

SOMMAIRE

Pathologie	Alimentation-Nutrition
Virologie	Productions et industries animales
Bactériologie	Zootéchnie
Parasitologie	Économie de l'élevage
Protozoologie	Agropastoralisme
Helminthologie	Écologie
Entomologie	Cartographie
Biologie	Téledétection
Anatomie	

8 Éditorial

PATHOLOGIE

- 13 ALI (B. H.), EL SANHOURI (A. A.), MUSA (B. E.). Quelques effets cliniques, hématologiques et biochimiques de quatre tranquillisants chez les dromadaires (*Camelus dromedarius*) (en anglais)

VIROLOGIE

- 19 NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.), GILLET (J. P.). Propriétés d'une souche d'orthopoxvirus isolée des dromadaires du Niger

PARASITOLOGIE

- 27 MUSA (M. T.), HARRISON (M.), IBRAHIM (A. M.), TAHA (T. O.). Observations sur une myiase nasale des dromadaires du Soudan causée par des larves de *Cephalopina titillator* (en anglais)
- 33 HADANI (A.), BEN YAAKOV (B.), ROSEN (Sh.). Myiase causée par *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) chez le chameau d'Arabie (*Camelus dromedarius*) dans la péninsule du Sinaï (en anglais)

HELMINTHOLOGIE

- 41 SAAD (M. B.), HASSAN (A. K. M.). Hémagglutination indirecte et immunoélectrophorèse dans le diagnostic de l'hydatidose des dromadaires au Soudan (en anglais)
- 45 RICHARD (D.). L'haemonchose du dromadaire

PROTOZOLOGIE

- 55 TAGER-KAGAN (P.), ITARD (J.), CLAIR (M.). Essai sur l'efficacité du CymelarsanND sur *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire

BIOLOGIE

- 63 JARRAR (B. M.), TAIB (N. T.). Caractérisation histochimique et localisation des mucosubstances et leur activité enzymatique dans les glandes salivaires du dromadaire (*Camelus dromedarius*) (en anglais)

ANATOMIE

- 73 OUHSINE (A.). Étude de la topographie des viscères abdominaux chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en décubitus sternal

ALIMENTATION-NUTRITION

- 81 HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.). Profils et taux de renouvellement en minéraux dans le pré-estomac de dromadaires pâturant en diverses saisons au Kenya (en anglais)

- 89** KAMOUN (M.), GIRARD (P.), BERGAOUI (R.). Alimentation et croissance du dromadaire. Effet d'un aliment concentré sur l'ingestion de matière sèche et la croissance du chamelon en Tunisie

Communication

- 95** GÉRARD (D.), RICHARD (D.). Note sur la consommation d'un foin par des dromadaires

PRODUCTIONS ET INDUSTRIES ANIMALES

- 97** RICHARD (D.), GÉRARD (D.). La production laitière des dromadaires Dankali (Éthiopie)

- 105** RAMET (J. P.). L'aptitude fromagère du lait de dromadaire

Communications

- 113** KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.). Un essai de production et de transformation de lait de dromadaire en Tunisie

- 115** MARTINEZ (D.). Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie

ZOOTECHNIE

- 117** WILSON (R. T.). Performances de reproduction du dromadaire. Base empirique (en anglais)

ÉCOLOGIE

- 127** PEYRE DE FABREGUES (B.). Le dromadaire dans son milieu naturel

- 133** Note de lecture

- 135** Analyses bibliographiques

- 143** Informations

CONTENTS

Animal diseases	Feeding
Virology	Animal products
Bacteriology	Zootechny
Parasitology	Livestock economy
Protozoology	Range management
Helminthology	Ecology
Entomology	Mapping
Biology	Remote sensing
Anatomy	

8 Editorial

ANIMAL DISEASES

- 13 ALI (B. H.), EL SANHOURI (A. A.), MUSA (B. E.). Some clinical, haematological and biochemical effects of four tranquilizers in camels (*Camelus dromedarius*)

VIROLOGY

- 19 NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.), GILLET (J. P.). Properties of an orthopoxvirus strain isolated from camels in Niger

PARASITOLOGY

- 27 MUSA (M. T.), HARRISON (M.), IBRAHIM (A. M.), TAHA (T. O.). Observations on Sudanese camel nasal myiasis caused by the larvae of *Cephalopina titillator*
- 33 HADANI (A.), BEN YAAKOV (B.), ROSEN (Sh.). Myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) in the Arabian camel (*Camelus dromedarius*) in the Peninsula of Sinai

HELMINTHOLOGY

- 41 SAAD (M. B.), HASSAN (A. K. M.). Indirect haemagglutination (IHA) and immunoelectrophoresis in the diagnosis of the hydatidosis in Sudanese camels
- 45 RICHARD (D.). Haemonchosis in the dromedary

PROTOZOOLOGY

- 55 TAGER-KAGAN (P.), ITARD (J.), CLAIR (M.). Trial of efficiency of CymelarsanTM on *Trypanosoma evansi* in camel

BIOLOGY

- 63 JARRAR (B. M.), TAIB (N. T.). Histochemical characterization and distribution of mucosubstances and enzyme activity in the lingual salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*)

ANATOMY

- 73 OUHSINE (A.). Study of the topography of the abdominal viscera of the dromedary (*Camelus dromedarius*) lying in sternal decubitus

FEEDING

- 81 HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.). Mineral profiles and mineral turnover in the forestomachs of camels in Kenya grazing under various seasonal conditions

- 89** KAMOUN (M.), GIRARD (P.), BERGAOUI (R.). Feeding and growth of the dromedary. Effect intake of the concentrate in dry matter ingestion and young camel growth in Tunisia

Short note

- 95** GÉRARD (D.), RICHARD (D.). Note on hay consumption by one-humped camels

ANIMAL PRODUCTS

- 97** RICHARD (D.), GÉRARD (D.). Milk production of Dankali camels (Ethiopia)

- 105** RAMET (J. P.). Cheese ability of dromedary milk

Short notes

- 113** KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.). A test of production and transformation of dromedary milk in Tunisia

- 115** MARTINEZ (D.). Note on camel milk production in suburban area in Mauritania

ZOOTECCHNY

- 117** WILSON (R. T.). Reproductive performance of the one-humped camel. Empirical base

ECOLOGY

- 127** PEYRE DE FABREGUES (B.). The dromedary in its natural environment

- 133** Reader's note

- 135** Book review

- 143** News

SUMARIO

Patología	Alimentación
Virología	Productos animales
Bacteriología	Zootecnia
Parasitología	Economía de la ganadería
Protozoología	Agropecuaria
Helmintología	Ecología
Entomología	Cartografía
Biología	Teledetección
Anatomía	

8 Editorial

PATOLOGIA

- 13 ALI (B. H.), EL SANHOURI (A. A.), MUSA (B. E.). Algunos efectos clínicos, hematológicos y bioquímicos de cuatro calmantes en los dromedarios (*Camelus dromedarius*)

VIROLOGIA

- 19 NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.), GILLET (J. P.). Propiedades de una cepa de ortopoxvirus aislada de dromedarios del Niger

PARASITOLOGIA

- 27 MUSA (M. T.), HARRISON (M.), IBRAHIM (A. M.), TAHA (T. O.). Observaciones sobre una miasis nasal de los dromedarios en el Sudán causada por larvas de *Cephalopina titillator*
- 33 HADANI (A.), BEN YAAKOV (B.), ROSEN (Sh.). Miasis provocada por *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) en el dromedario de Arabia (*Camelus dromedarius*) en la Península de Sinai

HELMINTOLOGIA

- 41 SAAD (M. B.), HASSAN (A. K. M.). Hemaglutinación indirecta e inmunolectroforesis en el diagnóstico de la hidatidosis de los dromedarios en el Sudán
- 45 RICHARD (D.). La hemoncosis del dromedario

PROTOZOOLOGIA

- 55 TAGER-KAGAN (P.), ITARD (J.), CLAIR (M.). Ensayo de la eficacia del CimelarsanND sobre *Trypanosoma evansi* en el dromedario

BIOLOGIA

- 63 JARRAR (B. M.), TAIB (N. T.). Determinación de las características histoquímicas y localización de las mucosubstancias y su actividad enzimática en las glándulas salivarias del dromedario (*Camelus dromedarius*)

ANATOMIA

- 73 OUHSINE (A.). Estudio de la topografía de las vísceras abdominales en el dromedario (*Camelus dromedarius*) en decúbito del esternón

ALIMENTACION

- 81 HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.). Estado y tasa de reposición de minerales en el pre-estómago de dromedarios al pastoreo en diferentes estaciones en Kenya

- 89** KAMOUN (M.), GIRARD (P.), BERGAOUI (R.). Alimentación y crecimiento del dromedario. Efecto de un alimento concentrado sobre la ingestión de materia seca y el crecimiento del camello joven en Túnez

Breve nota

- 95** GÉRARD (D.), RICHARD (D.). Nota sobre el consumo de un heno por dromedarios

PRODUCTOS E INDUSTRIAS ANIMALES

- 97** RICHARD (D.), GÉRARD (D.). La producción lechera de los dromedarios Dankali (Etiopía)

- 105** RAMET (J. P.). Aptitud quesera de la leche del dromedario

Breves notas

- 113** KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.). Ensayo de producción y de transformación de la leche del dromedario en Túnez

- 115** MARTINEZ (D.). Nota sobre la producción de leche de dromedario en la cercanía de ciudades en Mauritania

ZOOTECNIA

- 117** WILSON (R. T.). Reproductividad del dromedario. Base empírica

ECOLOGIA

- 127** PEYRE DE FABREGUES (B.). El dromedario en su medio ambiente nativo

- 133** Nota de lectura

- 135** Comentarios bibliográficos

- 143** Informaciones

EDITORIAL

Pour le dromadaire

Après Glossines et Trypanosomoses, Productions animales et VIèmes Journées médicales d'Abidjan, le quatrième numéro thématique de la Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux est consacré au Dromadaire.

Ce choix correspond à la création récente à l'Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (IEMVT), d'une cellule interdisciplinaire « dromadaire ». Il répond au vœu des ministères français des Affaires étrangères et de la Coopération de voir coordonnées leurs actions de recherche et de développement sur cet animal. Cette cellule offre l'opportunité de valoriser les trente dernières années de connaissances tant en pathologie (au Tchad dans les années 60, en Éthiopie dans les années 70 et au Niger dans les années 80) qu'en production animale (Niger, Éthiopie et, actuellement Soudan).

L'IEMVT prend la suite des vétérinaires de l'Afrique Occidentale française dont l'intérêt pour cet animal tenait essentiellement à son utilisation militaire dans les pelotons méharistes. CAUVET en 1925 pour la France, LEESE en 1927 pour la Grande-Bretagne et DROANDI en 1936 pour l'Italie sont, parmi d'autres, les auteurs dont les traités sont le plus souvent cités. Le dromadaire était alors un sujet d'étude à part entière, ce qui n'a plus été le cas dès l'essor des transports automobiles. Il est devenu un des éléments complémentaires à l'étude épidémiologique des affections décimant les ruminants en général, au même titre que la faune sauvage.

Les récentes périodes de sécheresse en Afrique ont relancé l'intérêt de certains biologistes qui ont pris conscience de l'originalité physiologique de cet animal lui permettant de résister dans un milieu très hostile. Ainsi, aujourd'hui, le dromadaire représente l'ultime production animale des zones arides et le dernier moyen de survie des populations nomades dans des régions de plus en plus délaissées.

Cette prise de conscience explique la récente recrudescence des travaux scientifiques : combattre les contraintes pathologiques, mieux connaître le comportement alimentaire et améliorer les performances de reproduction. Le dromadaire cesse enfin d'être un animal d'intérêt marginal. Depuis 10 ans, analyses, revues bibliographiques, notes et catalogues de références se sont multipliés comme si l'on se devait de rattraper le retard accumulé au cours d'un demi-siècle et soudainement révélé par les grandes vagues de sécheresse qui ont focalisé le regard et la réflexion sur les hommes et les bêtes des zones arides et des quasi-déserts. Citons, pour les seules compilations de références, et sans être exhaustif, RICHARD (Maisons-Alfort, France, IEMVT, 1980), ouvrage épuisé mais dont une réédition est en cours, FARID (Damas, Syrie, ACSA, 1981), WILSON (Harlow, Grande-Bretagne, 1984), COCKRILL (Uppsala, Suède, SIAS-FIS, 1985).

Au chapitre des trop rares ouvrages magistraux, il faut noter le traité d'anatomie de SMUTS et BEZUIDENHOUT, dont le professeur PAVAUX a bien voulu rendre compte, et dans la série Nutrition animale comparée, The Desert camel du professeur YAGIL, également analysé ici.

Cependant les recherches fondamentales sont encore fragmentaires, tout comme la recherche appliquée au développement des régions arides à partir d'un authentique élevage camelin, de type moderne, exception faite, semble-t-il, pour le Nord Kenya, la Somalie, l'URSS et l'Inde. Or, selon RICHARD et TISSERAND (1984), « il est indispensable qu'une bonne connaissance zootechnique soit acquise pour aboutir à un jugement économique fiable sur l'avenir de la production animale ». Cette connaissance ne fait que commencer et ce numéro en est un exemple fort modeste que nous espérons pouvoir renouveler avec un éventail plus vaste, fondé sur des exemples originaux.

Nous avons proposé aux chercheurs de présenter leurs travaux. Plusieurs ont répondu et les dix-huit articles publiés retracent des études menées dans une dizaine de pays d'Afrique et du Proche-Orient, faisant ainsi le point des connaissances acquises en pathologie, en productions animales et dans les sciences fondamentales vétérinaires (anatomie et physiologie). L'analyse



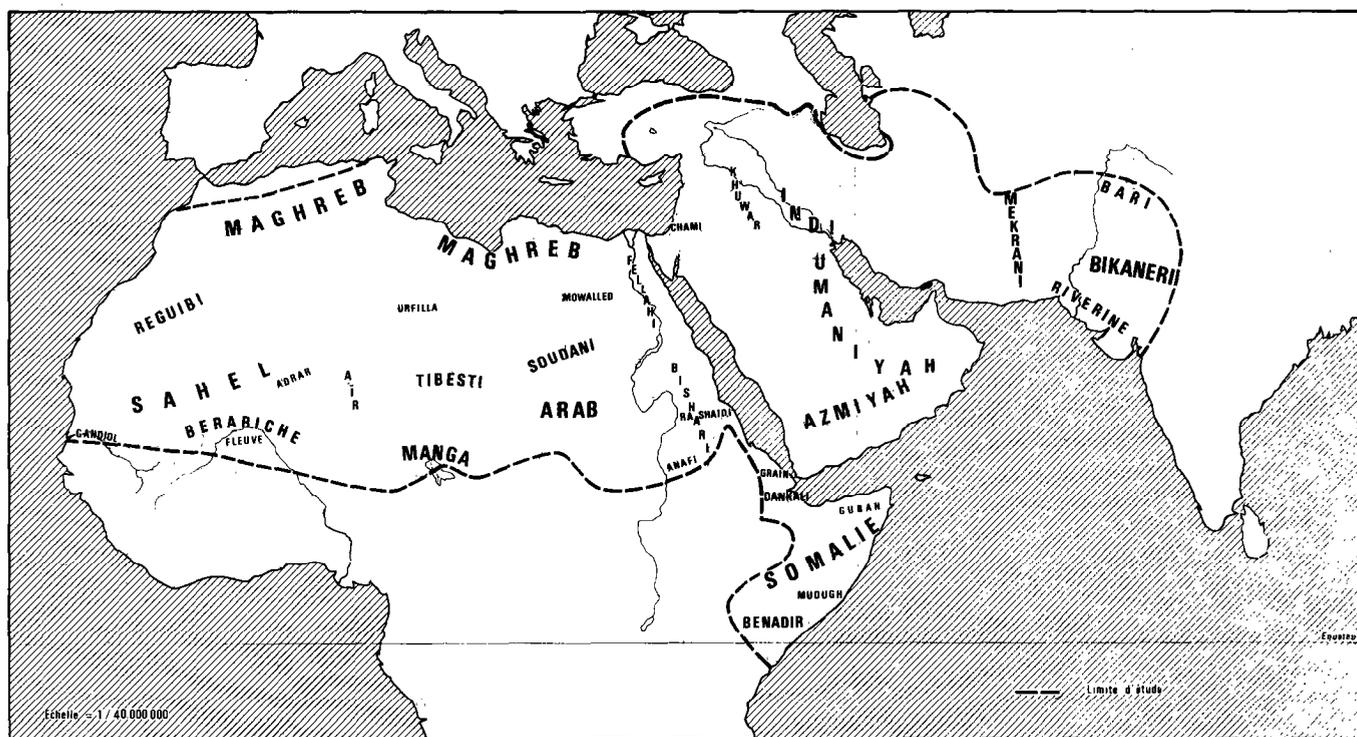
bibliographique de quelques ouvrages, mémoires ou articles parus récemment complète ce panorama.

Quant à la cellule « dromadaire », elle réalise là un de ses premiers objectifs : informer la communauté scientifique, intéressée de près ou de loin par le dromadaire, des travaux menés par chaque équipe. Dans cette perspective, la base de données bibliographiques de l'IEMVT sur le dromadaire et le chameau est en cours d'actualisation et d'informatisation pour permettre l'interrogation, par mots-clés, des 3 000 références enregistrées. Elles seront prochainement éditées. Ce chiffre doit cependant être considéré avec réserve car beaucoup de ces informations ont un caractère répétitif et nombre d'auteurs cités reprennent en fait les conclusions de quelques éminents spécialistes, tandis que des pans entiers de la connaissance restent encore à explorer.

A propos de l'alimentation, RICHARD écrit qu'elle « est un des composants les plus mal connus » (de cet élevage) à l'exception de la capacité d'ingestion d'eau et de la description des pâturages et du mode de pâture. Pour tous les autres facteurs, il n'existe que cinq auteurs originaux : CROSS (1917), PECK (1939), FARID (1979), GAUTHIER-PILTERS (1972, 1977), MALOY (1972).

Parmi les études abordant l'adaptation du dromadaire à un environnement

LOCALISATION DES PRINCIPALES RACES DE DROMADAIRES



sub-désertique (physiologie, métabolisme, consommation d'eau, écologie), quelques auteurs s'imposent : SCHMIDT-NIELSEN (1956 à 1964), GAUTHIER-PILTERS (1961 à 1977), YAGIL et EKZION . Enfin CURASSON (1947) est resté longtemps pour les francophones, un auteur de référence en matière de pathologie.

On conviendra volontiers que les rencontres interdisciplinaires sont une nécessité pour les communautés de chercheurs, de techniciens et d'économistes.

La parution d'une lettre périodique permettra aux responsables des Unités de recherche et de développement de se concerter pour débattre des orientations à privilégier ou des méthodologies communes. La cellule a aussi pour rôle de provoquer ces rencontres et de servir d'intermédiaire actif pour procurer aux équipes les moyens d'appliquer les décisions prises en commun. Plusieurs actions sont déjà en cours au Tchad, au Maroc, au Soudan, au Niger, en Mauritanie. Elles seront bientôt initiées en Somalie et à Djibouti, en collaboration avec celles d'autres aides multi- ou bilatérales.

La somme de toutes ces expériences devrait se concrétiser par une réunion



internationale en 1990. Souhaitons que ces démarches cristallisent toutes les volontés pour faire progresser la connaissance du dromadaire, de son élevage, de son économie et de son avenir, dont dépend toujours et pour longtemps encore, la survie de quelques millions d'individus parmi les plus déshérités du monde.

Dans la situation de misère et de famine qui est depuis 20 ans le lot dramatique et quotidien de certaines ethnies, qui niera que le dromadaire sera toujours le seul animal capable d'assurer leur existence et leur avenir au sein d'une société qui lui réserve une place affective de premier rang ?

Certaines communications présentées au Séminaire de Rättik (Suède) en octobre 1987 et dont le thème était « le chameau dans le développement » traduisent à la fois cette inquiétude et cet espoir (analyses bibliographiques).

Que tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce volume en soient très sincèrement et chaleureusement remerciés.

Gilles SAINT-MARTIN

André ROBINET

Nous remercions le ministère des Affaires étrangères et le ministère de la Coopération pour leur contribution à la publication de ce numéro.

B. H. Ali ¹
 A. A. El Sanhoury ²
 B. E. Musa ²

Some clinical, haematological and biochemical effects of four tranquilizers in camels (*Camelus dromedarius*)

ALI (B. H.), EL SANHOURI (A. A.), MUSA (B. E.). Quelques effets cliniques, hématologiques et biochimiques de quatre tranquillisants chez les dromadaires (*Camelus dromedarius*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 13-17.

Six dromadaires sains ont été traités avec les tranquillisants suivants : propionyl promazine (CombelenND), xylazine (RompunND), acépromazine (CalmivetND) ou chlorpromazine (LargactilND) avec une dose unique de 0,5, 0,25, 0,1 ou 3 mg/kg respectivement, par voie intramusculaire. L'apparition, la durée et le degré de la sédation produite par chaque médicament ont été enregistrés pendant six heures. L'effet des traitements sur quelques paramètres hématologiques et biochimiques a aussi été étudié. L'apparition et la durée d'action des tranquillisants étaient respectivement de 10 mn et 2,1 ± 0,5 h pour la propionyl promazine, 4 mn et 3,1 ± 0,4 h pour la xylazine, 5 mn et 2,3 ± 0,5 h pour l'acépromazine, 7 mn et 2,5 ± 0,4 h pour la chlorpromazine. On a observé que 5 à 10 mn après l'administration des quatre médicaments, les dromadaires ont montré de l'agitation avec ptôse de la lèvre inférieure en frottant leurs narines contre des objets. Durant la première heure suivant l'injection, les animaux ont uriné, déféqué et pleuré fréquemment. La xylazine a semblé supérieure aux trois autres médicaments dans son effet sédatif.

Aucun effet significatif sur la température rectale ou le rythme respiratoire des dromadaires traités n'est apparu après l'administration des quatre médicaments. Une baisse constante mais statistiquement non significative (environ 10 p. 100) a été notée dans la concentration de l'hémoglobine et la numération érythrocytaire, une heure après le traitement avec les tranquillisants. Les quatre médicaments, particulièrement la xylazine et la propionyl promazine ont provoqué une hyperglycémie significative mais n'ont altéré ni la concentration de l'urée plasmatique ni l'activité de l'aspartate aminotransférase.
 Mots clés : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Médicament neurotrope - Hématologie - Biochimie - Symptôme - Soudan.

INTRODUCTION

Camels are important in arid zones where they are used for food, transport and sport (14, 15). In other areas, they are popular zoo animals. Several depressants (anaesthetics, tranquilizers and analgesics) have been used in this species, but with different and sometimes contradicting results (6, 7, 8, 9).

