté une hauteur au garrot variant entre 140 et 150 cm chez le baudet du Poitou. Une hauteur au garrot de 105 cm a été trouvée chez les ânes au Soudan (10) et au Maroc (7). De même, Ebangi et Vall (2) ont rapporté que les ânes mâles adultes de la zone soudano-sahélienne du Cameroun avaient une hauteur au garrot de 100 cm.

Tour de poitrine

Le type génétique avait un effet significatif ($P < 0,05$) sur le tour de poitrine. Les ânes Poitevins avaient un tour de poitrine de 152,4 cm qui était de 2,7 cm plus élevé que celui des ânes Catalans et de 2,3 cm plus élevé que celui des croisés (tableau I). L'effet hétérosis pour le tour de poitrine était non significatif et d'une valeur égale à $-0,63$ p. 100. Le tour de poitrine des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés fluctuait entre 130 et 175 cm. La distribution de fréquences a montré que le tour de poitrine était inférieur à 145 cm, compris entre 145 et 155 cm, et supérieur à 155 cm, respectivement pour 27,1, 53,3 et 19,6 p. 100 des ânes Catalans, pour 15,2, 52 et 32,8 p. 100 des ânes Poitevins, et pour 32,5, 46,8 et 20,8 p. 100 des ânes croisés (figure 2). Le tour de poitrine des baudets du Poitou était en moyenne de 154 cm, variant entre 145 et 168 cm (1), alors qu'il était de 115 cm chez les ânes du Zimbabwe (6) et de 108,3 cm chez les ânes de la zone soudano-sahélienne du Cameroun (2).

Poids corporel

Le poids corporel était plus lourd chez les ânes Poitevins (346,4 kg), avec une différence de 15,7 et 14,2 kg par rapport

aux ânes respectivement Catalans et croisés (tableau I). Il était significativement influencé ($P < 0,05$) par le type génétique. Le pourcentage d'hétérosis pour le poids corporel était de $-1,88$ p. 100. Les ânes Catalans et Poitevins et leurs croisés avaient un poids corporel qui variait de 203 à 503 kg. La distribution de fréquences a montré que 24,3, 13,6 et 29,9 p. 100 respectivement des ânes Catalans, Poitevins et croisés avaient un poids vif inférieur à 300 kg, 44,9, 44,0 et 36,4 p. 100 un poids compris entre 300 et 350 kg, et 30,9, 42,4 et 33,8 p. 100 un poids supérieur à 350 kg (figure 3). Le poids des ânes Poitevins était presque similaire à celui rapporté par Bertoni (1) qui était de 350 kg en moyenne, variant de 250 à 410 kg. Celui des ânes au Zimbabwe était en moyenne de 142 kg (6), alors qu'il était de 135 kg chez les ânes du Maroc (7), et de 123,2 kg chez ceux de la zone soudano-sahélienne du Cameroun (2).

Longueur du corps

La longueur du corps la plus élevée a été enregistrée chez les ânes Poitevins, avec une moyenne ajustée de 143,2 cm. Elle était de 3,7 cm de plus que celle des ânes Catalans et de 5,1 cm de plus que celle des croisés (tableau I). Le type génétique avait un effet très significatif sur la longueur du corps ($P < 0,001$). En revanche, l'effet hétérosis n'était pas significatif ($P < 0,01$) ; sa valeur était de $-2,30$ p. 100. La longueur du corps des ânes des types génétiques étudiés était comprise entre 120 et 160 cm. Elle était inférieure à 135 cm, comprise entre 135 et 145 cm, et supérieure à 145 cm respectivement pour 31,7, 49,6 et 18,7 p. 100 des ânes Catalans, 20, 52 et 28 p. 100 des ânes Poitevins, et 29,9, 58,5 et 11,7 p. 100 des croisés (figure 4). Nengomasha et coll. (6) ont rapporté que