1. Department of Medicine, Pharmacology & Toxicology, Faculty of Veterinary Science, P.O. Box 32, Khartoum North, Sudan.

Current address : Department of Pharmacology, Al Arab Medical University, P.O. Box 18251, Benghazi, Libya.

2. Department of Surgery, Obstetrics and Gynaecology Faculty of Veterinary Science, P.O. Box 32, Khartoum North, Sudan.

Reçu le 25.01.88, accepté le 02.03.88.

Although camels are, in general, considered to be good subjects for depressants (1), there seems to be no unanimity regarding the recommended dosage, efficacy and safety of these drugs. Therefore it was thought useful to evaluate systematically the efficacy and safety of various depressants in camels in the Sudan, and in the present work some clinical, haematological and biochemical effects in camels treated with tranquilizers started to be investigated.

MATERIALS AND METHODS

Animals

Two male and four female healthy camels weighing from 175 to 235 kg and aging three to seven years were used. They were housed in one large pen and provided with hay, sorghum grains and water *ad libitum*. Before the start of the experiment, they were examined clinically for soundness, and their freedom from external and internal parasites was ensured.

Treatment

Four tranquilizers were employed. Propionyl promazine (CombelenTM/Bayer) was given at a dose of 0.5 mg/kg, xylazine (RompunTM/Bayer) at 0.25 mg/kg, acepromazine (CalmivetTM/Vetoquinol) at 0.1 mg/kg, and chlorpromazine (LargactilTM/M & B) at 3 mg/kg. All these doses were given once, one week apart, by the intramuscular route in the neck region.

Blood collection

Blood (10 ml) was collected from the jugular vein using heparinized syringes before the administration of the drugs and at intervals thereafter. Part (2 ml) was used for haematological investigations, and the rest centrifuged at 900 g for 15 min to separate plasma. The plasma obtained was stored frozen (-20 °C) to await biochemical analysis, except for glucose which was estimated promptly.

B. H. Ali, A. A. El Sanhoury, B. E. Musa

Clinical examination

This was performed every half hour after medication for six hours, by the same veterinarian, throughout the experiment. Rectal temperature was taken using a clinical mercury thermometer. Heart, pulse and respiratory rates were measured basically as described by BLOOD, RADOSTITS and HENDERSON (2).

Degree of sedation was judged subjectively by approaching the unrestrained animal and examining it clinically.

Biochemical determinations

The concentrations of glucose and urea were determined by the spectrophotometric methods (7, 13). The activity of aspartate aminotransferase (AST) was measured by the method of REITMAN and FRANKEL (10).

Haematological investigations

Erythrocyte and leucocyte counts, haemoglobin concentrations, and differential leucocyte count were performed by standard methods (11).

Statistical analysis

Values reported are means \pm s.e.m. (number of observations), and were tested by the analysis of variance. Individual comparisons were made by the t-test, P values higher than 0.05 have been considered insignificant.

RESULTS

Clinical signs

Throughout the six hours of observation after treatment, the rectal temperature of the camels fluctuated between 35.0 and 38.5 °C. The variations in the rectal temperature were not statistically significant. The heart rates of camels given the four drugs are shown in Fig. 1. Xylazine produced no significant change in heart rate throughout the experimented period ($P > 0.1$). Acepromazine, chlorpromazine and propionyl promazine produced significant rises in heart rates of camels, especially at 4 h (acepromazine), and at 3 h (chlorpromazine and propionyl promazine). Respiratory rates of camels during the six hours of study ranged from 9 to 14 cycle/min.

With the four drugs used, the onset of sedation was evident within 4 ± 2.1 min. for xylazine, 5 ± 2.1 min.

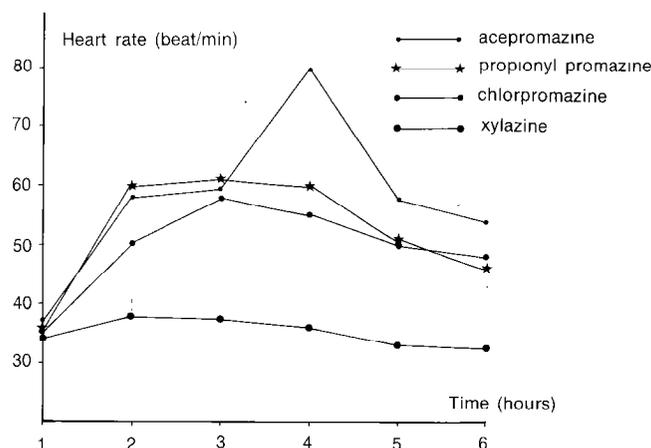


Fig. 1: The heart rates of camels treated intramuscularly with doses 0.5, 0.26, 0.1 and 3 mg/kg of propionyl promazine, xylazine, acepromazine or chlorpromazine, respectively. Except for xylazine, the drugs increased the heart rates of camels.

for acepromazine, 7 ± 3.2 min. for chlorpromazine and 10 ± 3.4 min. for propionyl promazine. The duration of sedation was 3.1 ± 0.4 h for xylazine, 2.3 ± 0.5 h for acepromazine, 2.5 ± 0.4 h for chlorpromazine and 2.1 ± 0.5 h for propionyl promazine.

It was observed that 5 to 10 min. after administration of the drugs, the camels showed slight irritability, dropping of the lower lip and scratching of the nostrils against objects. This was followed by sedation. One hour after sedation with the four drugs, there was frequent urination, lacrimation and defaecation. Xylazine was more effective than the other three drugs producing sedation. Chlorpromazine and acepromazine came second, and propionyl promazine comparatively least effective in producing sedation.

Haematological findings

There were consistent decreases (averaged about 10 p. 100) in the haemoglobin concentration and erythrocyte counts of camels one hour after treatment with the four drugs. However these decreases were not statistically significant ($P > 0.1$) and disappeared six hours post-treatment. The variations in the leucocyte counts and differential leucocyte counts before and after treatment with the four drugs were inconsistent, and it was concluded that the drugs had exerted no statistically significant effects on these parameters.

TABLE I Some biochemical changes in camels following intramuscular injections of four tranquillizers.

	0 h (base line values)	Percentage of base line value at given times after injection					
		1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h
<i>Glucose ($\mu\text{mol/l}$)</i>							
Xylazine	3.5 \pm 0.3	112 \pm 4.1	162 \pm 11.2*	150 \pm 11.2*	131 \pm 9.1*	114 \pm 9.9	103 \pm 11.2
Acepromazine	3.8 \pm 0.4	102 \pm 11.2	119 \pm 9.9	110 \pm 11.2	109 \pm 9.9	112 \pm 9.1	108 \pm 12.1
Chlorpromazine	4.1 \pm 0.5	109 \pm 12.1	121 \pm 9.8	111 \pm 8.9	120 \pm 10.7	121 \pm 11.7	108 \pm 9.2
Propionyl promazine	3.6 \pm 0.4	141 \pm 13.9	177 \pm 20.1*	159 \pm 13.1*	139 \pm 8.8	121 \pm 11.1	109 \pm 9.9
<i>Urea (mmol/l)</i>							
Xylazine	5.3 \pm 0.6	108 \pm 3.9	104 \pm 4.6	105 \pm 9.2	107 \pm 3.9	103 \pm 4.3	105 \pm 8.1
Acepromazine	6.4 \pm 0.7	100 \pm 3.8	93 \pm 9.2	110 \pm 7.7	100 \pm 9.1	103 \pm 10.1	107 \pm 7.8
Chlorpromazine	5.9 \pm 0.8	106 \pm 6.3	111 \pm 7.9	99 \pm 6.3	103 \pm 8.8	110 \pm 7.9	107 \pm 9.2
Propionyl promazine	6.7 \pm 0.7	103 \pm 8.9	107 \pm 9.9	103 \pm 9.8	99 \pm 9.3	93 \pm 11.1	102 \pm 7.3
<i>AST (IU/l)</i>							
Xylazine	72.7 \pm 8.2	93 \pm 9.1	107 \pm 8.9	110 \pm 9.3	97 \pm 9.8	100 \pm 10.1	103 \pm 9.9
Acepromazine	78.8 \pm 9.0	103 \pm 9.9	116 \pm 12.3	120 \pm 18.1	117 \pm 13.1	103 \pm 9.9	98 \pm 10.1
Chlorpromazine	71.1 \pm 7.9	111 \pm 12.1	101 \pm 9.8	110 \pm 11.1	109 \pm 12.1	99.8 \pm 10.1	101 \pm 9.8
Propionyl promazine	73.3 \pm 8.5	109 \pm 11.3	108 \pm 10.3	107 \pm 11.7	99.9 \pm 10.1	112 \pm 9.8	109 \pm 11.1

Values in the table are means \pm s.e.m. (n = 6).

* P < 0.05. For drug dosages see text.

Biochemical findings

The results are shown in Table I. There were increases in the glucose concentrations 1-2 h following the use of the four drugs, and the effects were most marked with xylazine and propionyl promazine. No significant changes were evident in the concentration of urea or the activity of AST.

DISCUSSION

Sedation in camels is necessary in cases of painful or uncomfortable procedures, and to facilitate handling of difficult animals. The sedation produced by the four drugs in this study lasted two to four hours which is a sufficient period for minor operations and other procedures. Xylazine at the dose used was superior to other drugs in its onset of effect and duration of action. This result confirms that of KHAMIS *et al.* (8) who found that xylazine was also superior to acepromazine which is generally considered more potent than chlorpromazine (4).

The lack of consistent and significant haematological changes in the present study supports the finding of PESHIN *et al.* (9) in xylazine (0.4 mg/kg, i.m.), but differs from those of BOLBOL *et al.* (3) who gave

xylazine at a dose rate of 0.25 mg/kg, i.m. (the same dose as the one used here) and found significant decreases in haemoglobin concentration, erythrocyte and leucocyte counts, and haematocrit values. These values returned to normal 24 h after the drug administration.

The significant hyperglycaemia seen following xylazine and propionyl promazine concurs with the results reported on xylazine by PESHIN *et al.* (9) in the dromedary, and CUSTER *et al.* (5) in the two-humped camel. As far as we know there is no information on the effect of other sedatives on glucose concentration in camels. The reason for the hyperglycaemia might be a consequence of increased adrenergic activity, a decrease in the effect (or secretion) of insulin, an increase in the activity (or secretion) of glucagon, or to other factor(s). Further research is needed to elucidate this point.

The lack of significant effects of the four sedatives on AST activity or urea concentration, indicates that these drugs exerted no significant damaging effects on the animals tissue (especially liver and kidneys). However, it has been reported (based on one case report) that xylazine should not be used in camels with uraemia (12). Apparently, the drug increased metabolic alkalosis and caused respiratory acidosis in the uraemic camel.

B. H. Ali, A. A. El Sanhoury, B. E. Musa

It would appear that xylazine should be considered, so far, the drug of choice for sedation of camels. However, further research on the use of xylazine antagonists (e.g. yohimbine and 4-amino-pyridine) should be studied in camels treated with the drug. Also, combinations of xylazine with other agents (e. g. ketamine) should be further investigated.

ALI (B. H.), EL SANHOURI (A. A.), MUSA (B. E.). Some clinical, haematological and biochemical effects of four tranquilizers in camels (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 13-17.

Six healthy camels were treated with the tranquilizers propionyl promazine (CombelenTM), xylazine (RompunTM), acepromazine (CalmivetTM) or chlorpromazine (LargactilTM) at single intramuscular doses of 0.5, 0.25, 0.1, or 3 mg/kg, respectively; and the onset, duration and degree of sedation produced by each drug was assessed for six hours. The effect of the treatments on some haematological and biochemical parameters was also studied. The onset and duration of action of the tranquilizers were 10 min and 2.1 ± 0.5 h for propionyl promazine, 4 min and 3.1 ± 0.4 h for xylazine, 5 min and 2.3 ± 0.5 h for acepromazine, 7 min and 2.5 ± 0.4 h for chlorpromazine, respectively. It was observed that 5-10 min after the administration of the four drugs, camels showed slight irritability, drooping of the lower lips and scratching of the nostrils against objects. During the first hour after medication camels showed frequent urination, defaecation and lacrimation. Xylazine seemed to be superior to the other three drugs in producing sedation.

No significant effect on the rectal temperature or the respiratory rates of treated camels was seen after the administration of the four drugs. There were consistent, but statistically insignificant decreases (about 10 p. 100) in the haemoglobin concentration and erythrocyte counts of camels one hour after treatment with the tranquilizers. The four drugs, particularly xylazine and propionyl promazine produced significant hyperglycaemia, but did not alter significantly the plasma concentration of urea or activity of aspartate aminotransferase. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Tranquilizer - Haematology - Biochemistry - Symptom - Sudan.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to Mr. Ali HAMID, for looking after the camels.

ALI (B. H.), EL SANHOURI (A. A.), MUSA (B. E.). Algunos efectos clínicos, hematológicos y bioquímicos de cuatro calmantes en los dromedarios (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 13-17.

Se trataron seis dromedarios sanos con los calmantes siguientes: propionil promazina (CombelenND), xilazina (RompunND), acepromazina (CalmivetND) o clorpromazina (LargactilND) con una única dosis de 0,5, 0,25, 0,1 o 3 mg/kg respectivamente inyectada por vía intramuscular. Se notaron durante seis horas la aparición, la duración y el grado de la sedación producida por cada medicamento. Se estudió también el efecto de los tratamientos sobre algunos parámetros hematológicos y bioquímicos. La aparición y la duración de acción de los calmantes eran respectivamente de 10 mn y $2,1 \pm 0,5$ h para la propionil promazina, de 4 mn y $3,1 \pm 0,4$ h para la xilazina, de 5 mn y $2,3 \pm 0,5$ h para la acepromazina, de 7 mn y $2,5 \pm 0,4$ h para la clorpromazina. Se observó que 5 a 10 mn después de la administración de los cuatro calmantes, los dromedarios mostraron agitación con ptosis del labio inferior al frotar el nariz contra objetos. Durante la primera hora después de la inyección, los animales orinaron, defecaron y lloraron frecuentemente. Fue superior el efecto sedativo de la xilazina al de demás medicamentos. No ocurrió ningún efecto significativo sobre la temperatura rectal o el ritmo respiratorio de los dromedarios tratados. Una hora después del tratamiento, la concentración de la hemoglobina y el recuento de los eritrocitos bajaron de modo constante pero estadísticamente no significativo. Los cuatro medicamentos, en particular la xilazina y la propionil promazina provocaron una hiperglicemia significativa pero no modificaron la concentración de la urea plasmática o la actividad de la aspartate aminotransferasa. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Calmante - Hematología - Bioquímica - Síntoma - Sudán.

REFERENCES

1. ALI (B. H.). A survey of some drugs commonly used in the camel. *Vet. Res. Comm.*, 1988, 12 : 67-75.
2. BLOOD (D. C.), RADOSTITS (D. M.), HENDERSON (J. A.). *Veterinary medicine*. 6th ed. London, Baillière Tindall, 1983.
3. BOLBOL (A. E.), HASSANEIN (A.), IBRAHIM (H.). Some studies on the camel after sedation with Rompun. *Vet. Med. Rev.*, 1980, 11 : 55-60.
4. BRANDER (G. C.), PUGH (D. M.), BYWATER (R. J.). Sedatives, tranquillizers and narcotics. *In* : *Veterinary applied pharmacology and therapeutics*. 4th ed. London, Baillière Tindall, 1982. Pp. 289-296.
5. CUSTER (R.), KRAMER (L.), KENNEDY (S.), BUSH (M.). Haematological effects of xylazine when resistant bacterian camels. *J. Am. vet. Med. Ass.*, 1977, 171 : 899-901.
6. FOUAD (K. AA.), MARCOS (M. B.). Combelen (Bayer) as a premedication before epidural anaesthesia in camels. *Berl. Münch. tierärztl. Wschr.*, 1965, 78 : 44-45.

7. HYVARINEN (A.), NIKKITA (T.). Specific determination of blood glucose with O-Toludine. *Clinica chim. Acta*, 1962, **7** : 140-143.
8. KHAMIS (Y.), FOUAD (K.), SAYED (A.). Comparative studies on tranquillization and sedation of *Camelus dromedarius*. *Vet. Med. Rev.*, 1973, **4** : 336-345.
9. PESHIN (P. K.), NIGAM (J. M.), SINGH (S. C.), ROBINSON (B. A.). Evaluation of xylazine in camels. *J. Am. vet. Med. Ass.*, 1980, **177** : 875-878.
10. REITMAN (S.), FRANKEL (S.). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am. J. clin. Path.*, 1957, **28** : 56-63.
11. SCHALM (O. W.), JAIN (N. C.), CARROLL (E. J.). *Veterinary haematology*. 3rd ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1975. 807 p.
12. SINGH (J. J. T.), SINGH (A. P.), PESHIN (P. K.), SHARMA (U. K.). Uraemia in camel and effects of xylazine administration. *Hary. Vet.*, 1983, **22** : 105-107.
13. VARLY (H.). Berthelot reaction - Urea concentration in serum or plasma. *In* : *Practical clinical biochemistry*. 4th ed. New York, W. Heinemann Medical Books Ltd, 1967. Pp. 160-161.
14. WILSON (R. T.). *The camel*. 1st ed. London and New York, Longman Ltd., 1984.
15. YAGIL (R.). *The desert camel*. 1st ed. Basel, Karger, 1985.

Nguyen-Ba-Vy ¹ | **Propriétés d'une souche**
 D. Richard ² | **d'orthopoxvirus isolée des**
 J. P. Gillet ³ | **dromadaires du Niger**

NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.), GILLET (J. P.). Propriétés d'une souche d'orthopoxvirus isolée des dromadaires du Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 19-25.

La souche de virus VD₄₇ isolée des dromadaires du Niger possède la morphologie et les propriétés caractéristiques des camelpoxvirus : elle est thermolabile, résistante à l'éther, sensible au chloroforme et à l'IDU. Sa température limite est de 38,5 °C et elle induit la formation de syncytia et de foyers de cellules rétractées avec phénomène d'hémadsorption positif. Ce virus s'est révélé non pathogène pour les souris et très faiblement pour les lapins. Il est neutralisé par du sérum anti-vaccin. La question du pouvoir pathogène pour l'homme des camelpoxvirus et des camelparapoxvirus est débattue par les auteurs. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Camelpoxvirus - Poxviridae - Virus - Propriété physico-chimique - Niger.

INTRODUCTION

La variole des dromadaires, contrairement à celle de l'homme, persiste toujours à l'état endémique dans différentes régions de l'Afrique, du Moyen-Orient et de l'Asie (11), là où existent l'élevage et l'utilisation de ces animaux. La symptomatologie de cette maladie était connue depuis longtemps, grâce aux observations de LEESE en 1909 (17), de CROSS en 1917 (5) et de CURASSON en 1942 (6, 7). Le principal agent étiologique, un orthopoxvirus, a été bien identifié (9, 10, 18, 23, 27). La lutte contre la variole du dromadaire n'a donné lieu qu'à de rares actions et les résultats sont aléatoires. Des études approfondies d'ordre immunologique et épidémiologique sont nécessaires.

1. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Service de Pathologie Infectieuse, Laboratoire de Virologie, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cédex, France.

2. Service d'Alimentation/Nutrition, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cédex, France.

Adresse actuelle : Institut Sénégalais de Recherche Agricole, Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires, B.P. 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

3. Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires, Service Histopathologie et Microscopie Électronique, Ministère de l'Agriculture, Direction Générale de l'Alimentation des Services Vétérinaires, 22 rue Pierre Curie, B.P. 67, 94703 Maisons-Alfort Cédex, France.

Adresse actuelle : Laboratoire Départemental et Régional de Biologie et d'Hygiène, 36 rue Fred Scamaroni, 14000 Caen, France.

Reçu le 15.03.88, accepté le 23.03.88.

C'est dans le cadre de ces recherches, qu'une étude a été entreprise sur les différentes propriétés des souches de camelpoxvirus.

Dans cet article, sont relatés les premiers résultats obtenus sur une souche isolée à partir de prélèvements effectués sur des dromadaires du Niger.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Origine de la souche VD₄₇

Au cours des enquêtes épidémiologiques sur les maladies des dromadaires du Niger en 1981 (24), plusieurs croûtes ont été prélevées au niveau des lèvres et des naseaux d'animaux malades et conservées, sans aucun additif, dans des tubes hermétiques. Elles ont été gardées dans le laboratoire de l'IEMVT à Maisons-Alfort à -20 °C pendant plusieurs mois, avant d'être traitées pour la recherche du virus. Plusieurs souches de camelpoxvirus ont été isolées, dont l'une d'entre elles, la VD₄₇, a été particulièrement étudiée à cause de la précocité et de l'intensité de son effet cytopathique.

Culture du virus

Les croûtes ont été broyées avec deux volumes de milieu MEM additionné de pénicilline G (4 000 UI/ml), de streptomycine (2 000 µg/ml), de néomycine sulfate (4 000 µg/ml) et d'amphotéricine B (40 µg/ml), puis congelées-décongelées deux fois. La suspension clarifiée et ses dilutions à 1/10 et 1/100 ont été mises en contact pendant deux heures à 36 °C avec des cultures cellulaires puis éliminées par un rinçage avec du milieu d'entretien.

Culture des cellules

Les cellules rénales et testiculaires de foetus ovins sont cultivées avec du milieu MEM/Hanks additionné de 0,6 p. 100 d'hydrolysate de lactalbumine (Difco) et de 10 p. 100 de sérum d'agneau (Flow Lab.). Le milieu d'entretien est dépourvu de sérum.

Nguyen-Ba-Vy, D. Richard, J. P. Gillet

Les cellules de foetus de dromadaires sont multipliées dans un mélange à égal volume du milieu précédent avec du 199 et additionné de 10 p. 100 de sérum de veau inactivé.

Le milieu Stoker enrichi par 10 p. 100 de bouillon tryptose phosphate (Difco) et 3 p. 100 de sérum foetal bovin (SFB) a été utilisé pour la culture des cellules Vero. Un mélange à égal volume du milieu précédent avec du 199 a servi pour la multiplication des cellules IB-RS₂. Leur milieu d'entretien n'a reçu que 0,5 p. 100 de SFB. Les cellules PK₁₅ ont besoin du milieu MEM additionné de 7 p. 100 de SFB pour leur croissance.

Test de caractérisation des poxvirus

Les différents tests de caractérisation ont été effectués selon la procédure décrite par HSIUNG (14) et d'après les techniques préconisées par NAKANO (21).

Titrage du virus et des anticorps

Les cellules ont été cultivées une nuit à l'avance sur des plaques à 96 cupules, qui sont vidées au moment de l'emploi. La suspension virale, après l'homogénéisation à l'ultrason, a été diluée avec du milieu d'entretien selon la progression géométrique de raison 10, puis distribuée à la dose de 0,10 ml par cupule et dans 5 cupules par dilution. L'incubation a été effectuée à 36 °C dans une étuve à CO₂. La DICC₅₀ (dose infectant 50 p. 100 des cultures cellulaires) a été calculée selon la méthode de REED et MUENCH.

Le titrage du virus, selon la méthode des plages (22) ainsi que celle de la séroration des plages pour l'évaluation des anticorps, ont été décrites. Les mélanges virus-antisérums ont été incubés soit à 37 °C pendant deux heures, soit à 37 °C pendant une heure, puis à 4 °C pendant une nuit, avant d'être distribués à la dose de 0,05 ml par cupule de cellules. Les résultats ont été notés aux 3ème et 5ème jours après l'inoculation.

Observation au microscope électronique

La coloration négative et la préparation des coupes ultrafines ont été réalisées selon des méthodes classiques, par le Service d'Histopathologie et de Microscopie électronique du Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires. Le tirage des photographies a été effectué par l'IEMVT.

RÉSULTATS

Multiplication du virus avec effet cytopathique

La culture du virus VD₄₇ a été essayée sur différents types de cellules d'explantation et en lignée continue. Les cellules rénales et testiculaires de foetus de mouton et de dromadaire ont permis des isolements rapides du virus, à partir de broyats des croûtes infectieuses. L'effet cytopathique, décelable dès le 3ème jour d'incubation à 35-36 °C, a gagné toute la nappe cellulaire en 5-6 jours. La multiplication virale a été constatée aussi sur des cellules en lignée continue : BHK₂₁, MA₁₀₄, IB-RS₂, PK₁₅ et Vero. Les trois derniers types se sont révélés les meilleurs pour l'isolement et les titrages de ce virus, à cause de la netteté et de la régularité d'apparition des foyers d'infection.

L'effet cytopathique a été observé sous différentes formes : la première se présente comme des amas de cellules rétractées, dont le cytoplasme finit par s'arrondir proprement autour du noyau nécrosé ou s'étirer en filaments ; la deuxième apparaît sous l'aspect d'une plage lisse qui est un syncytium formé par la fusion progressive d'un grand nombre de cellules atteintes ; la troisième est de type mixte, constituée d'un syncytium bordé de cellules arrondies. Ayant au début un diamètre de 0,1 à 0,3 mm, les plages de cellules multinucléées se sont agrandies jusqu'à 0,5-0,8 mm, avant l'apparition de satellites adjacents. La zone centrale où ont été distingués des amas ou des chapelets de noyaux nécrosés, a fini par se déchirer, puis se rétracter en mottes et en filaments ou se décoller en lambeaux flottant librement dans le milieu liquide.

Ces lésions variées ne sont pas dues à des sous-types différents de virus, car une suspension de VD₄₇, provenant d'un seul clone, les a fait apparaître en diverses proportions, selon les conditions de culture. Des subcultures rapprochées du virus sur des cellules permissives âgées de moins de 24 heures avec une température d'incubation de 35-36 °C, ont produit plus de plages de syncytia que de foyers de cellules arrondies. Ces derniers sont devenus prépondérants lors de l'emploi soit de couches de cellules âgées, soit d'une température d'incubation supérieure à 37 °C, soit d'un inoculum non réactivé ou durant la période d'adaptation du virus à un nouveau type de cellules.

La coloration des cellules infectées à l'hématoxyline-éosine a permis de mettre en évidence des inclusions intracytoplasmiques qui étaient basophiles au stade initial de formation, pour devenir par la suite éosinophiles. Le nombre de noyaux dans les syncytia variait de quelques-uns à une centaine, disposés en amas ou en couronnes.

Propriétés physico-chimiques

Température-limite de multiplication

Lors des essais de culture VD₄₇ à des températures variant de 30 °C à 41 °C, l'apparition des foyers d'infection a été plus précoce et plus nombreuse à 35-36 °C. Sa multiplication, ralentie à 38 °C, a été inhibée à 39 °C. La température-limite, qu'il n'a pas été possible de déterminer avec précision, serait donc 38,5 °C. Aucune lésion cytopathique n'est apparue à 40 °C et 41 °C.

Effet de la chaleur

Le pouvoir cytopathogène d'une suspension virale a été aboli après un chauffage au bain-marie à 56 °C pendant 10 minutes, alors que le lot témoin a gardé son titre de 10^{4,8} DICC₅₀/ml.

Effets des solvants organiques

Le traitement à l'éther à 1/20 n'avait aucun effet sur le titre d'une suspension virale ayant 10^{5,5} DICC₅₀/ml. Un contact avec du chloroforme à 1/20 pendant une nuit à 4 °C a baissé ce titre à 10^{2,8} DICC₅₀/ml.

Effet de 5-iodo-2'déoxyuridine

La multiplication du virus VD₄₇ sur des cellules IB-RS₂ a été inhibée par un analogue structural de la thymidine, la 5-iodo-2'déoxyuridine à 10⁻⁴M, alors que la culture témoin a donné 4 x 10⁶ pfu/ml. La thymidine, à la dose de 80 µg/ml, a neutralisé l'effet de l'IDU.

Observation au microscope électronique

La coloration négative a mis en évidence des particules ayant la morphologie caractéristique des orthopoxvirus. Il n'y avait pas d'image de parapoxvirus identifiable par l'entrecroisement du filament tubulaire superficiel. L'examen des coupes ultrafines des cellules testiculaires ovines infectées, a permis la distinction des virions de 300 x 200 nm environ, en forme de brique ou ovale avec une enveloppe externe, une zone intermédiaire et une nucléotide typique (Photos 1, 2, 3).

Propriétés biologiques

Culture sur des oeufs embryonnés

Des oeufs embryonnés de 12 jours, après avoir reçu 0,2 ml d'une même suspension virale, ont été incubés

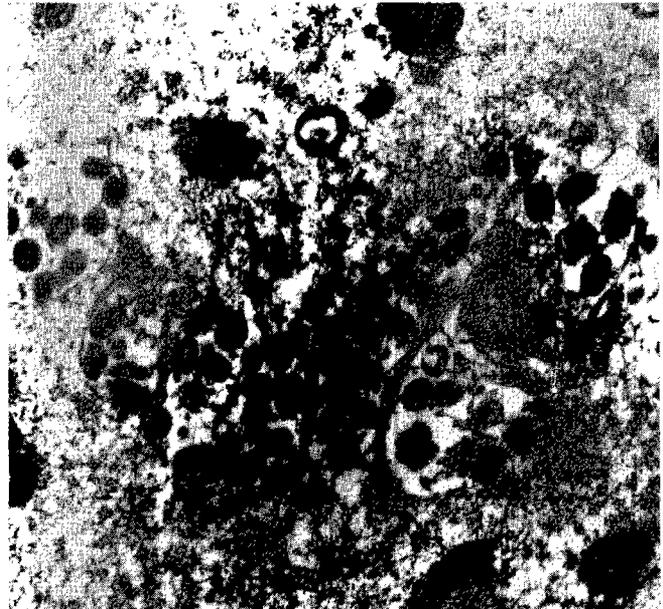


Photo 1 : Coupe de camelpoxvirus VD₄₇ dans le cytoplasme d'une cellule testiculaire ovine.

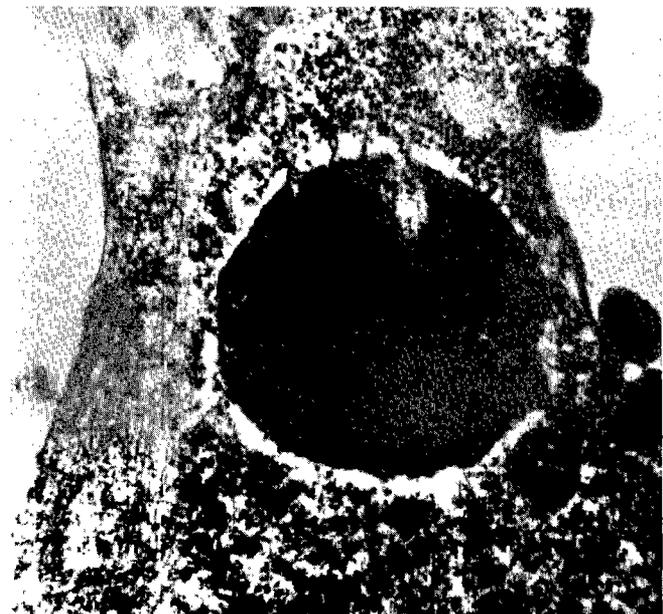


Photo 2 : Coupe de camelpoxvirus VD₄₇ sur une cellule testiculaire ovine (x 36 000).

à différentes températures. Après 3 jours à 36 °C, il y a formation sur la membrane chorioallantoïdienne, de nombreuses pustules de 0,5-1 mm de diamètre. A 33 °C, leur taille est plus petite, 0,3 mm environ. Elles sont absentes à 39 °C. Aucune tache hémorragique ou nécrotique n'a été constatée à l'oeil nu sur ces pustules. Cependant, un examen à la loupe a révélé

Nguyen-Ba-Vy, D. Richard, J. P. Gillet

une discrète suffusion sanguine sur certaines d'entre elles, à partir des capillaires qui les traversent.

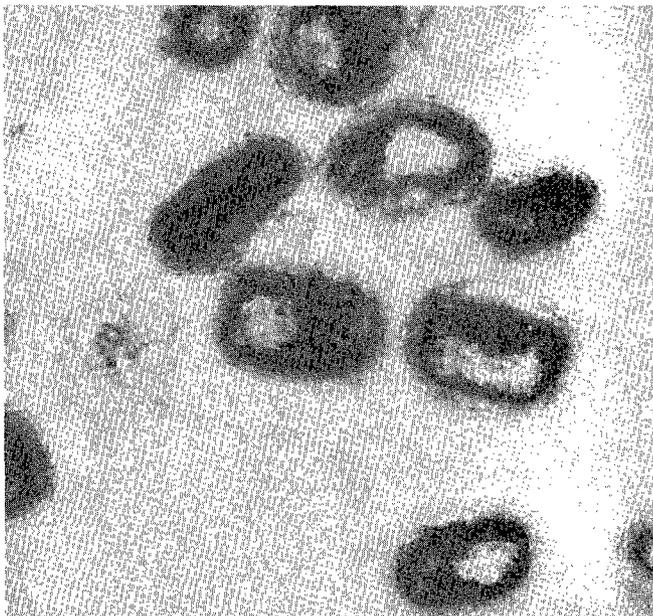


Photo 3 : Coupe de camelpoxvirus VD₄₇ (x 80 000).

Inoculation aux souris

L'inoculation du virus VD₄₇ par la voie intracrânienne à des souriceaux d'un mois (6 par lot), à la dose de 0,02 ml contenant respectivement 10⁵, 10⁴ et 10³ pfu, n'a provoqué aucun effet morbide ou mortel durant 30 jours d'observation.

Inoculation aux lapins

Ce virus n'a fait apparaître aucune lésion sur la peau scarifiée des lapins, mais son inoculation par voie intradermique, 4 x 10⁵ pfu du liquide de culture des cellules infectées, a laissé subsister une maculopapule molle durant 8 jours et cela pendant 15 jours avec le broyat des membranes positives des oeufs. Il n'a pas été observé de formation de pustules, de lésions hémorragiques, d'ulcérations ou de cicatrices.

Propriétés antigéniques

Un sérum prélevé sur un dromadaire guéri d'une infection naturelle a réduit 50 p. 100 des plages de la souche VD₄₇ jusqu'à la dilution 1/64 pour 0,10 ml.

Un sérum de lapin anti-vaccine, contenant 1 000 UI/ml d'anticorps neutralisants, a été utilisé pour la séroration des plages de VD₄₇, sur des cellules IB-RS₂ et

Vero. Cette réaction croisée a donné un titre de 1/1 024 pour 0,10 ml.

DISCUSSION

Cette souche de virus VD₄₇ possède des propriétés caractéristiques du camelpoxvirus. Elle est thermolabile, sensible au chloroforme et à l'IDU, mais résistante à l'éther. Non pathogène aux souris et très faiblement aux lapins, elle est cultivable sur des oeufs embryonnés et des cellules de mouton et de dromadaire. Ces travaux ont permis d'ajouter des cellules MA₁₀₄, PK₁₅ et IB-RS₂ à la liste des lignées continues, sensibles à camelpoxvirus : BHK₂₁, Hela, WISH, BS-C-1, LLC-MK₂, MS, VERO (1, 9, 19, 23). Le phénomène d'hémadsorption est positif sur des foyers de cellules infectées, mais il n'y a pas d'hémagglutinines dans le milieu liquide.

La neutralisation du virus VD₄₇ par le sérum de référence anti-vaccine, a permis de le classer dans le genre d'Orthopoxvirus. Sa température-limite de 38,5 °C le distingue des virus de la vaccine (41 °C) et de la variole bovine (cow-pox, 40 °C) (28). TURNER et BAXBY (30), en étudiant des polypeptides viraux par la méthode d'électrophorèse sur gel SDS-polyacrylamide, ont révélé des différences entre les virus de la vaccine et de la variole des dromadaires. Ce dernier, par la possession de l'antigène Vc, a été exclu du groupe des virus de la variole humaine, par GISPEN et BRAND-SAATHOF (13). Les inoculations expérimentales ont montré que le dromadaire était insensible au virus de la variole humaine (2), tandis que le virus de la vaccine ne produisait aucun symptôme (27) ou parfois des lésions bénignes (8). Ces deux virus ne peuvent donc être tenus comme responsables de la variole des dromadaires.

Le camelpoxvirus est-il pathogène pour l'homme ? Pour apporter une réponse définitive à cette question, il faudra attendre la prochaine décennie, lorsqu'il n'y aura plus d'immunité vaccinale chez l'homme. Il existe en effet, une certaine immunité croisée entre les virus de la vaccine, de la variole humaine et de celle des dromadaires. Une durée de protection de 3 à 9 ans est conférée par le vaccin antivariolique, après la date de suppression de cette vaccination dans le monde. Différentes enquêtes épidémiologiques n'ont apporté, jusqu'à maintenant, aucune preuve virologique irréfutable de la sensibilité de l'homme au camelpoxvirus. KRIG (16) n'a trouvé en Somalie que 3 cas cliniques douteux parmi les 286 personnes qui avaient été en contact avec des animaux malades, alors que les 2/3 d'entre elles n'avaient pas été vaccinées contre la variole. D'autres cas cliniques, rapportés par DAVIES (9) au Kenya, étaient aussi incontrôlables. Il faut se rappeler que l'apparition d'exanthèmes, de

vésicules, de pustules ou de croûtes peut être provoquée par des virus, autres que des poxvirus, sans oublier les causes non infectieuses comme les allergies ou les troubles de métabolisme. Selon KRIG (16), parmi les 468 cas d'éruptions cutanées avec fièvre chez les nomades somaliens, aucun poxvirus n'a été trouvé sur les 59 prélèvements ; en revanche, il y avait des herpèsvirus sur 23 d'entre eux. Selon NAKANO (21), on a identifié des herpèsvirus de la varicelle sur 1 936 personnes, parmi les 6 919 suspects d'être atteints de la variole. Dans les pays chauds, WELLER (31) a constaté que la varicelle avec des lésions maculopapuleuses ou vésiculeuses était plus fréquente chez les adultes que chez les enfants.

Un autre facteur de confusion de diagnostic clinique est dû au virus de l'ecthyma contagieux des Camélidés, dont la symptomatologie est semblable aux formes bénignes de la variole des dromadaires. Des foyers de cette parapoxvirose ont été signalés en Somalie en 1983 (15) et au Kenya en 1986 (20). Cette maladie était connue depuis longtemps, sous l'appellation locale de « auzdik » (mal autour de la bouche), dans la région de Mangistansk (République Kazakh en URSS) (3, 4, 8, 29) et en Mongolie, sous le nom d'« amru ». Elle entraîne d'abord le gonflement des lèvres, puis l'apparition de papules et de pustules sur le pourtour de la bouche, qui évoluent vers la formation de croûtes épaisses, fendillées, très adhérentes. Ces éruptions se trouvent parfois sur les naseaux, les joues, les paupières et aussi sur les pieds, la face interne des cuisses ou dans la région vaginale. En général, la guérison est obtenue dans un délai de 1 à 3 mois. Cette affection est très contagieuse (8) ; les animaux sensibles sont atteints dans un délai de 20-25 jours après contact avec des malades. La morbidité est de 100 p. 100 chez les chameaux de 1 à 4 ans et dans une moindre proportion chez les adultes ou chez les chamelons de 2-3 mois. L'agent étiologique possède une morphologie semblable à celle du virus d'Orf (8, 29), mais il en serait antigéniquement différent : le vaccin anti-ecthyma contagieux des ovins-caprins ne protège que partiellement les chameaux et le vaccin anti-vaccin ne leur confère aucune immunité contre ce camelparapoxvirus (8). Sa pathogénie pour l'homme est encore mal connue, mais à l'instar du virus d'Orf (25), il serait permis d'avoir des présomp-

tions sur son rôle dans l'apparition d'éruptions cutanées et de croûtes sur les mains, les pieds ou les membres de chameliers.

Le problème de l'immunisation des animaux contre la variole des dromadaires n'a pas encore de solutions satisfaisantes. La méthode traditionnelle, consistant à conserver des croûtes desséchées pendant un an avant de les broyer avec du lait pour des inoculations labiales est très risquée et les résultats sont aléatoires. L'usage du virus de la vaccine, c'est-à-dire le vaccin antivariolique humain, confère aux dromadaires une certaine immunité ; mais l'arrêt de son emploi chez l'homme préconisé par l'OMS depuis 1982, doit inciter les vétérinaires à trouver d'autres types de vaccins plus efficaces et moins préjudiciables au programme de l'éradication de la variole humaine. La meilleure solution serait l'obtention d'un vaccin constitué d'une souche atténuée de camelpoxvirus, cultivée sur des cellules en lignée continue.

CONCLUSION

Une souche de camelpoxvirus, VD₄₇, a été isolée des dromadaires du Niger. Il est douteux que ce virus soit pathogène pour l'homme. Par contre, le virus de l'ecthyma contagieux des Camélidés (auzdik) pourrait constituer une zoonose, à l'instar du virus d'Orf des petits ruminants.

La lutte contre la variole des dromadaires passe par la recherche d'un vaccin vivant constitué d'une souche de camelpoxvirus atténuée, cultivée sur des cellules en lignée continue.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements au Docteur Alain CHIPPAUX du Laboratoire National des Actions de Santé à Paris, qui nous a fourni gracieusement du sérum de référence anti-vaccin.

NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.), GILLET (J. P.). Properties of an orthopoxvirus strain isolated from camels in Niger. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 19-25.

The VD₄₇ viral strain, isolated from camels (*Camelus dromedarius*) in Niger possesses camelpoxvirus morphology and characteristic properties : heat sensitive, ether resistant, chloroform and IDU sensitive, with ceiling-temperature 38.5 °C. It induces formation of syncytia and retracted cells foci with hemadsorption test positive. No pathogen for mice and very mildly for rabbits, this virus is neutralizable by anti-

NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.), GILLET (J. P.). Propiedades de una cepa de ortopoxvirus aislada de dromedarios del Niger. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 19-25.

La cepa del virus VD₄₇ aislada de dromedarios de Niger tiene la morfología y las propiedades características de los camelpoxvirus : es sensible al calor, al cloroformo y al IDU pero es resistente al éter. Su temperatura crítica es de 38,5 °C y en cultivo de células produce formación de sincitios y de focos de células con hemadsorción positiva. Este virus no fue patógeno para los ratones y muy poco

vaccine serum. The question of camelpoxvirus and camelparapoxvirus pathogenicity for human is discussed by the authors. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Camelpoxvirus - Poxviridae - Virus - Physico-chemical property - Niger.

patógeno para los conejos. Está neutralizado por un suero anti-vaccina. Los autores discuten del problema del poder patógeno de los camelpoxvirus y camelparapoxvirus para el hombre. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Camelpoxvirus - Poxviridae - Virus - Propiedad fisico-química - Niger.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAXBY (D.). Differentiation of small pox and camel poxviruses in culture of human and monkey cells. *J. Hyg., Camb.*, 1974, **72** : 251-254.
2. BAXBY (D.), RAMYAR (H.), HESSAMI (M.), GHABOOSI (B.). Response of camels to intradermal inoculation with small pox and camel poxviruses. *Infect. Immun.*, 1975, **11** : 617-621.
3. BUCHNEV (K. N.), SADYKOV (R. G.), TULEPBAYEV (S. Zh.), ROSLYAKOV (A. A.). Small pox-like disease of camels « Auzdik » (in Russian). *Trudy alma-atin. zootek. Inst.*, 1969, **16** : 36-47.
4. BUCHNEV (K. N.), TULEPBAYEV (S. Zh.), SANSYZBAEV (A. R.). Infectious diseases of camels in the USSR. *Revue scient. tech. Off. int. Epizoot.*, 1987, **6** (2) : 487-495.
5. CROSS (H. E.). The camel and its diseases. London, Baillière, Tindall and Cox ed., 1917.
6. CURASSON (G.). Traité de pathologie exotique vétérinaire et comparée. 2ème ed. Paris, Vigot Frères éd., 1942.
7. CURASSON (G.). Le chameau et ses maladies. Paris, Vigot Frères éd., 1947.
8. DASHTSEREN (T.), SOLOVYEV (B.), VAREJKA (K.), KHOKHOO (A.). Camels contagious ecthyma (pustular dermatitis). *Acta virol., Prague*, 1984, **28** (2) : 122-127.
9. DAVIES (F. G.), MUNGAI (J. N.), SHAW (T.). Characteristics of Kenyan camel poxvirus. *J. Hyg., Camb.*, 1975, **75** : 381.
10. FALLUJI (M. M.), TANTAWI (H. H.), SHONY (M. O.). Isolation, identification and characterization of camelpoxvirus in Iraq. *J. Hyg., Camb.*, 1979, **83** (2) : 267-272.
11. FASSI-FEHRI (M. M.). Les maladies des Camélidés. *Revue scient. tech. Off. int. Epizoot.*, 1987, **6** (2) : 315-335.
12. FENNER (F.). The biological characters of several strains of vaccinia, cowpox and rabbitpox viruses. *Virology*, 1958, **5** : 502-529.
13. GISPEN (R.), BRAND-SAATHOF (B.). Three specific antigens produced in vaccinia, variola and monkeypox infections. *J. infect. Dis.*, 1974, **129** (3) : 289-295.
14. HSIUNG (G. D.). Diagnostic virology. 3rd ed. New Haven and London, Yale University Press, 1982.
15. JEZEK (Z.), KRIZ (B.), ROTHBAVER (V.). Camelpox and its risk to the human population. *J. Hyg. Epidem. Microbiol. Immun.*, 1983, **27** : 29-42.
16. KRIG (B.). A study of camel pox in Somalia. *J. comp. Path.*, 1982, **92** : 1-8.
17. LEESE (A. S.). Two diseases of young camels. *J. trop. vet. Sci.*, 1909, **4** : 1-7.
18. MARENNIKOVA (S. S.), SHENKMAN (L. S.), SHELUKHINA (E. M.), MALTSEVA (N. N.). Isolation of camelpoxvirus and investigation of its properties. *Acta virol., Prague*, 1974, **18** : 423-428.
19. MIRCHAMSY (H.), AHOURAI (P.). Comparative adaptation of some poxviruses in two cell systems. *Archs Inst. Razi.*, 1971, **23** : 93-105.
20. MUNZ (E.), SCHILLINGER (D.), REIMANN (M.), MAHNEL (H.). Electron microscopical diagnosis of *Ecthyma contagiosum* in camels (*Camelus dromedarius*). First report of the disease in Kenya. *J. vet. Med., B.*, 1986, **33** : 73-77.
21. NAKANO (J. H.). Smallpox, monkeypox, vaccinia and whitepox viruses. In : LENETTE (E. H.), BALOWS (A.), HAUSLER (W. J. jr), TRUANT (J. P.), eds. Manual of clinical microbiology. 3rd ed. Washington DC, American Society of Microbiology, 1980. P. 810.
22. NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.). Titration of antibodies against the virus of smallpox in dromedaries by the method of serial dilution on IB-RS₂ cells. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, **38** (3) : 223-228.
23. RAMYAR (H.), HESSAMI (M.). Isolation, cultivation and characterization of camel poxvirus. *Archs Inst. Razi*, 1972, **24** : 13-21.