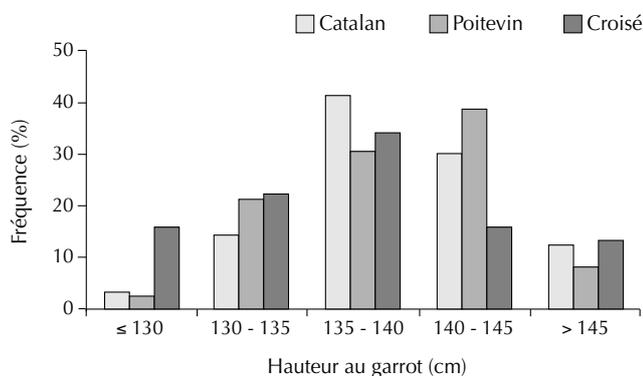


Figure 1 : distribution des fréquences de la hauteur au garrot des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés.

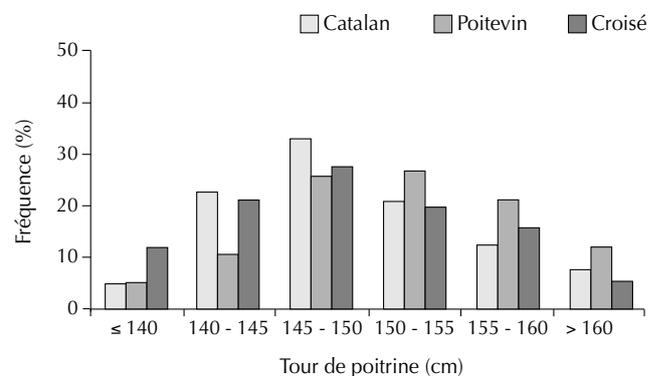


Figure 2 : distribution des fréquences du tour de poitrine des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés.

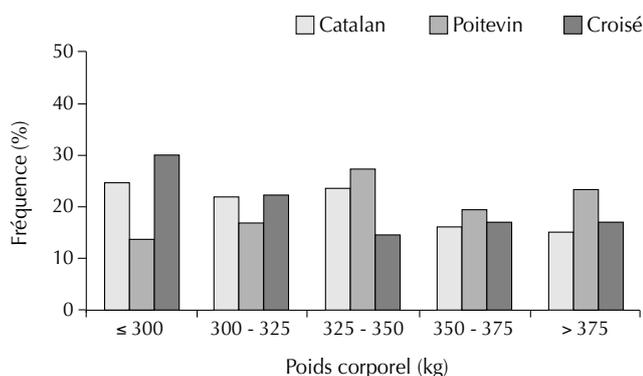


Figure 3 : distribution des fréquences du poids corporel des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés.

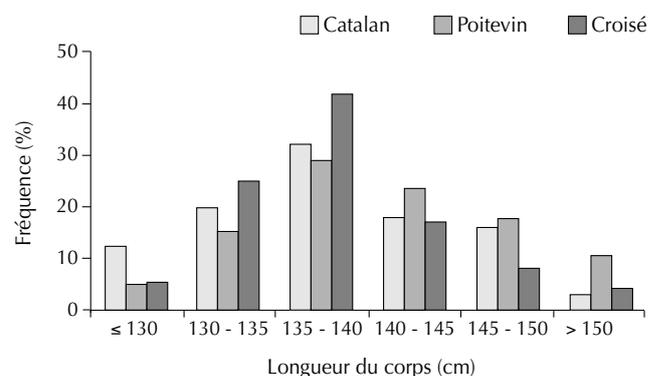


Figure 4 : distribution des fréquences de la longueur du corps des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés.

la longueur du corps des ânes au Zimbabwe était en moyenne de 90 cm, variant de 67 à 103 cm. Au Maroc, elle était de 84 cm (7).

Vide sous-sternal

Les ânes Catalans avaient un vide sous-sternal de 78,2 cm, soit de 1,4 cm plus élevé que celui des ânes Poitevins et de 0,9 cm plus élevé que celui des croisés (tableau I). Le type génétique avait un effet significatif sur cette mensuration ($P < 0,05$). Le pourcentage d'hétérosis était non significatif et égal à $-0,26$ p. 100. Le vide sous-sternal des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés variait de 61 à 89 cm. La distribution de fréquences a montré qu'il était inférieur à 76 cm pour respectivement 24,3, 43,2 et 45,5 p. 100, compris entre 76 et 82 cm pour 65,4, 51,2 et 44,2 p. 100, et supérieur à 82 cm pour 10,3, 5,6 et 10,4 p. 100 (figure 5). Bertoni (1) a rapporté que le vide sous-sternal du baudet du Poitou était en moyenne de 81 cm, variant de 74 à 88 cm.

Tour du canon antérieur

Le tour du canon antérieur (TCA) était significativement influencé par le type génétique ($P < 0,001$). La moyenne ajustée du TCA des ânes Poitevins était de 20,5 cm. Elle était de 1,5 et 1,3 cm plus élevée respectivement que celles des ânes Catalans et des croisés (tableau I). Le pourcentage d'hétérosis était significatif ($P < 0,05$) et d'une valeur de $-2,78$ p. 100. Les ânes Catalans et Poitevins et leurs croisés avaient un TCA qui variait de 16 à 25 cm. Ainsi, respectivement 30,8, 13,6 et 29,9 p. 100 de ces ânes avaient un TCA inférieur à 18 cm, 54,2, 37,6 et 59,8 p. 100 avaient un TCA compris entre 18 et 20 cm, et 14,9, 48,8 et 10,4 p. 100 avaient un TCA supérieur à 20 cm (figure 6). Bertoni (1) a rapporté que le tour du canon antérieur du baudet du Poitou était en moyenne de 21,5 cm, variant de 19 à 27 cm. Chez les ânes du Zimbabwe, Nengomasha et coll. (5) ont trouvé une moyenne de 14 cm.

■ CONCLUSION

Ce travail a montré que les mensurations corporelles des ânes Poitevins et Catalans ne sont pas très différentes. Par conséquent, de ce point de vue, les deux races pourraient être utilisées indifféremment pour la production mulassière.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTONI C., 2000. Contribution sur le plan génétique à la sauvegarde du baudet du Poitou. Mémoire fin d'études, Ecole nationale d'ingénieurs des travaux agricoles, Bordeaux, France.
- 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.
- EL KOHEN M., 1994. L'élevage équin au Maroc. Situation et perspectives de développement. In : Bakkoury M., Prentis R.A., Eds, Working equines. Rabat, Maroc, Actes Editions, p. 89-94.
- KHOUZAIMI M., BAKKOURY M., 1994. Contribution du haras régional de Marrakech à la production et à la protection des équidés de trait. In : Bakkoury M., Prentis R.A., Eds, Working equines. Rabat, Maroc, Actes Editions, p. 51-56.
- NENGOMASHA E.M., JELE N., PEARSON R.A., 1997. Morphological characteristics of working donkeys in South-Western Zimbabwe. In: ATNESA workshop on Improving donkey utilisation and management, Debre Zeit, Ethiopia, 5-9 May 1997.

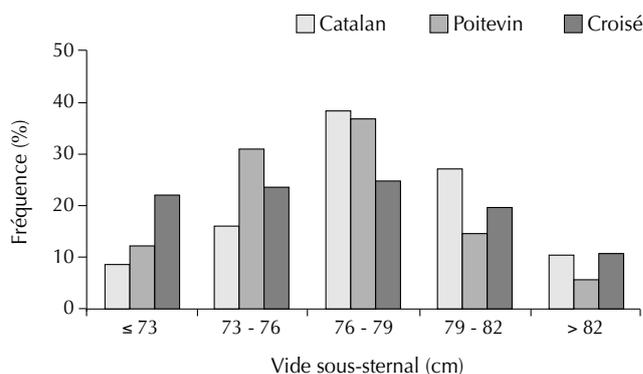


Figure 5 : distribution des fréquences du vide sous-sternal des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés.