24. RICHARD (D.), PLANCHENAU (D.). Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre Est. Production cameline. Rapport de la deuxième mission. Maisons-Alfort, IEMVT, janvier 1982.
25. ROBINSON (A. J.), BALASSU (T. C.). Contagious pustular dermatitis (Orf). *Vet. Bull.*, 1981, **51** (10) : 771-782.
26. ROSLYAKOV (A. A.). Comparative ultrastructure of camelpoxvirus, a « small-pox-like » disease in camels (« Auzdik ») and sheep contagious ecthyma virus (in Russian). *Vop. Virus.*, 1972, **17** : 26-30.
27. TANTAWI (H. H.). Comparative studies on camel pox, sheep pox and vaccinia viruses. *Acta virol., Prague*, 1974, **18** : 347-351.
28. TRIPATHY (D. N.), HANSON (L. E.), CRANDELL (R. A.). Poxviruses of veterinary importance : diagnosis of infections. III. Vertebrate animal and related viruses. Part A. DNA Viruses. Ch. 6. *In* : KURSTAK (E.), KURSTAK (C.), eds. Comparative diagnosis of viral diseases. New York, Academic Press, 1981.
29. TULEPBAYEV (S. Zh.). Sensitivity of domestic laboratory animals to the virus of smallpox-like disease of camels (« Auzdik ») (in Russian). *Trudy alma-atin. zootek. Inst.*, 1969, **16** : 41-42.
30. TURNER (A.), BAXBY (D.). Structural polypeptides of orthopoxvirus : their distribution in various members and location within the virion. *J. gen. Virol.*, 1979, **45** : 537-545.
31. WELLER (T. H.). *In* : EVAN (A. S.), Ed. Viral infections of humans : epidemiology and control. New-York, Plenum, 1976. P. 457.

M. T. Musa¹M. Harrison¹A. M. Ibrahim²T. O. Taha¹

Observations on Sudanese camel nasal myiasis caused by the larvae of *Cephalopina titillator*

MUSA (M. T.), HARRISON (M.), IBRAHIM (A. M.), TAHA (T. O.). Observations sur une myiase nasale des dromadaires du Soudan causée par des larves de *Cephalopina titillator*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 27-31.

Quarante-quatre dromadaires sacrifiés à l'abattoir de Nyala dans l'Ouest du Soudan ont été examinés pour y rechercher l'infection par les larves de *Cephalopina titillator*. Le taux d'infection constaté a été de 100 p. 100 et la pression parasitaire s'étalait entre 8 et 243 larves par animal. Les parasites ont été récoltés tout au long de l'année. Les larves du premier stade ont été décelées de décembre à mai, ce qui indiquait la saison de reproduction. Elles ont été la cause de lésions visibles du nasopharynx. Les examens histopathologiques ont confirmé ces faits. Quant aux analyses bactériologiques, elles ont montré la présence de *Pasteurella haemolytica* et *Klebsiella ozaenae* comme cause possible de pneumonie ainsi que *Corynebacterium* spp. qui pourrait être l'agent causal d'infections locales pyogènes. Enfin, des organismes appartenant à l'environnement du dromadaire tels que *Bacillus* et *Proteus* spp. ont également été isolés. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - *Cephalopina titillator* - Myiase - Nasopharynx - Soudan.

INTRODUCTION

Cephalopina titillator is an obligate parasite of the camel. The adult fly deposits larvae in the nasal cavity and these remain parasitizing the animal for a considerable period of time (7). GRUNIN (5) reported that both *Camelus dromedarius* and *Camelus bactrianus* are affected. The nasal myiasis caused by the larvae of this fly is a common problem in camel breeding areas. HUSSEIN *et al.* (8) reviewed the occurrence of the condition in Africa, the Middle East and elsewhere in Asia, and cited that between 47 to 100 p. 100 of camels examined in those areas were found to be infected.

Little importance has been attached to infection in camels in the past, but recently some investigators have found that the larvae of *Cephalopina titillator* can have considerable ill-effects on these animals. BURGEMEISTER *et al.* (2) found that infected camels died from meningitis caused by secondary infections. HUS-

SEIN *et al.* (7) also reported that the condition causes respiratory and neurological disorders, local inflammatory reactions of the pharynx and congestion of the nasal cavity. In addition, infection with the larvae in hot climatic conditions, during the (maximum) drought periods has important nutritional implications, as infected camels may be distracted from feeding in situations where there is competition for food (4, 6, 7).

In the Sudan, camels are normally found to harbour massive numbers of the larvae at *post mortem* examinations. At pasture they are sometimes seen to expel these larvae while sneezing. STEWARD (11) briefly mentioned that most camels in the country were found to be infested. SOLIMAN (10) encountering camel parasites in Egypt, mentioned that 74 p. 100 of the camels from the Sudan were found infected. However, the present work investigates into the problem in more detail and studies the bacterial population in association with the parasitic infection.

MATERIALS AND METHODS

At Nyala slaughterhouse, in western Sudan, 44 dromedary camels of both sexes and different ages ranging between 2-13 years approximately, were examined during the period from December 1982 to November 1983, at the rate of 3-4 camels per month. Soon after slaughter, the heads of these animals were dissected exposing the nasal, pharyngeal and related cranial cavities. Thorough examinations of the cavities were made for the presence of larvae of *C. titillator* and the recovered larvae were counted and collected in plastic bags using forceps. All of the burden selected at random from representative camels were taken to the laboratory to be weighed. Notes were also made on the sites of the larval attachment, visible pathological lesions and the larval stages. Swabs were also collected from the lesions of six camels selected randomly for bacteriological examination. The swabs were cultured on blood agar plates, incubated aerobically and the bacteria recovered were identified according to COWAN and STEEL (3). Specimens were also taken from the visible lesions and transferred into 10 p. 100 formol saline for histopathological examination. They were processed, embedded in paraffin wax, sectioned

1. Nyala Regional Veterinary Research Laboratory, P.O. Box 24, Nyala, Sudan.

2. Veterinary Research Administration, P.O. Box 8067, El Amarat, Khartoum, Sudan.

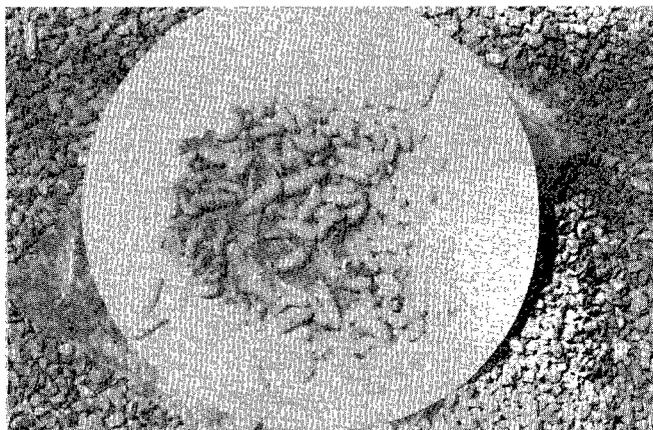
Reçu le 04.10.88, accepté le 11.10.88.

M. T. Musa, M. Harrison, A. M. Ibrahim, T. O. Taha

and stained with haematoxylin and eosin (H & E).

RESULTS

All the 44 camels examined were found to be infected with the larvae of *C. titillator*. The number of the parasites ranged between 8-243 per animal. Figure 1 shows the larvae collected from one camel. In most cases, 2nd and 3rd stage larvae were found mixed (Fig. 1) and attached to the pharyngeal mucosa. Cha-



racteristically, these second and third stage larvae have rings of conical spines. They migrate from one place to another in the nasopharynx. Very occasionally some of these larvae were seen between the nasal turbinate bones. The first stage larvae were found in the nasal passages and occasionally between the nasal turbinate bones. These latter were mainly seen in the period from December to May. The maximum number of the 1st stage larvae found was 5. A representative and random samples of the numbers and corresponding weights of larvae per camel are presented in table I.

At the sites where the larvae were attached, profuse mucus was found. Lesions produced by the parasites at their sites of attachment varied according to the nature of the infection. Earlier HUSSEIN *et al.* (7) reported that black spots represent abandoned locations of the parasites. We also observed that recent attacks were represented by haemorrhagic areas. Ulcer-like erosions were also observed and their presence may suggest a concurrent bacterial infection. Glandular and nodular mucosal surfaces were also observed in some cases, as a result of healing processes and/or infection with pyogenic bacteria. Thus some nodules containing pus were observed.

TABLE I Number of larvae per camel and their corresponding weights.

Number of larvae per camel	Weights of larvae in grams per camel
29	6.48
153	42.36
94	25.96
197	68.70
158	54.82
19	4.37
52	14.76
60	14.51
96	34.85
22	3.91
42	19.38
64	16.38
143	50.72
23	6.67

Bacteriological examination

Bacteria isolated in association with the larvae are shown in table II.

TABLE II Bacteria isolated from nasopharyngeal mucosae of camels infested with *C. titillator*.

Camels examined	Bacteria isolated
No. 1	<i>Pasteurella haemolytica</i>
No. 2	<i>Pasteurella haemolytica</i>
No. 3	<i>Pasteurella haemolytica</i>
No. 4	<i>Corynebacterium</i> spp. + <i>Klebsiella ozaenae</i>
No. 5	<i>Bacillus</i> spp.
No. 6	<i>Proteus</i> spp.

Histopathological examinations

The pharyngeal wall showed desquamation, hydropic degeneration and hyperplasia of the surface epithelium of the mucosa. In some areas the mucus membranes of the pharyngeal wall was denuded and irregular (Fig. 2).

The upper part of the submucous tissue was focally or diffusely infiltrated by lymphocytes, reticuloendothelial cells and fibroblasts (Fig. 3).

The pharyngeal mucus glands showed degenerative atrophy and desquamation of their lining epithelium, lymphocytic infiltration and thickening of the interaci-



Fig. 2 : Pharyngeal wall desquamation, hydropic degeneration and hyperplasia of the surface epithelium, as well as proliferative reactions.



Fig. 4 : Degeneration, atrophy and desquamation of the lining epithelium, lymphocytic infiltration and thickening of interacinar connective tissue.



Fig. 3 : Infiltration of the subnucous tissue by lymphocytes, reticuloendothelial cells and fibroblasts.

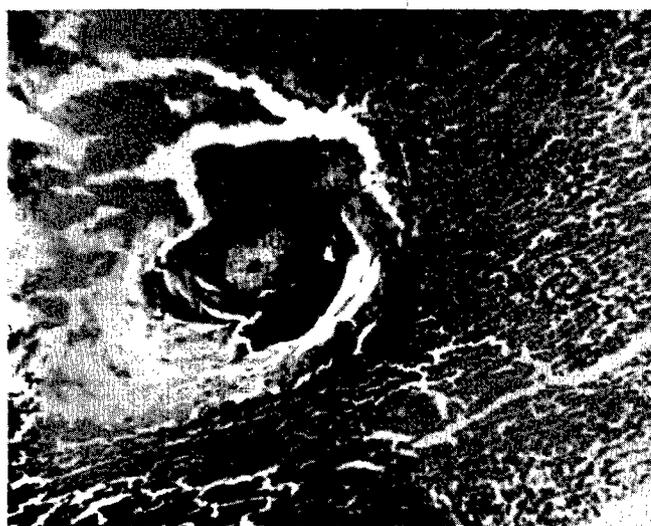


Fig. 5 : Granulomas consisting of round cells.

nar connective tissue (Fig. 4). In some cases small granulomas consisting of round cells with hyperchromatism were seen (Fig. 5).

DISCUSSION

The present study revealed that all of the 44 camels in western Sudan were infected with the larvae of the

camel bot fly *Cephalopina titillator*. These findings are higher than those of the earlier investigators (10, 11). However, the recent drought conditions which hit the country might have influenced this increase as the flies thrive well in maximum drought conditions. The parasitic burden per animal were found to be as high as 243 larvae. These enormous numbers, together with the heavy mucus, found in association with the larvae seem to be the reason for the restlessness and difficult breathing mentioned earlier by some investigators (2, 6, 8).

M. T. Musa, M. Harrison, A. M. Ibrahim, T. O. Taha

It would appear that camels may be found to be infected with *C. titillator* in any month of the year. However, if presence of first stage larvae is taken as an indication of the breeding season, then this would be restricted to the months of December to May, comprising the cool and hot parts of the dry season. Similar observations were recorded by ABDUL HAB and AL AFFASS (1) when they found that the transmission occurs annually during summer and winter months, which are however the dry and humid seasons in Iraq, respectively.

The second and third stage larvae, when migrating from the sites of deposition (the nasal cavities) to the pharynx and from one site to the other in the pharyngeal mucosa and while attaching and detaching, cause considerable damage to the intact mucus membrane by their conical spines. This was revealed by the visual and histopathological examinations. Some of the damaged areas heal by the formation of extensive fibrosis and some become eroded. This damage seems to give an excellent opportunity for secondary bacterial infection. The lymphocytic infiltration seen in some histopathological sections may support this hypothesis. The migrating larvae are also likely to carry micro-organisms from one place to another. Earlier, LEESE (9) mentioned that the mechanical damage may assist the introduction of anthrax spores.

From the bacteriological examinations, organisms recovered from the sites of infestation, like *Pasteurella haemolytica* and *Klebsiella ozaenae*, if disseminated, could be a cause of complications as they are commonly associated with pneumonia.

In one of the camels, small nodules containing pus were seen; this fact supports the view of the occurrence of pyogenic infections by bacteria such as *Corynebacterium*.

CONCLUSION

Since *C. titillator* almost certainly occurs in most camel breeding areas, the present findings together with those of earlier investigators should stimulate studies on the real economic impact of the infestation. Camels are a source of milk and meat for a vast number of people in many countries in Africa and Asia. Control measures may improve the production of camels and also prevent possible losses due to secondary infections.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Mr. ABDELLA DARAG for his technical assistance. We would also like to thank the Director, Veterinary Research Administration, Sudan for allowing us to use the facilities and the Under Secretary, Animal Resources for permission to publish the article.

MUSA (M. T.), HARRISON (M.), IBRAHIM (A. M.), TAHA (T. O.). Observations on Sudanese camel nasal myiasis caused by the larvae of *Cephalopina titillator*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 27-31.

Forty-four camels slaughtered at Nyala abattoir, western Sudan, were examined for infection with the larvae of *Cephalopina titillator*. The infection rate was found to be 100 p. 100. The parasitic burden ranged between 8-243 per animal. They were recovered throughout the year. The first stage larvae were noticed from December to May, indicating the breeding season of the fly. The larvae were found to cause visible pathological lesions on the nasopharynx. These were also demonstrated histopathologically. Bacteriological examinations revealed the presence of *Pasteurella haemolytica* and *Klebsiella ozaenae* as possible causes of pneumonia, and *Corynebacterium* species which could possibly cause pyogenic infections locally. Organisms from the camel environment like *Bacillus* and *Proteus* species were also isolated. *Key words*: Camel - *Camelus dromedarius* - *Cephalopina titillator* - Myiasis - Nasopharynx - Sudan.

MUSA (M. T.), HARRISON (M.), IBRAHIM (A. M.), TAHA (T. O.). Observaciones sobre una miasis nasal de los dromedarios en el Sudán causada por larvas de *Cephalopina titillator*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 27-31.

Se examinaron 44 dromedarios matados en el matadero de Nyala, en el Oeste del Sudán, para evidenciar la infección por larvas de *Cephalopina titillator*. Fue de 100 p. 100 el porcentaje de infestación y entre 8 y 243 larvas por animal el parasitismo observado. Se recogieron los parásitos durante todo el año: los larvas del primer estado aparecieron de diciembre a mayo, lo que indicaba la estación de reproducción. Provocaron lesiones visibles del nasofaringe que confirmaron exámenes histopatológicos. Análisis bacteriológicas mostraron la presencia de *Pasteurella haemolytica* y *Klebsiella ozaenae* pudiendo causar neumonía y *Corynebacterium* spp. que podría causar infecciones locales piógenas. Se aislaron también organismos perteneciendo al medio ambiente del dromedario como *Bacillus* y *Proteus* spp. *Palabras claves*: Dromedario - *Camelus dromedarius* - *Cephalopina titillator* - Miasis - Nasofaringe - Sudán.

REFERENCES

-
1. ABDUL-HAB (J.), AL AFFASS (N. N.). Seasonal occurrence of the domestic camel bot fly *Cephalopina titillator* Diptera, Oestridae in Central Iraq. *Bull. Biol. Res. Cert. (Baghdad)* 1977, **8** : 97-104.
 2. BURGEMEISTER (R.), LEYK (W.), GOSLER (R.). Untersuchungen über Vorkommen von Parasitosen, bakteriellen und viralen Infektionskrankheiten bei Dromedaren in Südtunesien. *Dt. tierärztl. Wschr.*, 1975, **82** (9) : 352-354. (Cited by HIGGINS, 1985).
 3. COWAN (S. T.), STEEL (K. J.). Cowan and Steel's Manual for the identification of medical bacteria. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1979.
 4. GRABER (M.), GRUVEL (J.). Étude des agents des myiases des animaux domestiques et sauvages d'Afrique équatoriale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** (3) : 535-554.
 5. GRUNIN (K. Y.). Botflies (*Oestridae*) Fauna URSS. *Insecta : Diptera*. 1957, **19** (3) : 146.
 6. HIGGINS (A. J.). The camel in health and disease. 4. Common ectoparasites of the camel and their control. *Br. vet. J.*, 1985, **141** : 197-216.
 7. HUSSEIN (M. F.), EL AMIN (F. M.), EL-TAIB (M. T.), BASMAEIL (S. M.). The pathology of nasopharyngeal myiasis in Saudi Arabian camels (*Camelus dromedarius*). *Vet. Parasit.*, 1982, **9** : 253-260.
 8. HUSSEIN (M. F.), HASSAN (H. A. R.), BILAL (H. K.), BASMAEIL (S. M.), YOUNIS (T. M.), AL MOTLAQ (M. A.), AL-SHEIKH (M. A.). *Cephalopina titillator* (Clark, 1797) infection in Saudi Arabian camels. *Zentbl. VetMed., B.*, 1983, **30** : 553-558.
 9. LEESE (A. S.). A treatise on the one-humped camel in health and in disease. Stamford, Haynes and Son, 1927.
 10. SOLIMAN (K. N.). Parasites of the camel, *Camelus dromedarius* in Egypt with special reference to same in Sudan. Proc. 3rd Ann. vet. Conf. Cairo, Egyptian Veterinary Medicine Association, 1965. Pp. 385-396.
 11. STEWARD (J. S.). Notes on some parasites of camels (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. *Vet. Rec.*, 1950, **62** : 835-837.

A. Hadani ¹
 B. Ben Yaakov ²
 Sh. Rosen ¹

Myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) in the Arabian camel (*Camelus dromedarius*) in the Peninsula of Sinai

HADANI (A.), BEN YAAKOV (B.), ROSEN (Sh.). Myiase causée par *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) chez le chameau d'Arabie (*Camelus dromedarius*) dans la péninsule du Sinai. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 33-38.

L'apparition d'une myiase massive chez les dromadaires, causée par *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) dans la zone montagneuse méridionale de la péninsule de Sinai, est décrite. La wohlfahrtiose semble être intimement liée aux conditions climatiques et écologiques de la zone, particulièrement l'altitude, les précipitations atmosphériques, le pâturage, les rongeurs et les tiques. Les symptômes cliniques ressemblent à ceux décrits chez les moutons en Israël et chez les chameaux ailleurs. Un traitement à base de diazinon et de pyrèthre activé dans l'huile de pin s'est montré efficace. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Myiase - *Wohlfahrtia magnifica* - Influence du climat - Diazinon - Pyrèthre activé - Israël.

INTRODUCTION

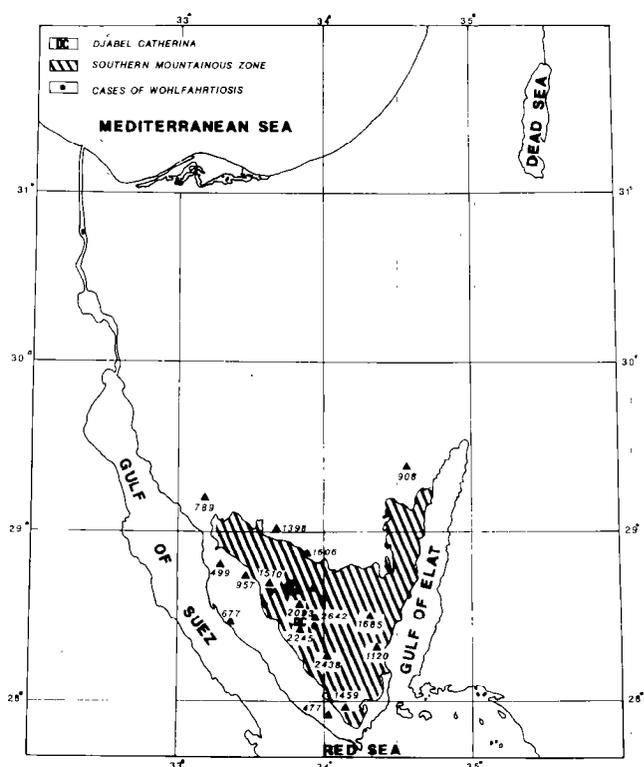
The Peninsula of Sinai (Map 1) is delimited between parallels 28 N and 31 N and longitudes 32 E and 35 E. It belongs to the belt of deserts encircling our planet. It is surrounded by sea and has been the scene of severe tectonic changes in the Tertiary and Pleistocene era, causing the « great elevation ». Its superficie is 61,000 km² and is divided into 2 major parts : the Southern Mountainous zone (SMZ) and the Northern plateau. The climate is essentially continental being characterized by extreme changes in temperature. The Arabian camel (*Camelus dromedarius*) is the main big domestic animal in Sinai being used by the local Bedouins for transport as well as providing other basic needs.

In summer 1976 the authors examined several camels in the SMZ showing severe lesions in the vulvar and perineal areas. The wounds were found to be heavily infested with larvae of *Wohlfahrtia magnifica*. The present communication describes wohlfahrtiosis in the Arabian camel in Sinai and attempts at its control.

1. The Kimron Veterinary Institute, P.O. Box 12, Beit-Dagan, 50250, Israel.

2. The Society for the Conservation of Nature, Abu-Kebir, Tel-Aviv, Israel.

Reçu le 15.02.88, accepté le 02.03.88.



Map 1 : Distribution of clinical cases of wohlfahrtiosis in the Arabian camel (*Camelus dromedarius*) in the Southern Mountainous zone in the Peninsula of Sinai.

MATERIALS AND METHODS

The observations were carried out in the months of May-August, 1976, in the SMZ of Sinai. Information related to previous seasons has been obtained from the owners.

Topography, climate and phytogeographic conditions

The SMZ covers a superficie of 7,500 km² and belongs to the Arabo-Nubian massif composed mainly of elementary rocks reaching 2,000-2,600 meters in height. The extreme variation in temperature is described in table 1.

A. Hadani, B. Ben Yaakov, Sh. Rosen

TABLE I Multi-seasonal variations of temperature in the Southern Mountainous zone (SMZ) of Sinai ($^{\circ}\text{C}$)*.

Month	Monthly average	Daily maximum (Average)	Daily minimum (Average)	Absolute minimum and maximum
January	12	19	5	-15 (Minimum)
July	27	33	20	44 (Maximum)

* Kindly supplied by the Institute of Meteorology, Beit-Dagan, Israel.

Average annual rainfall in the Sinai ranges around 50 mm with 6-10 rainy days per year. The years '75 and '76 have been particularly rich in precipitation with a total rainfall of 112 and 147 mm, distributed over 5 and 8 months respectively (table II). Relative humidity is relatively stable ranging around 60 p. 100. Vegetation is bushy, covering 20-30 p. 100 of the superficie of the ravins (Waddis), including species of *Fagonia*, *Artemisia*, *Retama*, *Zilla* and *Hammada*.

Animals

Camel population in the SMZ is estimated at 2,500, all *Camelus dromedarius*, about half of which males. The average Bedouin owns 1-2 females maintained on permanent grazing and 1 male kept near the tent for immediate use. Clinical cases have been mainly observed in females. The females were found heavily infested with ticks particularly in the perineal area and posterior thighs. They roam freely across the hills feeding on the scarce pasture and particularly the *Retama* bushes where the *Hyalomma* ticks are concentrated. Male camels in fact can be infested with ticks but they are used permanently for transport and are consequently kept near the tents and well taken care of i.e. cleansed of the ticks. Numerous burrows of rodents were observed in the area and particularly so around the bushes of *Retama roetam*. *Meriones sp.* (*M. crassus*) is widespread in the area.

Clinical methods

The affected animals were detected from distance due to the peculiar horizontal posture of the tail and the soiling of the medial thighs (Photo 1). Fly larvae were extracted into 70° alcohol for later identification and the wounds were treated. Ticks were similarly collected from the animals. Most of the animals were checked 2-3 times during the 60 days following treatment.

Entomological methods

Adult sarcophagid flies were collected in the field and together with the larvae were identified using the usual criteria (5). Ticks were identified using Feldman-Muhsam's key for the genus *Hyalomma* (1).

Drugs

Carcide™ (*) was smeared copiously with a brush on the affected area (Photo 2). Infected wounds were treated with an aureomycin aerosol as well.

RESULTS

About 100 myiasis stricken camels were examined in the present study, all located at 800-900 m or more above sea level. No complaints were received from owners of camels at lower altitudes. Thus, descending the central massif, on either side, towards the sea, wohlfahrtiosis in camels tended to disappear.

According to the owners first cases of myiasis were detected towards the end of the calving season in March. The prevalence increased in May-June and decreased in July. Newly infested wounds were not detected in August when most of the affected animals showed cicatrized wounds. However, *W. magnifica* flies were still active in this period.

(*) Carcide™ (2 p. 100 diazinon, 0.05 p. 100 pyrethrum extract and 0.25 p. 100 piperonyl butoxide in pine oil, Dr. Meron, Chemical Industry, Haifa, Israel).

TABLE II Yearly records of rainfall in the Southern Mountainous zone of Sinai (Djebel Catherina, 1970-1979)*.

Year	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Total rainfall (in mm)	0	24	19	63	82	112.1	147.1	91.9	58.7	63.4
No. of rainy months**	0	?	?	?	1	5	8	4	5	5

* Kindly supplied by the Institute of Meteorology, Beit-Dagan, Israel.

** Months with measurable precipitation.



Photo 1 : Wohlfahrtiosis in the vulvar area in a camel. Note the soiling of the medial thighs.



Photo 2 : Treating vulvar wohlfahrtiosis in a camel with carcide.

Camels of both sexes and all ages were affected. Most of the affected animals were females with vulvo-vaginal lesions. Few males were found suffering from perineal myiasis. All the larvae extracted from the wounds were identified as *Wohlfahrtia magnifica* (*W.m.*) in various stages of development.

The animals were found heavily infested with *Hyalomma dromedarii* adults ticks, aggregated in the inguinal and perineal areas.

Prevalence of cases of wohlfahrtiosis in the area studied reached about 10 p. 100 of the camel population. Bedouins reported that in the previous year about 1 p. 100 of the animals were infested. The ulcerous wound has the characteristic features described previously in sheep (2), having a variable diameter (5-15 cm), irregular border and copious secretion (Photo 3). Larvae of varying size were observed in masses, wriggling in the inflamed, highly sensitive tissues. The hair and skin around the wounds didn't show tendency for granulation. Wounds free of larvae



Photo 3 : A characteristic vulvo-vaginal, ulcerous wound infested with larvae of *W. magnifica* in a camel.

A. Hadani, B. Ben Yaakov, Sh. Rosen

were observed in various stages of cicatrization. After complete healing the affected area was markedly deformed and fibrotic (Photo 4). Bedouins reported cases of myiasis also on the legs previously wounded. Parts of the body, covered densely with hair have not been affected. Spontaneous healing of the wounds lasted 3-4 weeks, following disappearance of the larvae, decrease and cessation of the discharge. Mortality due to wohlfahrtiosis has not be recorded.

The parasitized wounds were dressed by the Bedouins with various plant water extracts and powders. Wounds were first cleaned with a water extract of *Retama roetam* and then treated with a powder prepared from *Hamada salicornica*, *Hyoscyamus desertorum* and *Peganum harmala*. In some cases the wounds were treated with tobacco leaves or naphtalene powder. The carcide was distributed to the owners in tins and applied with a brush 3-4 times with 3-4 day intervals.

Following the first application the larvae disappeared and within 1-2 weeks complete recovery was noted. The affected area remained distorted and fibrotic.

DISCUSSION

Six myiasis producing species of flies are known in camels, 5 of which belong to the *Calliphoridae* and one to the *Oestridae* (4). *W.m.* is the most important myiasis causing fly in camels. The fly occurs in the Mediterranean basin, southern Russia, Turkey, Iran and the Far East. Wohlfahrtiosis has been reported in sheep and goats in the USSR, North Africa and the Middle East (8). Wohlfahrtian myiasis in camels has been thoroughly described in Mongolia (7).

Sporadic cases of myiasis, caused by *W.m.* have been detected in sheep and calves in the Lower Galille in Israel (6).

Massive occurrence of the disease has been reported in sheep in the Golan Heights in the years 1969-1970 (2). *W.m.* is widely distributed in Israel but the occurrence of wohlfahrtiosis in animals appears to be intimately associated with local climatic and ecological conditions. Bedouins in the SMZ of Sinai claim that sporadic cases of myiasis actually occurred in

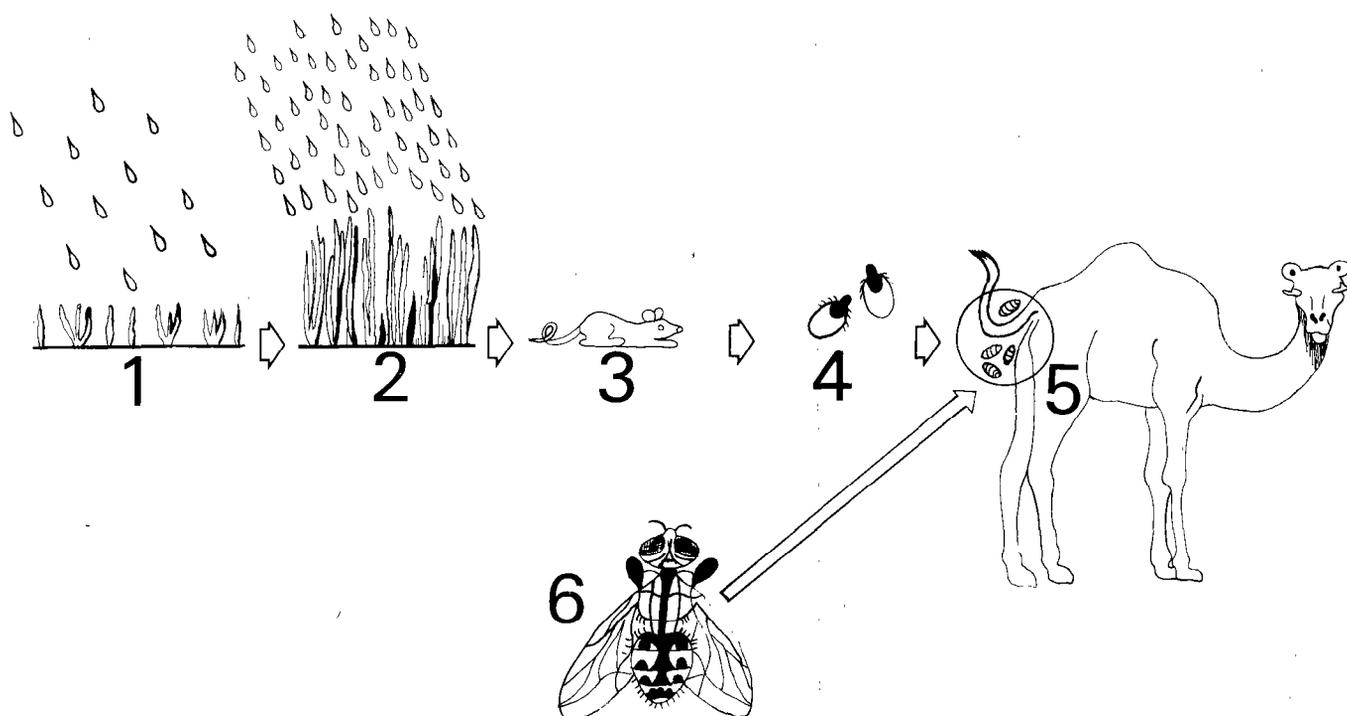


Fig. 1 : Epizootiology of wohlfahrtiosis (*Wohlfahrtia magnifica*) in the Southern Mountainous zone (SMZ) of Sinai (1975-1976).

1. Low rainfall (50-60 mm/year) with poor vegetation in the years 1970-1974 ;

2. High rainfall (110-150 mm/year) with rich, green pasture in spring in the years 1975-1976 ;

3. Intensive breeding of rodents, particularly *Meriones* spp. which

serve as a host for *Hyalomma dromedarii* ticks ;

4. Intensive multiplication of *Hyalomma dromedarii* ticks ;

5. Camels heavily infested with *H. dromedarii* adult ticks ;

6. *W. magnifica* depositing larvae in tick wounds in the perineal area of the camels.



Photo 4 : A wohlfahrtian scar, causing deformation of the vulvar and perineal area in a camel.

camels in previous years. The years 1975-1976 were particularly rich in precipitation. As can be seen from table II, these years had 112 and 147 mm rainfall in 5 and 8 rainy months respectively.

Some of the rains were late, occurring in the months of March-April, well after the typical cold wave in March (« Bard El Adjoz »), thus ensuring lush, green pasture in the spring. Climatic conditions and rich vegetation have been particularly favourable to the multiplication of rodents, mainly *Meriones spp.* These animals have been shown (2) to serve as efficient hosts for the pre-imaginal stages of *H. dromedarii* as well as other 3 host ticks. Burrows of the gerbils were scattered around the *R. roetam* bushes (Photo 5) which were frequented by the camels. *W.m.* has been reported to be attracted to tiny lesions often caused by the tick bites (4, 7). The epizootiology of wohlfahrtiosis in camels in the Sinai seems to have evolved as described in figure 1.

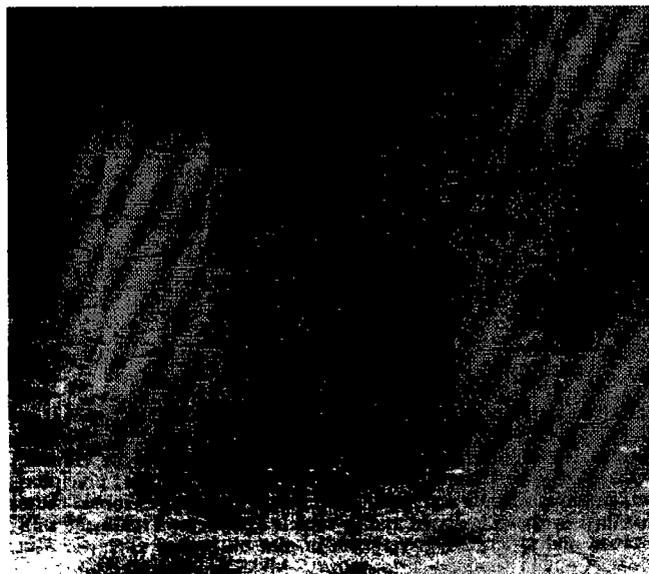


Photo 5 : Bushes of *Retama roetam*, an important source of forage for camels in the Peninsula of Sinai. The vicinity of the bushes is disseminated with burrows of *Meriones crassus*.

The usual low annual precipitation (50-60 mm) in the SMZ and the late March freezing wave severely affect the pasture in spring and are prejudicial to the rodent and tick populations. Consequently in the normally dry years only sporadic cases of wohlfahrtian myiasis occur in camels. The present outbreak is probably related to the exceptionally high precipitation which started the chain of events as described in figure 1.

In our study camels grazing at 900 m or more above sea level were mostly affected. Similar findings were reported in camels in the Popular Republic of Mongolia (7), where the climatic conditions are similar to those of the SMZ in Sinai. Calving in March seems to predispose the animals to the myiasis. The gravid female flies are attracted to the lochial fluids and the damaged tissues. First cases of myiasis were reported in March, reaching a peak in May-July. Prevalence decreased in August though *W.m.* flies could still be found. Bedouins claim that late in summer female flies are « empty » and do not deposit larvae. In Mongolia cases of wohlfahrtian myiasis in camels have been reported between April and October (7). Similar findings were registered in sheep in the Golan Heights (2). About 10 p. 100 of the camels in the exposed herds were found infested with *W.m.* larvae. Similar prevalence of the disease was reported elsewhere.

Clinically the lesions are similar to those described in sheep which were struck by the myiasis in the wool free perineal area, the pinnas and the legs. Camels showed lesions in the sparsely hair covered hind parts. After healing the perineal and vulvar areas were

A. Hadani, B. Ben Yaakov, Sh. Rosen

markedly deformed and fibrotic with possible complications in future calvings. Similar clinical evolution was noted in the affected sheep (2). Treatment with 2 p.100 diazinon and 0.05 p.100 synergized pyrethrum proved effective. Pine oil seemed to repel the gravid female flies. Infected wounds should be treated with antibiotics as well.

HADANI (A.), BEN YAAKOV (B.), ROSEN (Sh.). Myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) in the Arabian camel (*Camelus dromedarius*) in the Peninsula of Sinai. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 33-38.

Massive myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) in camels in the Southern Mountainous zone of the Peninsula of Sinai is described. Wohlfahrtiosis seemed intimately related to the climatic and ecological conditions of the area, particularly altitude, precipitation, pasture, rodents and ticks. The clinical features resembled those described in sheep in Israel and in camels elsewhere. Treatment with diazinon and synergized pyrethrum in pine oil proved effective. *Key words*: Camel - *Camelus dromedarius* - Myiasis - *Wohlfahrtia magnifica* - Climate influence - Diazinon - Synergized pyrethrum - Israel.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are indebted to Makhteshim-Agan, Chemical Industries, Beer Sheba, Israel, for the financial support which permitted the printing of the coloured photos.

HADANI (A.), BEN YAAKOV (B.), ROSEN (Sh.). Miasis provocada por *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) en el dromedario de Arabia (*Camelus dromedarius*) en la Peninsula de Sinai. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 33-38.

Se describe una miasis masiva provocada por *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner 1862) en dromedarios, en la zona montañosa del sur de la Peninsula de Sinai. La wohlfahrtiosis parece intimamente relacionada a las condiciones climáticas y ecológicas del área, especialmente a la altitud, las lluvias, los pastos, los roedores y las garrapatas. Las características clinicas son semejantes a las que ya fueron descritas en ovinos en Israel, y en dromedarios de otras regiones. El tratamiento con diazinon y piretro asociado a sinergistas en aceite de pino, demostro su eficacia. *Palabras claves*: Dromedario - *Camelus dromedarius* - Miasis - *Wohlfahrtia magnifica* - Influencia del clima - Diazinon - Piretro y sinergistas - Israel.

REFERENCES

1. FELDMAN-MUHSAM (B.). Revision of the genus *Hyalomma*. I. Description of Koch's types. *Bull. Res. Coun. Israel*, 1954, 4: 150-170.
2. HADANI (A.), CWILICH (R.), RECHAV (Y.), DINUR (Y.). Some methods for the breeding of ticks in the laboratory. *Refuah vet.*, 1969, 26: 87-100.
3. HADANI (A.), RABINSKY (R.), SHIMSHONI (A.), VISHINSKY (Y.). Myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner) in sheep in the Golan Heights in Israel. *Refuah vet.*, 1971, 25: 25-32.
4. HIGGINS (A. J.). The camel in health and disease. 4. Common ectoparasites of the camel and their control. *Br. vet. J.*, 1985, 141 (2): 197-216.
5. JAMES (M. T.). The flies that cause myiasis in man. Washington D.C., USDA, 1947. (Miscellaneous Publications N° 631).
6. MINDEL (Y.), CWILICH (R.). A note on some cases of myiasis in domestic animals in Israel. *Refuah vet.*, 1964, 21: 154-156.
7. SCHUMANN (H.), RIBBECK (R.), BEULIG (W.). *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) (*Diptera*: *Sarcophagidae*) als Ursache einer Vaginalen Myiasis bei domestizierten Zweihöckrigen kamelen in del Mongolischen Volks republik. *Archs exp. vet. Med.*, 1976, 30: 799-806.
8. ZUMPT (F.). Myiasis in man and animals in the old world. London, Butterworths, 1965.

Indirect haemagglutination (IHA) and immunoelectrophoresis in the diagnosis of hydatidosis in Sudanese camels

M. B. Saad¹A. K. M. Hassan¹

SAAD (M. B.), HASSAN (A. K. M.). Hémagglutination indirecte et immunoelectrophorèse dans le diagnostic de l'hydatidose des dromadaires au Soudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 41-44.

L'efficacité de l'hémagglutination indirecte et de l'immunoelectrophorèse comme moyens de détection de l'infection hydatique chez les dromadaires a été recherchée. L'une et l'autre ont révélé de très faibles taux de détection des anticorps dans le sérum des dromadaires. L'immunoelectrophorèse montrait une spécificité de 84 p. 100 et une sensibilité à 36 p. 100 alors que l'hémagglutination indirecte montrait une spécificité de 69 p. 100 et une sensibilité à 43 p. 100. Ces résultats sont discutés. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Hydatidose - Test immunologique - Soudan.

INTRODUCTION

Camels and cattle have been shown to be important intermediate hosts for echinococcosis in the Sudan (7). A prevalence rate of 48 p. 100 in camels and 3.8 p. 100 in cattle was reported. In Tambool area (Central Eastern Sudan), the prevalence in camels and dogs was estimated to be 45 p. 100 and 51 p. 100 respectively.

An approach to controlling hydatidosis could include the elimination of the parasite in camels and other ruminants as well as dogs. If it were possible to identify camels, then the infected animals could be removed selectively. CONDER *et al.* (2) believed that the development of this type of control programme had been limited by the lack of sensitive and specific methods for diagnosing hydatidosis.

Due to recent advances in immunodiagnosis of hydatid disease in man, KAGAN (4) suggested that hydatidosis in domestic animals might be detected reliably by using immunodiagnostic techniques.

This study was designed to evaluate the potentiality of two immunodiagnostic techniques namely the indirect haemagglutination (IHA) and the immunoelectrophoresis (IEP) for identifying camels infected with hydatid cysts.

1. Veterinary Research Administration, P.O. Box 8067, El Amarat, Khartoum, Sudan.

Reçu le 16.03.88, accepté le 26.04.88.

MATERIALS AND METHODS

Serum samples

Sera were collected from camels at slaughter. Carcasses were then examined and positive camels identified. Seventy-six sera were collected of which 28 were from infected animals. Sera for the test were stored at -20 degrees Celsius until used. One ml serum samples aliquots were freeze-dried in an Edwards EFO3 centrifugal freeze-drying machine and stored in a refrigerator until used in the IEP test. When the freeze-dried sera were to be tested each sample was dissolved in 0.2 ml distilled water to have a 5-times serum concentration.

Testing of sera

The IHA and IEP were conducted and interpreted as described in the leaflet provided with the commercial antigens. Due to shortage of antigen only 25 negative sera were run in the IEP test.

All reagents for the IHA and IEP tests were commercially purchased from Bio-Mérieux Laboratory Reagents and Products Ltd., France.