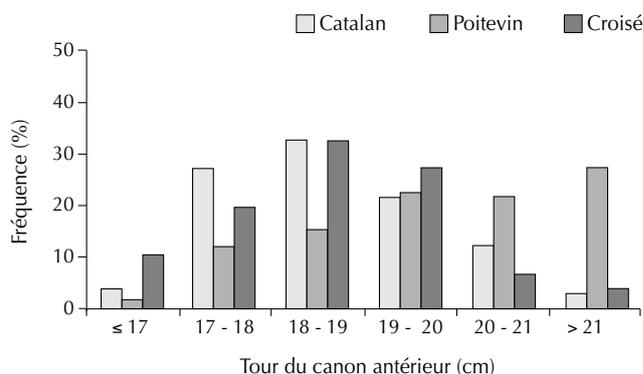


Figure 6 : distribution des fréquences du tour du canon antérieur des ânes Catalans et Poitevins et de leurs croisés.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier M. Issam Touati pour la saisie des données analysées dans cette étude.

Summary

Boujenane I., Machmoum M. Body Measurements of Donkeys of Poitevin and Catalan Breeds and their Crossbreds in Morocco

The study concerned the analysis of body measurements of 125 Poitevin (P), 107 Catalan (C) and 77 reciprocal crossbred (PxC et CxP) donkeys used in the national stud farms of Morocco. The donkeys were born between 1937 and 1973 in Morocco, France and Spain. The genetic type had a significant effect on all measurements studied except on the height at withers. Poitevin donkeys had a height at withers, heart girth, body weight, body length, substernal gap and front cannon bone circumference of 139.7 cm, 152.4 cm, 346.4 kg, 143.2 cm, 76.8 cm and 20.5 cm, respectively. Compared to Catalan donkeys the differences were - 0.5 cm, 2.7 cm, 15.7 kg, 3.7 cm, - 1.4 cm and 1.5 cm, and compared to crossbreds 1.4 cm, 2.3 cm, 14.2 kg, 5.1 cm, - 0.5 cm and 1.3 cm, respectively. The heterosis effect was significant for the body length (- 2.30%) and the front cannon bone circumference (- 2.78%) only. It was concluded that body measurements of Poitevin and Catalan donkey breeds were slightly different.

Keywords: Poitevin ass – Catalan ass – Body measurement – Heterosis – Morocco.

Resumen

Boujenane I., Machmoum M. Medidas corporales de los asnos de razas Poitevina y Catalana y de sus cruces en Marruecos

El estudio se centró sobre el análisis de las medidas corporales de 125 asnos de raza Poitevina (P), 107 de raza Catalana (C) y 77 cruces recíprocos (PxC y CxP) utilizados en las haras nacionales de Marruecos. Estos asnos nacieron entre 1937 y 1973 en Marruecos, en Francia y en España. El tipo genético de los asnos tuvo un efecto significativo sobre todas las medidas estudiadas, excepto sobre la altura al garrote. Los asnos de raza Poitevina tuvieron una altura al garrote, un contorno de tórax, un peso corporal, un largo del cuerpo, un vacío sub esternal y un contorno de miembro anterior de 139,7 cm, 152,4 cm, 346,4 kg, 143,2 cm, 76,8 cm y 20,5 cm respectivamente. Las diferencias con respecto a los asnos de raza Catalana fueron de - 0,5 cm, 2,7 cm, 15,7 kg, 3,7 cm, - 1,4 cm y 1,5 cm, respectivamente y con respecto a los asnos cruzados de 1,4 cm, 2,3 cm, 14,2 kg, 5,1 cm - 0,5 cm y 1,3 cm. El efecto de heterosis fue significativo para el largo del cuerpo (- 2,30%) y el contorno de miembro anterior (- 2,78%) solamente. Se concluye que las medidas corporales de los asnos de razas Poitevina y Catalana son ligeramente diferentes.

Palabras clave: Asno Poitevin ass – Asno Catalan ass – Mención del cuerpo – Vigor híbrido – Marruecos.