RESULTS

When the IHA test was applied on the 28 sera from necropsy positive animals, 12 (43 p. 100) showed positive results and 16 (57 p. 100) were negative. In the case of sera from necropsy negative animals 15 (31 p. 100) were positive and 33 (69 p. 100) were negative (Table I). These results indicate a sensitivity of 43 p. 100 and a specificity of 69 p. 100.

Of the 28 sera from necropsy positive animals, 16 (57 p. 100) had a titre less than 1:100, 6 (21 p. 100) had a titre of 1:100, 3 (11 p. 100) had a titre of 1:200, 1 (4 p. 100) had a titre of 1:400 and 2 (7 p. 100) had a titre of 1:800. The necropsy negative animals showed slightly different results (Table II).

TABLE I Comparative results of gross examination and the indirect haemagglutination (IHA) test.

IHA test results	Necropsy results		Total
	Positive	Negative	
Positive	12	15	27
Negative	16	33	49
Total	28	48	76

TABLE II Indirect haemagglutination (IHA) titres of sera tested from both necropsy positive and necropsy negative camels.

Donors	IHA negative	IHA positive at titres			
		1 : 100	1 : 200	1 : 400	1 : 800
Necropsy positive	16 57 p. 100	6 21 p. 100	3 11 p. 100	1 4 p. 100	2 7 p. 100
Necropsy negative	33 69 p. 100	3 6 p. 100	7 17 p. 100	3 6 p. 100	2 4 p. 100

With the IEP test, necropsy positive animals showed 10 (36 p. 100) positives and 18 (64 p. 100) negatives. In case of necropsy negative animals, 4 (16 p. 100) were positive and 21 (84 p. 100) were negative (Table III). These results indicate a sensitivity of 36 p. 100 and a specificity of 84 p. 100.

TABLE III Comparative results of the necropsy examination and immunoelectrophoresis test (IEP).

IEP test results	Necropsy results		Total
	Positive	Negative	
Positive	10	4	14
Negative	18	21	39
Total	28	25	53

Twelve (43 p. 100) necropsy positive animals were negative by both serological tests, 8 (29 p. 100) were detected by both tests, 5 (18 p. 100) were detected by the IHA test only and 3 (11 p. 100) were detected by the IEP test.

Of the 28 necropsy positive animals, two had cysts located in both livers and lungs. Sera from these two animals were positive by the two tests used in this work.

DISCUSSION

From these findings, it was clear that a sensitivity rate of 43 p. 100 and 36 p. 100 for the IHA and IEP respectively were very low.

In other parts of the world higher sensitivity rates for the IHA were reported but most of the work was done on human sera. A sensitivity of 83.3 p. 100 was reported by MOCH *et al.* (6) and 83 p. 100 by SORICE and CASTAGNARI (8). In Nigeria DADA *et al.* (3) who tested 26 hydatid positive camel sera, showed that 72 p. 100 of these sera had diagnostic IHA titres.

With the IEP test, the sensitivity rate in this study was in close agreement with 38.9 p. 100 sensitivity reported by DADA *et al.* (3). Higher sensitivity rates of 75 p. 100 and 85.5 p. 100 were observed by SORICE and CASTAGNARI (8) and CAPRON *et al.* (1) respectively, but both authors were working with human sera.

A high rate of IEP specificity (84 p. 100) was observed in this study, a finding which is consistent with that reported by VARELA-DIAZ *et al.* (9) but the authors were still working with human sera.

The variation in the reported sensitivity of the IHA may well be due to differences in the biological interaction of the host with the local strain of *Echinococcus granulosus*. This might explain the low sensitivity rate encountered in this study.

Another possible reason for the low sensitivity is that in 26 hydatid positive camels, the cysts were located in the lungs. KAGAN *et al.* (5) concluded that cysts located in the lung generally provoked less immunological reactivity than cysts in other sites. WARNER and FELIZA (10) observed that the sensitivity of the test increased when both the liver and lung were infected. In this study, there were only two cases with both liver and lung infection, and both showed positive reactions with the IHA and IEP tests.

The highest titre recorded for the IHA test in this work was 1:800. According to CONDER *et al.* (2), such titres were more specific because they helped to eliminate cross reactions. Even this statement seemed to be controversial as we found that even at this high titre there was no significant difference between positive and negative sera.

The rate of IHA false positives was 32 p. 100. This could be attributed to the fact that during inspection in slaughterhouses one is liable to overlook some of the smaller cysts especially if they are located in organs other than the lung and spleen (the organs normally inspected). Gross inspection also will not detect the infection at its early stages prior to the development of cysts, a process which may take several months before the cysts attain palpable size.

Although many authors reported favourably on the high sensitivity and specificity of both tests, yet our report shows that the IHA is not reliable test for the diagnosis of hydatidosis in camels. The IEP on the other hand has got a high specificity but its sensitivity will require some improvement before it can be used to facilitate a prompt diagnosis of hydatidosis in camels.

SAAD (M. B.), HASSAN (A. K. M.). Indirect haemagglutination (IHA) and immunoelectrophoresis in the diagnosis of hydatidosis in Sudanese camels. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 41-44.

The efficiency of indirect haemagglutination (IHA) and immunoelectrophoresis (IEP) as means of detection of cystic hydatid infection in camels was investigated. Both IHA and IEP showed very low detection rates of antibody in camel sera. The IEP showed 84 p. 100 specificity and 36 p. 100 sensitivity while the IHA showed 69 p. 100 specificity and 43 p. 100 sensitivity. These results are discussed. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Hydatidosis - Immunological test - Sudan.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to extend our thanks to professor M. MAGZOUB of the University of Khartoum for his useful comments. Approval of the Under-Secretary and Director for Veterinary Research Administration to publish this work is acknowledged.

SAAD (M. B.), HASSAN (A. K. M.). Hemaglutinación indirecta e inmunoelectroforesis en el diagnóstico de la hidatidosis de los dromedarios en el Sudán. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 41-44.

Se averiguó la eficacia de la hemaglutinación indirecta y de la inmunoelectroforesis como medios para evidenciar la hidatidosis en los dromedarios. Ambas técnicas mostraron porcentajes muy reducidos de detección de anticuerpos en el suero de los dromedarios. La inmunoelectroforesis mostraba una especificidad de 84 p. 100 y una sensibilidad de 36 p. 100 mientras que la hemaglutinación indirecta mostraba una especificidad de 69 p. 100 y una sensibilidad de 43 p. 100. Se discuten dichos resultados. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Hidatidosis - Técnica inmunológica - Sudán.

REFERENCES

1. CAPRON (A.), YARZABAL (A.), VERNES (A.), FRUIT (J.). Le diagnostic immunologique de l'échinococcose humaine. *Path. Biol.*, 1970, **18** : 357-365.
2. CONDER (G. A.), ANDERSON (F. L.), SCHANTZ (P. M.). Immunodiagnostic tests for hydatidosis caused by *E. granulosus* and *T. hydatigena* in sheep : An evaluation of double diffusion, IEP, IHA, and intradermal tests. *J. Parasit.*, 1980, **66** (4) : 577-584.
3. DADA (B. J. O.), ADEGBOY (D. S.), MOHAMAD (O.). Experience in Northern Nigeria with countercurrent IEP, double diffusion and IHA tests for diagnosis of hydatid cysts in camels. *J. Helminth.*, 1981, **55** : 197-202.
4. KAGAN (I. G.). Serodiagnosis of hydatid disease. In : COHEN (S.), SADUN (E.), eds. Immunology of parasitic infection. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1976. Pp. 130-137.
5. KAGAN (I. G.), OSIMANI (J. J.), VARELA (J. C.), ALLAIN (D. S.). Evaluation of intradermal and serological tests for the diagnosis of hydatid disease. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1966, **15** : 172-179.
6. MOCH (R. W.), CORNELIUS (J. B.), BOTROS (B. A. M.), BARSOUM (I. S.), MOHAMAD (A. H.). Serological detection of echinococcal infection in camels by the indirect haemagglutination and latex agglutination (LA) tests. *J. Egypt. publ. Hlth Ass.*, 1974, **49** : 146-155.
7. SAAD (M. B.). Hydatidosis/echinococcosis in the Sudan with emphasis on the epidemiology, experimental transmission and histopathology. Ph. D. Thesis, University of Khartoum, Sudan, 1985.
8. SORICE (F.), CASTAGNARI (L.). Impiego della immunoprecipitazione elettroforetica nella diagnosi immuologica dell'idatidose. Nota preliminare. *G. Mal. infett. parassit.*, 1970, **23** : 1-8.

M. B. Saad, A. K. M. Hassan

9. VARELA-DIAZ (V. M.), COLTORTI (E. A.), PREZIOSE (V.), LOPEZIEMES (M. H.), GUI SANTES (J. A.), YARZABAL (L. A.). Evaluation of three immunodiagnostic tests for human hydatid disease. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1975, **24** : 312-319.
10. WARNER (A.), FELIZA (K.). An evaluation of diagnostic tests in hydatid disease. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1970, **19** : 934-935.

D. Richard ¹ ■ L'haemonchose du dromadaire

RICHARD (D.). L'haemonchose du dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 45-53.

Plusieurs enquêtes effectuées depuis une trentaine d'années sur les parasites gastro-intestinaux du dromadaire ont montré des taux d'infestation élevés par *Haemonchus longistipes*. Certaines études ont également relevé l'importance clinique et économique de l'haemonchose cameline. L'auteur propose une synthèse des connaissances acquises sur cette maladie majeure pour le dromadaire et largement sous-estimée auparavant. Les éléments connus chez le dromadaire, ou pouvant être déduits de l'haemonchose du mouton beaucoup mieux étudiée, sont présentés pour le parasite et son cycle, l'épidémiologie, la pathogénie, les symptômes et lésions, le diagnostic, le traitement et, en conclusion, les possibilités de prophylaxie. L'auteur insiste sur le caractère saisonnier de cette parasitose, les facteurs favorisant des infestations, le syndrome anémie-cachexie plus ou moins marqué selon les formes observées, le diagnostic différentiel, souvent difficile à établir, et la disponibilité d'un certain nombre de médicaments actifs. Une lutte contre cette maladie doit prendre en compte les particularités du mode d'élevage du dromadaire, et doit s'appuyer en grande partie sur les éleveurs. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Haemonchose - *Haemonchus longistipes* - Épidémiologie - Lésion - Diagnostic - Anthelminthique.

INTRODUCTION

Le dromadaire est un animal fréquemment infesté par les strongles gastro-intestinaux. Plusieurs enquêtes montrent des taux d'infestation élevés : 98 p. 100 au Tchad (19), 76 p. 100 en Éthiopie (9), 93 p. 100 au Niger (34), 89 p. 100 au Soudan (3).

Les espèces identifiées sont voisines d'une quarantaine (7). Parmi elles, le genre *Haemonchus* est très souvent présent : GRABER et collab. (19) l'observent chez 72 p. 100 des dromadaires autopsiés, TAGER-KAGAN (34) chez 83 p. 100 et ARZOUN et collab. (3) chez 89 p. 100 des animaux. Le parasite en cause est généralement *Haemonchus longistipes* (Railliet et Henry, 1909), parasite quasi exclusif du dromadaire. Il entraîne une affection grave, souvent difficile à identifier au plan clinique car les symptômes ne sont pas pathognomoniques et se rattachent aux syndromes anémie et cachexie. L'haemonchose a donc souvent été sous-estimée dans la pathologie du dromadaire : LEESE (20) et CURASSON (7) l'évoquent à peine. Il est vraisemblable qu'elle a été confondue avec d'autres maladies dans certains cas.

1. Chercheur IEMVT-CIRAD mis à la disposition du LNERV-ISRA, B.P. 2057, Dakar, Sénégal.

Reçu le 01.12.88, accepté le 20.01.89.

Suite aux travaux de GRABER (17) et GRABER et collab. (19), plusieurs enquêtes ont montré que l'haemonchose est une maladie majeure de la pathologie du dromadaire (2, 27, 30).

Il apparaît donc aujourd'hui utile de tenter une synthèse des connaissances acquises sur cette strongylose pour mieux dégager le tableau clinique et les moyens de lutte.

LE PARASITE ET SON CYCLE

Haemonchus longistipes Railliet et Henry, 1909 est un *Strongylida* appartenant à la famille des *Trichostrongylidae*. Sa morphologie est voisine de celle observée chez *Haemonchus contortus*. Les mâles de ces deux espèces se différencient par leurs extrémités postérieures (25).

Haemonchus longistipes est un nématode quasi exclusif des Camélidés. Il est exceptionnellement signalé chez les autres ruminants. GRABER et collab. (19) citent quelques auteurs soviétiques rapportant la présence de *H. longistipes* chez le mouton. ELBIHARI et collab. (11) ont obtenu de légères infestations expérimentales en administrant des larves L3 à des ovins. Chez les caprins, seuls ARZOUN et collab. (1) rapportent la présence de ce parasite. Ces auteurs ont montré la sensibilité des caprins qui, infestés expérimentalement, développent une haemonchose clinique avec modification des paramètres sanguins, comparable à celle observée chez le dromadaire.

Haemonchus contortus (Rudolphi, 1803), parasite du mouton, a également été signalé chez le dromadaire (9, 15, 22, 27), mais dans des proportions inférieures à *H. longistipes*.

Le cycle de *H. longistipes* est très simple. Il a été partiellement décrit par STEWARD (32), GRABER (17) et ARZOUN et collab. (2). Il se déroule en deux phases sans hôte intermédiaire (Fig. 1).

Les oeufs rejetés à l'extérieur dans les fèces éclosent, évoluent par deux stades intermédiaires et aboutissent au stade L3, larve infestante. Dans des conditions expérimentales optimales, l'évolution se fait entre 4 et

D. Richard

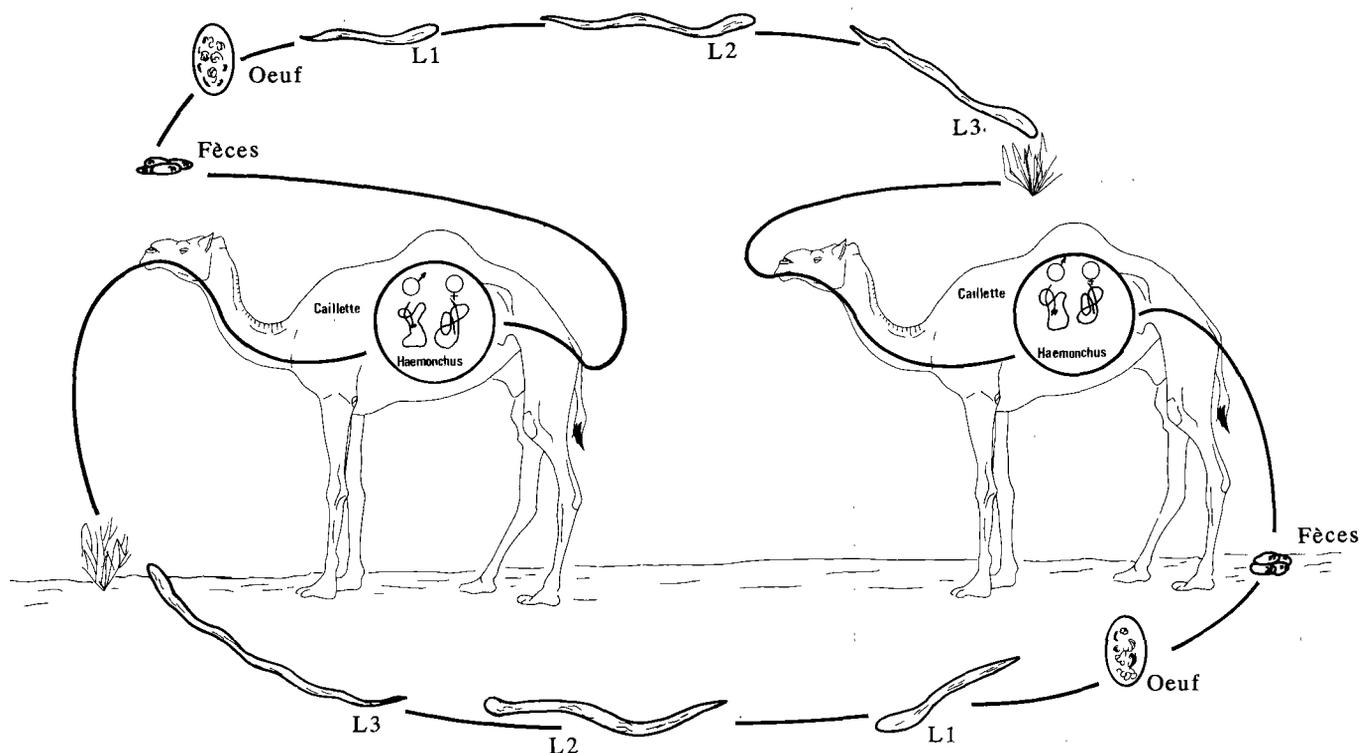


Fig. 1 : Le cycle de l'haemonchose.

7 jours, et entre 6 et 10 jours dans des conditions voisines de celles du milieu naturel (19).

Ces larves résistent entre 12 heures et 7 jours dans le milieu extérieur ; les conditions les plus favorables à leur survie sont un degré hygrométrique élevé et un abri du soleil. C'est donc en saison des pluies que les meilleures conditions existent. En pleine saison sèche, l'oeuf peut ne pas évoluer (19).

Ces larves L3 ingérées par un dromadaire poursuivent une seconde phase interne. Elles migrent dans la muqueuse de la caillette. L'évolution de cette étape n'a pas été décrite chez le dromadaire. Elle est vraisemblablement voisine de celle connue chez *H. contortus* : mue dans la muqueuse en stade L4 qui retourne à la surface de la caillette, évolue vers un stade L5 puis en stade adulte.

La période pré-patente serait de 1 à 2 semaines (2).

L'existence d'une phase d'hypobiose n'est pas connue chez le dromadaire. Elle apparaît vraisemblable car plusieurs auteurs (19, 30, 33, 34) constatent une augmentation des animaux infestés et du nombre d'oeufs présents dans les fèces au cours de la seconde moitié de la saison sèche alors que les conditions de milieu sont très défavorables à l'évolution des oeufs. La levée du phénomène d'hypobiose pourrait expliquer ces augmentations.

ÉPIDÉMIOLOGIE

L'haemonchose du dromadaire est une strongylose à caractère saisonnier, point sur lequel GRABER (17) et RICHARD et collab. (30) insistent. Les infestations les plus importantes ont lieu en saison des pluies lorsque la prolifération des larves est assurée. La figure 2, extraite d'une étude de TAGER-KAGAN au Niger (33), montre bien ce phénomène. Les taux d'infestation rapportés par ARZOUN et collab. (3) vont dans le même sens : un taux d'infestation plus élevé en saison des pluies (89 p. 100 contre 64 p. 100 en saison sèche), un nombre moyen d'oeufs beaucoup plus important et un pourcentage de formes adultes très fort en saison des pluies (93 p. 100 contre 25,6 p. 100 en saison sèche).

L'ingestion de larves infestantes est favorisée à cette époque par le mode de conduite des troupeaux (30). Les dromadaires sont alors rassemblés en troupeaux complets étroitement surveillés car ils sont déplacés rapidement vers les zones où les pluies sont tombées et les premières plantules apparues. Les dromadaires consomment alors le tapis herbacé sur des surfaces souvent limitées où le nombre des troupeaux présents peut être très élevé.

Dans ces conditions, les facteurs climatiques jouent un rôle encore mal connu mais certain. Des pluies peu espacées en début d'hivernage favorisent certainement le développement des larves et, en conséquence, les infestations. On peut alors parler d'année à haemonchose comme cela a été observé au Niger (30). Cette relation entre les facteurs du milieu, les taux d'infestation et la gravité de l'haemonchose mérite d'être approfondie.

Les sources de parasite sont les dromadaires hébergeant des vers en fin de saison sèche. Ces animaux ne présentent pas nécessairement une forme chronique de l'haemonchose. D'après les connaissances acquises dans le cas de l'haemonchose ovine, il est probable que la prolificité des femelles d'*H. longistipes* est très élevée en saison des pluies, ce qui permet une grande dissémination des oeufs.

Les autres facteurs épidémiologiques sont mal connus. Le sexe, la race, le stade physiologique n'ont pas été mis en évidence chez le dromadaire. L'âge semble jouer un rôle, mais les rares observations ne concordent pas : pour ARZOUN et collab. (2), les animaux âgés seraient plus sensibles, pour RICHARD et collab. (30) ce sont les jeunes qui présentent les formes les plus graves.

Le phénomène d'« autostérilisation » connu chez les ovins (6) n'a pas été étudié chez le dromadaire.

PATHOGÉNIE

Haemonchus longistipes et *H. contortus* sont des nématodes hématophages. Les actions pathogènes commencent à être bien connues pour *H. contortus* chez le mouton (6). Elles ont été moins étudiées dans le cas de *H. longistipes* chez le dromadaire, mais les quelques données disponibles font apparaître peu de différences avec les éléments connus chez le mouton.

Après une action traumatique due à la pénétration des larves L3 dans la muqueuse de la caillette, la principale action pathogène est la perte de sang due aux prélèvements par les vers et aux hémorragies entraînées par le départ des parasites après le repas. Ceci est démontré par la chute du nombre des hématies et de l'hématocrite (2, 3, 23, 30).

Cette action spoliatrice va de pair avec une chute des protéines du plasma. Plusieurs auteurs rapportent cette hypoprotéïnémie : QUÉVAL et collab. (23), ARZOUN et collab. (2, 3) RICHARD et collab. (30). RICHARD et collab. (30) observent une différence significative entre les teneurs en protéines plasmatiques d'animaux atteints d'haemonchose chronique

ou aiguë en saison des pluies et celles d'animaux ne présentant ni signe clinique d'infestation ni des nombres élevés d'oeufs de strongles dans les fèces. Cette différence est particulièrement nette chez les dromadaires âgés de moins de 2 ans pour lesquels une teneur en protéines totales de 39,3 g/l de sérum est observée en saison des pluies contre 51,8 g/l en saison sèche. Cette baisse des protéines est toujours plus importante pour les albumines que pour les globulines (2, 3, 23, 30). RICHARD et collab. (30) observent chez des jeunes présentant un oedème de la salière une teneur moyenne en albumines de 22 g/l de sérum en saison des pluies, et une teneur de 31,2 g/l en saison sèche. ARZOUN et collab. (2) rapportent une très forte diminution des albumines et une légère augmentation des globulines chez des dromadaires infestés expérimentalement. Les mêmes auteurs (3) notent un rapport albumine/globuline de 0,23 chez des animaux infestés et de 0,84 chez des animaux sans infestation.

Cette chute des albumines entraîne une diminution de la pression osmotique du sang, d'où formation d'oedèmes et un mauvais équilibre hydrique avec pour conséquence une mauvaise réhydratation de l'animal à l'abreuvement. Chez des animaux atteints de forme chronique, RICHARD et collab. (30) observent une diminution de 14 p. 100 des protéines sériques et estiment que cela est à l'origine d'une observation régulière des éleveurs « le dromadaire boit mal, remplit mal son ventre », observation également rapportée par FERRY (13) et GRABER (17).

Les hémorragies entraînent une utilisation importante des réserves corporelles et en conséquence un amaigrissement.

Comme cela a été montré dans le cas d'*H. contortus* chez le mouton, il y a vraisemblablement une perturbation des fonctions digestives de la caillette due à une modification des activités sécrétoires et de la perméabilité de la muqueuse, ainsi qu'à des troubles de la motricité. Il en résulte une moindre utilisation des protéines provenant des pré-estomacs.

Il existe certainement une action antigénique des larves L3 et L4, mais elle n'a pas encore été étudiée chez le dromadaire.

Enfin, plusieurs auteurs (13, 19) font une liaison entre certains troubles respiratoires et les infestations par les strongles gastro-intestinaux, dont en premier lieu *H. longistipes*. RICHARD et collab. (30) observent une forte augmentation des anticorps contre *Pasteurella multocida* type A en saison des pluies : 93 p. 100 des dromadaires sont positifs avec des taux de dilution élevés, alors que seulement 28 p. 100 des sérums prélevés en saison sèche réagissent aux antigènes type A à des taux de dilution beaucoup plus faibles. Il y a donc une sensibilité plus importante en saison des pluies vis-à-vis de *Pasteurella multocida*, germe sans

D. Richard

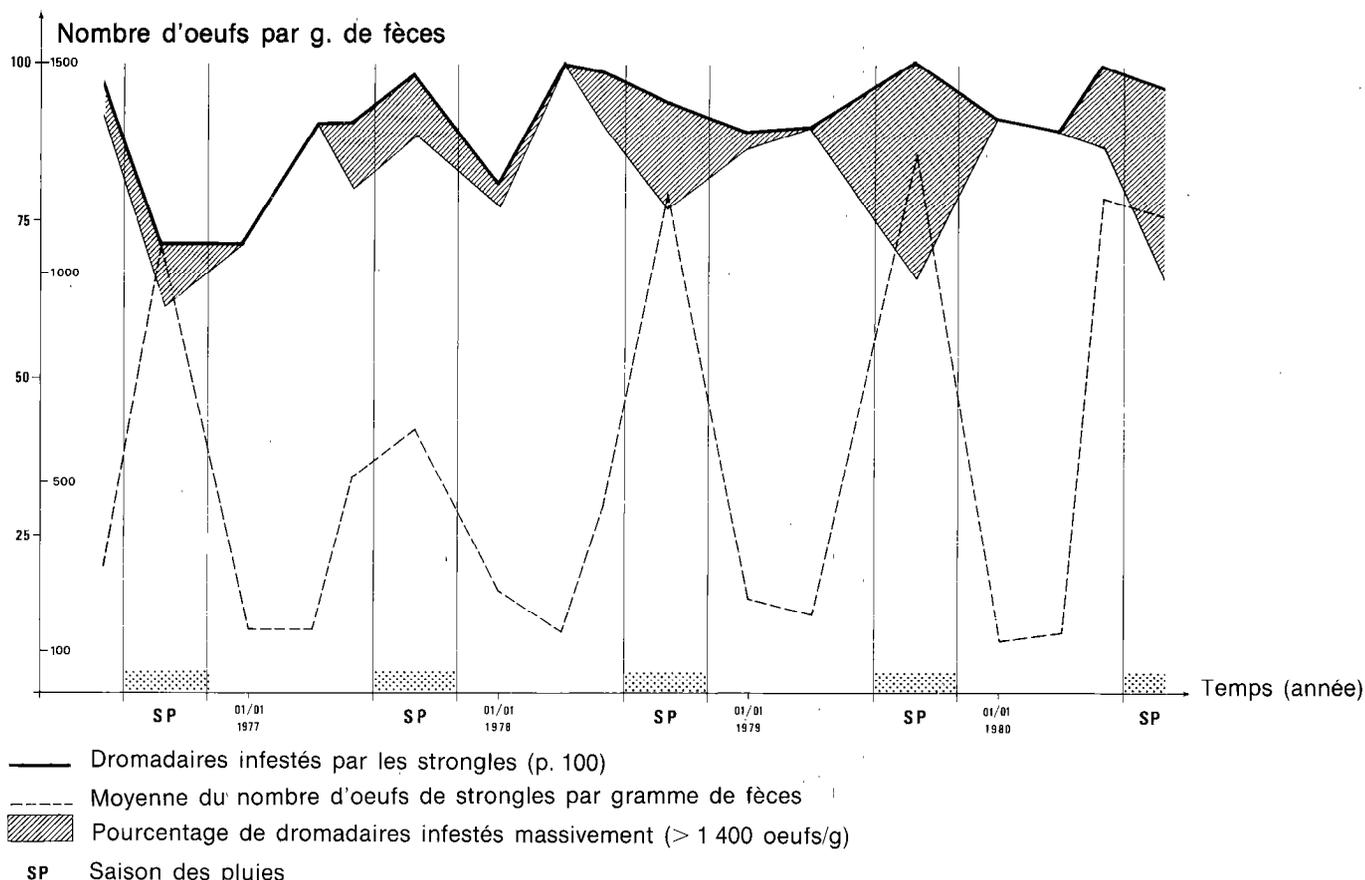


Fig 2 : Évolution des taux d'infestation et du nombre moyen d'oeufs de strongles par gramme de fèces (établi d'après TAGER-KAGAN, 1982).

action pathogène primaire, mais qui peut favoriser des lésions pulmonaires suite à un refroidissement et/ou à une diminution d'immunité. A l'avenir, il faudrait préciser dans quelle mesure les strongyloses sont à l'origine de ces augmentations d'anticorps observées également pour *Salmonella typhi-murium* et *S. dublin*.

SYMPTÔMES ET LÉSIONS

Les symptômes ne sont pas spécifiques. Ils relèvent d'un syndrome anémie dans les formes suraiguë et aiguë, et d'un syndrome cachexie avec anémie plus ou moins marquée dans les formes chroniques. Les signes digestifs ne sont ni constants ni réguliers.

Dans la forme suraiguë les dromadaires sont trouvés morts sans signe particulier. Cette forme correspond à une infestation massive et soudaine en début d'hivernage. Une forte population de vers entraîne des

hémorragies importantes dans la caillette, d'où une anémie intense avec mortalité dans les jours suivant la fin de la période prépatente.

Les lésions peuvent être observées dans la caillette, siège d'hémorragies importantes.

La forme aiguë se caractérise par le syndrome anémie. La pâleur des muqueuses oculaire, buccale, vulvo-vaginale et une faiblesse générale avec baisse importante de la production laitière sont des signes constants. Les oedèmes des salières, de l'auge, de la côte près du coussinet sternal, des parties inférieures des membres, ainsi que les avortements sont des signes fréquents mais non constants. De l'épistaxis peut être observé. Les signes digestifs sont aussi inconstants : il peut y avoir des fèces normales ou plus ou moins modifiées, allant de crottes ramollies à une diarrhée marquée mais rarement aqueuse.

Cette forme peut évoluer vers la mort, en particulier chez les jeunes et les dromadaires en mauvais état général en début de saison des pluies. ARZOUN et collab. (2) rapportent une durée minimum de 10 jours

entre une infestation expérimentale et l'apparition des symptômes et de 8 à 20 semaines entre l'infestation et la mort.

Ces symptômes et lésions ont été décrits par PUROHIT et LODHA (24), FERRY (13), GRABER (17), ARZOUN et collab. (2, 3), RICHARD et collab. (30) et RICHARD (29).

Les lésions spécifiques sont au niveau de la caillette où sont observées une paroi congestionnée, de nombreuses petites ulcérations, une couleur brune du contenu et la présence de vers. Les autres lésions ne sont pas spécifiques : cachexie ou hydrocachexie, pâleur des poumons,...

La forme chronique est la plus fréquente et la plus difficile à décrire. Elle se caractérise par un amaigrissement et une baisse de la production laitière. On observe des animaux maigres, malades depuis un temps plus ou moins long. Les signes digestifs ne sont pas constants : des épisodes de fèces variant de l'état de crottes ramollies à des diarrhées prononcées mais rarement très liquides, alternent avec des épisodes de fèces normales. Les auteurs indiens rapportent souvent l'observation de pica généralement signalé dans les strongyloses au sens large (4, 14, 24).

Il est très fréquent d'observer un creusement du flanc avec un ventre levretté (13, 19, 29) et d'entendre la réflexion des éleveurs citée plus haut.

Les lésions sont aussi peu spécifiques que dans la forme aiguë, à l'exception de celles qui peuvent être observées dans la caillette qui sont cependant peu marquées.

DIAGNOSTIC

Le diagnostic a été décrit par RICHARD (29).

Dans les formes suraiguë et aiguë, le diagnostic clinique est malaisé faute de signes pathognomoniques. Il est alors impératif de prendre en compte les conditions climatiques.

Dans la forme suraiguë, seules une autopsie avec observation d'un nombre élevé de vers dans la caillette et la considération des facteurs épidémiologiques permettent d'orienter vers l'haemonchose. Il est vraisemblable que cette forme a été souvent confondue avec des suspicions de maladies infectieuses qui n'ont jamais fait l'objet d'un diagnostic expérimental. Il semble que cela soit à l'origine de la sous-estimation de cette strongylose chez des auteurs comme LEESE (20) et CURASSON (7).

La forme aiguë est plus facile à diagnostiquer par le syndrome anémie ; la pâleur des muqueuses, les

oedèmes, les avortements, l'épistaxis, les conditions climatiques et les modes de conduite des troupeaux doivent privilégier le diagnostic d'haemonchose, maladie la plus fréquente et la plus grave au plan économique en saison des pluies.

Cette helminthose doit être différenciée des autres parasitoses au cours desquelles des signes d'anémie peuvent être rencontrés. Elle ne doit pas être confondue avec des maladies infectieuses : les oedèmes de l'auge rapportés par CURASSON (7) en début des pluies et décrits dans le charbon bactérien, ainsi que les « gonflements de la tête » souvent mentionnés par les éleveurs à cette même époque et également rapportés à cette zoonose, relèvent de l'haemonchose dans bon nombre de cas.

La principale parasitose à différencier est la trypanosomose. Au plan clinique, les différences majeures sont le larmoiement inexistant dans l'haemonchose et un état de torpeur observable dans certains cas de trypanosomoses seulement.

Il semble qu'il puisse y avoir parfois confusion avec la globidiose, bien que la description clinique de cette protozoose soit mal connue (29). RAMACHANDRAN IYER et collab. (26) observant un foyer de gastro-entérite hémorragique en Inde, ont rapporté la présence de nombreux *Haemonchus* et de différents stades de *Globidium cameli*. Ils concluent à l'action pathogène des *Globidium*, mais certains symptômes et lésions font penser à une haemonchose.

La forme chronique est caractérisée par un syndrome cachectique avec quelques signes d'anémie. Ses principaux traits sont la maigreur allant jusqu'à la cachexie, une chute de la production laitière, une croissance faible ou nulle. Les signes digestifs ne sont pas constants. Toutefois, RICHARD et collab. (30) analysant un ensemble d'observations cliniques et de résultats coproscopiques notent qu'un dromadaire maigre présentant de la diarrhée est presque systématiquement porteur de strongles gastro-intestinaux. Mais la présence de strongles n'est pas toujours associée à la diarrhée qui peut elle-même avoir une autre cause qu'une helminthose.

Cette forme d'haemonchose doit être différenciée d'une forme chronique de strongylose intestinale, de cestodose, de trypanosomose et de salmonellose (29).

Il faut faire appel au diagnostic expérimental pour préciser l'affection tant dans la forme aiguë que chronique. Un examen coproscopique est indispensable. Le nombre d'oeufs par gramme de fèces peut être le témoin d'une infestation. La reconnaissance des oeufs d'*Haemonchus* demande une longue expérience de lecture des lames et le plus souvent il n'est observé qu'une infestation par les strongles, au sens large. Par ailleurs, il peut y avoir absence d'oeufs dans les fèces alors que les vers sont présents dans la caillette : une

D. Richard

lecture négative ne signifie donc pas absence d'*Haemonchus* dans la caillette.

Des examens hématologiques et biochimiques peuvent être entrepris. Sur un frottis, le premier élément à rechercher est l'absence de trypanosome pour éliminer cette protozoose, bien que les deux affections puissent être concomitantes.

Un examen des globules rouges peut être révélateur d'une anémie microcytaire et hypochrome par la présence d'une érythroblastose caractéristique du type d'anémie observée en cas d'haemonchose (6, 30). Une éosinophilie est également souvent observée (2, 3, 23, 30), mais elle n'est pas spécifique de l'haemonchose.

L'hématocrite est un moyen simple de constater une anémie. Les valeurs peuvent descendre en dessous de 15 (2, 30), alors que la valeur moyenne est autour de 30.

Une numération globulaire peut également être effectuée, ainsi qu'un dosage d'hémoglobine (2, 3, 14).

Un dosage des protéines peut être envisagé, mais une valeur faible n'est pas spécifique.

Toutes ces analyses témoignent d'une anémie, sans pour autant confirmer qu'il s'agit bien d'une haemonchose.

Le dosage du pepsinogène dans le plasma de dromadaire n'a pas fait l'objet de publications à ce jour.

En cas de mortalité, une autopsie faite peu après la mort peut être un appui précieux pour le diagnostic. Selon GRABER et collab. (19), un nombre de vers compris entre 1 000 et 30 000 correspond à une infestation massive.

TRAITEMENT

Divers anthelminthiques ont été expérimentés chez le dromadaire. Leur activité a été testée soit par suivi coproscopique (14, 16), soit par abattage et autopsie (10, 35). Ces anthelminthiques ont généralement une activité sur plusieurs genres de strongles et sont rarement spécifiques du genre *Haemonchus*.

Un certain nombre d'anthelminthiques disponibles et expérimentés sur d'autres espèces animales n'ont cependant pas fait l'objet d'essais chez le dromadaire. Il faut alors prendre des précautions dans leur emploi chez cet animal qui montre une sensibilité particulière à certains médicaments comme, par exemple, le tétramisole (18).

La liste des anthelminthiques utilisables sur le dromadaire a été dressée par RICHARD (28) et DAKKAK et OUHELLI (8).

Le médicament le plus anciennement utilisé est la phénothiazine à la dose de 600 mg/kg selon STEWARD (32) ou de 2 fois 100 g à un jour d'intervalle (13). Il est recommandé de fractionner les doses chez les animaux en mauvais état général.

Le thiabendazole a fait l'objet de plusieurs essais avec des doses allant de 66 mg/kg (5) à 300 mg/kg (16). Selon GRABER, il faut atteindre cette posologie élevée pour éliminer 85 à 90 p. 100 des *Haemonchus* en cas d'infestation massive. Cependant une posologie comprise entre 50 et 100 mg/kg concilie efficacité et économie (28).

Parmi les autres dérivés de l'imidazole, les essais ont porté sur l'albendazole, le fenbendazole, l'oxfendazole et le tétramisole. Ce dernier est efficace sur *Haemonchus* à 10 mg/kg par voie sous-cutanée (18), mais les manifestations d'intolérance apparaissent vers 12-15 mg/kg. Par voie buccale, la dose de 30 mg/kg est efficace contre l'haemonchose mais toxique.

L'albendazole semble avoir une bonne action destructrice sur *Haemonchus* à une dose comprise entre 5 et 8 mg/kg (14).

Le fenbendazole à raison de 7 mg/kg est efficace contre les strongles (31).

MICHAEL et collab. (21) observent une diminution de 82 à 99 p. 100 des oeufs de strongles par gramme de fèces avec l'oxfendazole à la dose de 4,5 mg/kg.

Les autres anthelminthiques testés sont :

- le tartrate de morantel (36) actif sur les strongles au sens large à 7,5 mg/kg (contrôles coproscopiques),
- le nitroxylnil à 10 mg/kg très actif sur *H. contortus* chez le dromadaire (10) (contrôles par autopsie),
- le rafoxanide (7,5 mg/kg) utilisé contre les larves de *Cephalopsis* et semblant actif contre certains strongles (27),
- le thiophanate (4, 12) actif sur les strongles,
- l'ivermectine à la dose de 0,2 mg/kg très efficace contre *H. longistipes* (35) (contrôles par autopsie).

Ces différents résultats montrent qu'il existe une gamme de médicaments actifs contre l'haemonchose du dromadaire. Leur spectre d'action est plus ou moins large sur les différents genres de strongles et éventuellement sur d'autres parasites (cestodes, *Cephalopsis*,...).

Ces médicaments devront être utilisés en tenant compte des contraintes du milieu dans lequel évolue le troupeau. La dispersion des animaux dans des zones souvent difficiles d'accès implique une large diffusion des anthelminthiques auprès des éleveurs et des auxiliaires vétérinaires (29). Il faut un produit se conservant sans précaution particulière et administra-

ble par voie orale. Il faut également bien informer l'éleveur des symptômes, de l'épidémiologie et des modalités de traitement. C'est là une action sanitaire prioritaire pour le développement de l'élevage de dromadaires.

Parmi les différents groupes d'un troupeau de dromadaires, il faut privilégier le traitement des jeunes de 6 mois à 2 ans lors de leurs premières saisons des pluies et des femelles à l'époque des mises bas.

Lors des pluies, les traitements seront d'autant plus efficaces qu'ils seront administrés dans les 2-3 jours précédant un changement de pâturage et qu'un anthelminthique actif sur les différents stades du ver sera utilisé.

Enfin, un animal maigre présentant de la diarrhée devra systématiquement être traité avec un anthelminthique.

CONCLUSION

Peut-on envisager une prophylaxie ?

Une prophylaxie de l'haemonchose doit limiter l'importance des infestations, une éradication des parasites étant illusoire.

RICHARD (D.). Haemonchosis in the dromedary. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 45-53.

Over the last thirty years, several surveys referring to the gastrointestinal parasites in the dromedary have shown high infestation rates by *Haemonchus longistipes*. Certain other studies have pointed out the economic and clinical importance of the camel haemonchosis. The author presents an overview of established knowledge on this major disease for the dromedary, which has hitherto been underestimated. The known features belonging either to this species or inferred from sheep haemonchosis, as a much better studied illness, are then presented. They refer to the parasite and to its cycle, to epidemiology, pathogeny, symptoms, lesions, diagnosis and treatment not forgetting feasible prophylactic measures as a conclusion. The author insists upon the season characteristic of the disease, the factors favouring infestations, and the more or less severe anaemia/cachexy syndrome, according to the observed forms of the affection. Differential diagnosis is often difficult to ascertain and several effective drugs available for treatment are reviewed. Finally, the control of this illness needs to take into account the specific features of the dromedary rearing together with a necessary involvement of the camel owners. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Haemonchosis - *Haemonchus longistipes* - Epidemiology - Lesion - Diagnosis - Anthelmintic.

Selon GRABER et collab. (19), les traitements à titre préventif doivent être administrés lorsque les infestations sont à leur niveau le plus bas, c'est-à-dire en milieu de saison sèche de façon à avoir le minimum de parasites en début de saison des pluies.

Cette position paraît intéressante si un grand nombre de dromadaires peut être traité. L'époque n'est pas une entrave à la circulation des agents vétérinaires. Elle pose cependant le problème de la dissémination des oeufs en début des pluies et de la contamination des pâturages avec un démarrage rapide des infestations certaines années, avec des conditions climatiques favorables au développement des larves.

Pour cette raison, il paraît plus utile de viser un traitement systématique des jeunes et des adultes malades dans les semaines suivant le début des pluies. C'est à cette époque que les mortalités par haemonchose sont les plus élevées et ont les conséquences économiques les plus graves.

A long terme, une prophylaxie pourra être envisagée avec trois traitements systématiques en fin de saison sèche pour limiter la dissémination des oeufs, en début de saison des pluies pour tuer les vers avant les pontes, et en début de saison sèche.

Elle ne pourra se faire qu'avec une formation et un encadrement des éleveurs qui devront prendre une grande part de responsabilité dans l'application des traitements.

RICHARD (D.). La hemoncosis del dromedario. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 45-53.

Varias encuestas efectuadas desde unos treinta años sobre los parásitos gastro-intestinales del dromedario mostraron un porcentaje de infestación elevado por *Haemonchus longistipes*. Algunos estudios notaron también la importancia clínica y económica de la hemoncosis. El autor propone una síntesis de los conocimientos adquiridos sobre dicha enfermedad importante para el dromedario, y muy α z infravalorada antes. Se presenta lo conocido en el dromedario concerniendo al parásito y su ciclo la epidemiología, la patogenia, los síntomas y las lesiones, el diagnóstico, el tratamiento y en fin las posibilidades de profilaxis o lo pudiendo deducirse a partir de la hemoncosis de la oveja observadas, el diagnóstico diferencial a menudo difícil y la disponibilidad de un cierto número de medicamentos activos. La lucha contra esta enfermedad necesita tener en cuenta las particularidades del tipo de cria del dromedario y tener el apoyo de los criadores. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Hemoncosis - *Haemonchus longistipes* - Epidemiología - Lesión - Diagnóstico - Antihelmintico.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARZOUN (I. H.), HUSSEIN (H. S.), HUSSEIN (M. F.). The pathogenesis of experimental *Haemonchus longistipes* infection in goats. *J. comp. Path.*, 1983, **93** : 619-628.
2. ARZOUN (I. H.), HUSSEIN (H. S.), HUSSEIN (M. F.). The pathogenesis of experimental *Haemonchus longistipes* infection in camels. *Vet. Parasit.*, 1984, **14** : 43-53.
3. ARZOUN (I. H.), HUSSEIN (H. S.), HUSSEIN (M. F.). The prevalence and pathogenesis of naturally-occurring *Haemonchus longistipes* infection in Sudanese camels. *J. comp. Path.*, 1984, **94** : 169-174.
4. BALI (M. K.), VASHISHTA (M. S.), SINGH (R. P.), GAUTAM (O. P.). Studies on the therapeutic effects of thiophanate in pica-affected camels. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1978, **10** (2) : 61-62.
5. BANSAL (S. R.), GAUTAM (O. P.), BANERJEE (D. P.). Thiabendazole in gastro-intestinal nematodiasis in camels. *Harryana agric. Univ. J. Res.*, 1979, **9** (2) : 181-183.
6. CHERMETTE (R.). L'haemonchose ovine et ses particularités. Importance et situation actuelle en France. *Point vét.*, 1982, **13** (65) : 21-28.
7. CURASSON (G.). Le chameau et ses maladies. Paris, Vigot frères, 1947. 462 p.
8. DAKKAK (A.), OUHELLI (H.). Helminthes et helminthoses du dromadaire. Revue bibliographique. *Revue sci. tech. Off. int. Épizoot.*, 1987, **6** (2) : 423-445.
9. DAYNES (P.), RICHARD (D.). Note sur les helminthes (et quelques autres parasites) du dromadaire en Éthiopie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (1) : 53-56.
10. DELAVENAY (R.). Emploi du nitroxylin chez le dromadaire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1978, **31** (2) : 171-177.
11. ELBIHARI (S.), KAWASMAH (Z. A.), ASHOUR (N. A.), ELNAIEM (A. H.). Experimental infection of sheep by the camel stomach worm, *Haemonchus longistipes*. *Vet. Parasit.*, 1984, **15** : 257-261.
12. EL GEZULI (A. I.), EISA (A. M.), EL BADAWI (E. K. S.). Nemafox against some gastro-intestinal nematodes of camels in the Sudan. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1978, **19** : 42-46.
13. FERRY (R.). Parasitisme gastro-intestinal du dromadaire au Niger. Thèse Doct. vét., ENV Alfort, 1961, n° 100. 47 p.
14. GALHOTRA (A. P.), GILL (J. S.). Therapeutic field trials of analgon and nilzan in gastro-intestinal nematodiasis of camels (*Camelus dromedarius*). *Indian vet. Med. J.*, 1987, **11** : 99-105.
15. GRABER (M.). Les parasites des animaux domestiques et sauvages de la République du Tchad. I. Régions du Kanem et du Bahr el Ghazal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1959, **13** (2) : 145-152.
16. GRABER (M.). Étude dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire du Thiabendazole sur divers helminthes des animaux domestiques. II. Dromadaire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (4) : 527-543.
17. GRABER (M.). Étude préliminaire de la biologie d'*Haemonchus longistipes* (Raillet et Henry, 1909) du dromadaire (*Camelus dromedarius*). Résultats obtenus au laboratoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (2) : 213-225.
18. GRABER (M.). Essais de traitement du parasitisme gastro-intestinal du dromadaire au moyen du tétramisole. Premières observations. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (2) : 229-236.
19. GRABER (M.), TABO (R.), SERVICE (J.). Enquête sur les helminthes du dromadaire tchadien. Étude des strongyloses gastro-intestinales et de l'haemonchose à *Haemonchus longistipes*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (2) : 227-254.
20. LEESE (A. S.). A treatise on the one-humped camel in health and in disease. Stamford-Lincolnshire, Hynes and Sons, 1927. 272 p.
21. MICHAEL (S. A.), EL REFAH (A. H.), HIGGINS (A. J.). Evaluation of oxfendazole against natural infections of gastro-intestinal nematodes and cestodes in Egyptian camels. *Br. vet. J.*, 1980, **136** (1) : 84-87.
22. MIRZAYANS (A.), HALIM (R.). Parasitic infection of *Camelus dromedarius* in Iran. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1980, **73** (4) : 442-445.
23. QUÉVAL (R.), GRABER (M.), BRUNET (Mme). Étude de la protidémie et des constantes hématologiques des Camélidés en fonction des helminthes dont ils sont porteurs. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (3) : 437-449.
24. PUROHIT (M. S.), LODHA (K. R.). Haemonchosis in a camel. *Indian vet. J.*, 1958, **35** (5) : 219-221.
25. RAILLET (M.), HENRY (A.). Sur la classification des strongylidae. *C. r. Soc. Biol.*, 1909, **66** : 85-88.
26. RAMACHANDRAN IYER (P. K.), RAMACHANDRAN (S.), JOSHI (T. P.). An outbreak of haemorrhagic gastro-enteritis in camels (*Camelus dromedarius*). *Ann. Parasit.*, 1968, **43** (1) : 5-14.
27. RICHARD (D.). Étude de la pathologie du dromadaire dans la sous-province du Borana (Éthiopie). Thèse Doct. vét.,

HELMINTHOLOGIE

ENV Alfort, 1975, n° 75. 197 p.

28. RICHARD (D.). La pathologie. In : RICHARD (D.), éd. Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1985. Pp. 123-155. (Études et Synthèses n° 12).
29. RICHARD (D.). Manuel des maladies du dromadaire. Maisons-Alfort, IEMVT, 1986. 98 p.
30. RICHARD (D.), PLANCHENAU (D.), GIOVANNETTI (J. F.). Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Production cameline. Rapport final. Maisons-Alfort, IEMVT, 1985. 145 p.
31. SELIM (M. K.), IBRAHIM (M. S.), FOUADA (A. A.), HILALI (M. A.). The efficacy of fenbendazole (as Panacur™) in treating ruminants infested (sheep, goats, cattle, camels under Egyptian conditions) with gastro-intestinal nematodes in Egypt. *Egypt. J. vet. Sci.*, 1977, **20** : 35-40.
32. STEWARD (J. S.). Trichostrongylosis and haemonchosis in the camel ; their recognition and response to phenothiazine. *Vet. Rec.*, 1950, **62** (52) : 837-839.
33. TAGER-KAGAN (P.). Résultats d'enquêtes sur les helminthes du dromadaire dans le département de Niamey. Niamey, Niger, INRAN, 1982. 10 p.
34. TAGER-KAGAN (P.). Résultats d'enquêtes sur les helminthes du dromadaire dans le département de Zinder (Rép. du Niger) ; leur évolution dans l'année - moyens de lutte. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (1) : 19-25.
35. TAGER-KAGAN (P.), ROBIN (B.). Résultats de l'expérimentation de l'ivermectine (IvomecND) sur les parasites du dromadaire au Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 333-340.
36. TRONCY (P. M.), OUMATE (O.). Expérimentation au Tchad du tartrate de morantel pour le contrôle des nématodes gastro-intestinaux du dromadaire (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1976, **29** (3) : 229-232.

P. Tager-Kagan ¹ | **Essai de l'efficacité du**
 J. Itard ² | **Cymelarsan^{ND*} sur *Trypanosoma***
 M. Clair ² | ***evansi* chez le dromadaire**

TAGER-KAGAN (P.), ITARD (J.), CLAIR (M.). Essai de l'efficacité du CymelarsanND sur *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 55-61.

L'expérimentation au Niger d'une nouvelle molécule arsenicale, susceptible d'être utilisée dans le traitement de la trypanosomose cameline à *Trypanosoma evansi* a démontré, au cours d'un essai d'efficacité effectué sur 8 jeunes dromadaires infestés artificiellement par *Trypanosoma evansi*, l'action trypanocide du produit aux deux doses utilisées (0,625 mg/kg et 1,250 mg/kg). Les tolérances, locale et générale, sont bonnes à la dose la plus basse. A la dose de 3,75 mg/kg (essai toxicité) le produit amène une importante nécrose des tissus au point d'inoculation, que ce soit en injection sous-cutanée ou en intramusculaire. **Mots clés** : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - *Trypanosoma evansi* - Trypanosomose - Trypanocide - Cymelarsan - Infection expérimentale - Niger.

INTRODUCTION

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) paie un lourd tribut aux affections à protozoaires que sont les trypanosomoses, en particulier celle causée par *Trypanosoma evansi* transmise mécaniquement par des insectes piqueurs, d'autant qu'avec la sécheresse il descend de plus en plus vers le sud.

Pour lutter contre ce parasite on peut utiliser (1, 4, 5, 6) actuellement la suramine (NaganoIND), le diminazène (BérénilND) ou l'isométymidium (TrypamidiumND), et surtout le sulfate de quinapyramine (TrypacideND). Cependant ces produits, qu'ils soient curatifs ou préventifs, sont plutôt mal tolérés (réactions générales de tremblements et salivation, réactions locales de gêne et d'oedème) et ils peuvent provoquer l'apparition de souches peu accessibles à la thérapeutique ou même parfois résistantes.

* CymelarsanND, 1985, E. Friedheim, Rockefeller University, New York, Rhône-Mérieux.

1. IEMVT et INRAN. *In memoriam*.

2. IEMVT, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cédex, France.

Avec la collaboration technique de Djibo GARBA, Moussa DJINGAREY, Mintu GARBA et Oumaron SANDA, INRAN, DRZV, Section Parasitologie, Laboratoire de l'Élevage, BP 485, Niamey, Niger.

Reçu le 22.01.88, accepté le 22.02.88.

La mise au point d'une nouvelle molécule, si elle pouvait se révéler efficace et d'une grande innocuité, c'est-à-dire parfaitement tolérée par les animaux de toutes conditions physiques (maigreur, cachexie) ou physiologique (gestation), serait une amélioration sensible grandement priseée des éleveurs.

Les organismes de santé animale responsables auraient là un moyen efficace de lutte contre ces infestations parasitaires enzootiques qui se généralisent dans toutes les zones intertropicales du monde. Elles sont souvent dues à *T. evansi*, qui se multiplie, pas uniquement chez les dromadaires d'ailleurs, grâce à l'activité d'insectes piqueurs fort répandus.

L'IEMVT a donc accepté de participer aux premières expérimentations de développement d'un nouveau trypanocide. C'est le CymelarsanND (1985, E. Friedheim, Rockefeller University, New York, Rhône-Mérieux) ; cet arsenical trivalent soluble est également filaricide. Les arsenicaux ne sont pas utilisés contre les parasites des animaux en général ni du dromadaire en particulier, au contraire de l'homme, chez qui le mélarisoprol (ArsobaIND Rhône-Poulenc) est le produit majeur utilisé jusqu'à maintenant pour le contrôle et parfois même la disparition de la maladie du sommeil.

PROTOCOLE D'EXPÉRIENCE

La recherche d'animaux naturellement infestés s'étant révélée infructueuse, il fut décidé de faire les expérimentations sur des dromadaires inoculés préalablement par une souche de *T. evansi* de Camélidés (Souche Roubaud-Rhône-Poulenc). Dans ce but huit jeunes dromadaires (entre 3 et 4 ans) furent achetés sur le marché de Mangaizé (150 km au nord de Niamey) pour un essai « efficacité traitement ». Deux autres animaux plus âgés (6 ans), devant servir à un essai « toxicité », avaient été acquis en même temps.

Les 10 dromadaires furent identifiés par un collier numéroté, et parqués dans un enclos proche de Niamey. La base de leur alimentation consista en fanes de niébé (*Vigna inguiculata*) et en paille de brousse. Ils ont été pesés à la bascule (poids en kg).

P. Tager-Kagan, J. Itard, M. Clair

Essai de toxicité

Les animaux d'expérience

Il s'agissait de deux dromadaires adultes et en bonne santé :

- un mâle âgé de 6 ans pesant 220 kg au 1er avril 1984 (n° 9) ;
- une femelle âgée de 6 ans aussi pesant 260 kg (n° 10) au premier jour de l'expérimentation. Le poids vif était mesuré à la bascule.

Produits pour l'essai de toxicité

Solution de 1 875 mg du produit dans 25 ml d'eau physiologique (solution à 7,5 p. 100). Le Cymelarsan se dissout rapidement à température ambiante et sa solution est limpide et stable.

Injection

La dose retenue était de 3,75 mg/kg (x 6 la dose curative basse) de poids vif ; on injecta 5 ml pour 100 kg avec une aiguille de 16 cm x 1 mm.

- Le n° 9 a reçu 11 ml de la solution en injection sous-cutanée 5 cm en arrière et au-dessus de la pointe du coude ;
- le n° 10 a reçu 13 ml en injection intramusculaire profonde dans les muscles fessiers.

Résultats (Tabl. I)

L'essai débuta le 1er novembre 1984.

Réactions générales

Sur les deux animaux, on a observé des signes de nervosité 15 minutes après l'injection du produit, se manifestant par des alternances incessantes de décubitus (sur le côté) et de relèvements ; ce phénomène a duré pendant 3 heures environ.

Réactions locales

Dromadaire n° 9 : inoculation en sous-cutanée

Apparition d'un oedème au point d'injection du produit 36 heures après. Deux jours après, l'oedème était volumineux, s'étendant sur un diamètre de 12 cm environ ; il était douloureux à la pression. Au 3ème jour, la tuméfaction a diminué pour disparaître au 5ème jour après l'injection.

Dromadaire n° 10 : inoculation en intramusculaire

Apparition au bout de 36 heures d'une tuméfaction au niveau des fessiers au point d'injection. 48 heures après l'inoculation la tuméfaction a augmenté considérablement et était douloureuse à la pression. L'oedème a commencé à diminuer 4 jours après pour disparaître le 8 novembre, soit 8 jours après.

Lésions

Les deux dromadaires furent sacrifiés quatre semaines après (le 28 novembre 1984). Le numéro 9 avait pris 4 kg et le numéro 10 avait perdu 7 kg. A l'autopsie on trouva les lésions locales importantes suivantes :

TABLEAU I Essais de toxicité. Réactions.

Dromadaire Doses	Réactions générales	Réactions locales						
		36 h. + 2 j	+ 3 j.	+ 4 j.	+ 5 j.	+ 6 j.	+ 7 j.	+ 8 j.
N° 9 - Mâle 220 kg Injection sous-cutanée 3,75 mg/kg Solution 7,5 p. 100	<u>15 minutes après :</u> s'agite défèque urine se couche de côté se relève plusieurs fois durée : 3 heures	Oedème douloureux 12 cm	Diminué	Réduit	0	0	0	0
N° 10 - Femelle 260 kg Injection intramusculaire 3,75 mg/kg Solution 7,5 p. 100	<u>20 minutes après :</u> s'agite se couche de côté se relève plusieurs fois défèque urine durée : 3 heures	Tuméfaction douloureuse	Diminuée	Réduite	Légère	Faible	0	

Dromadaire n° 9 : important foyer de congestion au niveau du tissu conjonctif sous-cutané avec foyer de nécrose atteignant les muscles sous-jacents (grand dentelé du thorax).

Dromadaire n° 10 : à l'ouverture des muscles fessiers on a observé un important foyer de nécrose (6 cm de diamètre sur 4 cm de profondeur).

L'inspection des viscères sur les deux animaux n'a rien révélé d'anormal.

Les formules leucocytaires des deux sujets ont été examinées avant et après l'inoculation au jour J + 1, 2, 3, 4, 5, 6, 27. Il y a une brusque augmentation des neutrophiles qui restent élevés jusqu'à la fin. Le phénomène inverse se retrouve chez les lymphocytes (Tabl. II).

Conclusion

Il a donc été décidé qu'à dose plus faible, celle retenue pour l'essai d'efficacité, c'est la voie sous-cutanée qui serait utilisée car elle n'affecte pas l'animal.

Essai efficacité-traitement

Animaux d'expérience

Huit jeunes dromadaires entre trois et quatre ans d'âge et de 172 kg de poids en moyenne (extrêmes : 123 et 200 kg) ont été maintenus dans leur enclos toute la durée de l'expérimentation. Ils étaient traités

tous les 15 jours par pulvérisation d'un insecticide puissant, la stomoxine (perméthrine), pour éviter tout risque de contamination et d'infestation pendant l'essai par des mouches.

Infestation des dromadaires

Les huit dromadaires ont été infestés par des injections successives de sang de cobayes ou de dromadaires devenus positifs. L'inoculation s'est faite en injection sous-cutanée sur le thorax en arrière de la pointe du coude à la dose de 4 ml de sang de cobaye et de 8 ml de sang de Camélidé.

Produits pour l'essai d'efficacité

Les huit animaux ont été séparés en deux lots de quatre ; l'un recevant une dose basse et l'autre une dose haute.

Dose basse : 0,625 mg/kg

312,5 mg de produit à diluer dans 25 ml de sérum physiologique donnent une solution à 1,25 p. 100. Le produit se dissout rapidement dans de l'eau physiologique en formant une solution stable.

Dose haute : 1,25 mg/kg

625 mg à reconstituer avec 25 ml de sérum physiologique donnant une solution à 2,5 p. 100.

TABLEAU II Essai de toxicité. Examens hématologiques (en pourcentage).

Dromadaires	Jour 0 traitement 1.11.1984	J + 1	J + 2	J + 3	J + 4	J + 5	J + 6 7.11.84	J + 27 28.11.84
N° 9								
Neutrophiles	32,9	60,9	56	58	44,1	49	53,2	51
Eosinophiles	2,1	1,8	3,6	3,7	1,5	2	2,6	0,7
Basophiles	0	0	1,2	1,2	0	0	0	0,7
Lymphocytes	61,4	33,6	32,1	32,1	45,6	46	39	39,2
Monocytes	3,6	3,6	7,1	5	8,8	3	5,2	7,8
Erythroblastes	—	—	rare	—	—	—	—	—
Autres éléments	—	—	—	—	—	—	—	0,6 Plasmocytes
N° 10								
Neutrophiles	25,9	52,6	39	41,1	—	44,6	37,2	43,3
Eosinophiles	2,2	1,7	3,4	1,8	—	0,5	0,5	0
Basophiles	0	0	0	0	—	0	0	0,7
Lymphocytes	62,9	44	49,2	50	—	52,2	58,3	48
Monocytes	9	1,7	8,4	7,1	—	2,7	4	5,3
Erythroblastes	rare	rare	—	—	—	rare	—	2,7
Autres éléments	—	—	—	—	—	—	—	—

P. Tager-Kagan, J. Itard, M. Clair

Injection

Les traitements ont été faits par voie sous-cutanée sur le thorax à 5 cm en arrière de la pointe du coude du côté gauche. La parasitémie des animaux était comprise entre 255 et 1 *Trypanosoma evansi* dans 100 champs microscopiques (oculaire x 10, objectif x 40).

Le premier groupe choisi pour la dose basse a reçu 5 ml/100 kg de la solution à 1,25 p. 100. Le deuxième groupe de dromadaires a reçu 5 ml/100 kg de la solution à 2,5 p. 100.

Contrôle de la parasitémie

Pour rechercher l'apparition de la parasitémie on a procédé sur chaque dromadaire aux examens de laboratoire suivants :

- sur place : examen direct d'une goutte de sang entre lame et lamelle (oculaire x 10, objectif x 40) ;
- au laboratoire : examen d'un frottis de sang fixé à l'alcool méthylique puis coloré au Giemsa (l'importance de la parasitémie étant évaluée par la moyenne des trypanosomes trouvés dans 100 champs microscopiques (oculaire x 10, objectif x 40).

Ces examens eurent lieu :

- avant inoculation du sang de cobaye ;
- après inoculation (J + 4) ;
- puis environ tous les deux jours.

Protocole de surveillance après traitement

Début décembre, après avoir pesé les animaux d'expérience et s'être assuré de leur parasitémie, la dose nécessaire de trypanocide a été injectée à chaque animal en sous-cutanée au niveau du thorax (Tabl. III).

Ils ont ensuite été contrôlés selon le protocole suivant.

Les sept jours suivant le traitement, il a été procédé à un examen direct (sur place) d'une goutte de sang entre lame et lamelle (oculaire x 10, objectif x 40) et à l'examen au laboratoire d'un frottis de sang (fixation à l'alcool méthylique, coloration Giemsa).

A partir du 7ème jour, et jusqu'à la fin de l'essai, les examens ont été effectués tous les deux jours.

Les contrôles après traitement ont duré 65 jours pour les dromadaires n° 2, 3, 4, 5, 6, 7, 63 jours pour le n° 8 et 62 jours pour le n° 1.

Résultats de l'essai d'efficacité

Dès le lendemain du traitement, et ce jusqu'à l'arrêt de l'essai (le 8 février 1985), les recherches (examen direct d'une goutte de sang et frottis) de *Trypanosoma evansi* se sont montrées négatives.

Sur le dromadaire n° 1 (dose basse 0,625 mg/kg) on a procédé toutes les 30 minutes suivant le traitement à l'examen direct d'une goutte de sang entre lame et lamelle (oculaire x 10, objectif x 40). Au bout de trois heures les trypanosomes avaient disparu, les examens se révélant négatifs (Tabl. IV).

Sur les 8 dromadaires, trente-six heures après le traitement, un oedème très fugace (disparition le lendemain) était visible au point d'injection.

Le 8 février 1985, soit plus de 60 jours après le traitement, les 8 animaux de l'essai ont été abattus. L'examen des carcasses a montré sur les numéros 6 et 8 (dose haute) et n° 3 (dose basse) une zone de nécrose des muscles sous-jacents au point d'injection (2 à 3 cm de diamètre sur 0,5 cm d'épaisseur), avec pour le n° 8 formation d'un petit abcès caséeux. Ces lésions n'apparaissent pas sur les cinq autres dromadaires.

TABLEAU III Essai d'efficacité du cymelarsan sur le dromadaire.

N° chameau	Poids (kg)	Première apparition de <i>T. evansi</i> dans le sang	Traitement			
			Jour	Nombre de <i>T. evansi</i> pour 100 champs	Cymelarsan ND en S.C.	
					Dose mg/kg	Volume en ml
1	123	5 déc.	8 déc.	45	0,625	6
2	174	28 nov.	3 déc.	255	0,625	8,75
3	163	28 nov.	3 déc.	26	0,625	8,25
4	180	28 nov.	3 déc.	1	0,625	9
5	160	15 nov.	3 déc.	7	1,25	8
6	200	26 nov.	3 déc.	1	1,25	10
7	173	15 nov.	3 déc.	50	1,25	8,75
8	192	24 nov.	5 déc.	92	1,25	9,5

TABLEAU IV Contrôle du chameau n° 1. Dose basse 0,625 mg/kg (pour 100 champs microscopiques examinés).

	Jours (avant)			Traitement	Heures (après)								
	- 3	- 2	- 1	0	1/2 h.	1 h.	1 h. 1/2	2	2 h. 1/2	3	4	5	6
Nombre de trypanosomes	0	2	9	45	+	+	+	+	+	0	0	0	0

TABLEAU V Lésions locales observées à l'abattage 60 jours après le traitement.

Chameaux	Dose mg/kg	Lésions locales*
1	0,625	0
2	0,625	0
3	0,625	+
4	0,625	0
5	1,25	0
6	1,25	+
7	1,25	0
8	1,25	+ (+ petit abcès caséeux)

* Lésions locales : nécrose des muscles sous-jacents sur 2-3 cm/0-5 cm.

DISCUSSION

Essai de toxicité

A la dose de 3,75 mg/kg, le produit ne semble pas avoir d'incidence sur l'état général des animaux inoculés, les réactions d'intolérance ne durant pas plus de 3 heures. En revanche, il y a une importante réaction locale au point d'injection (formation d'un oedème) qui se traduit 4 semaines après l'inoculation par un important foyer de congestion et de nécrose des muscles sous-jacents, que ce soit par voie sous-cutanée ou intramusculaire, la première se révélant cependant moins toxique (Tabl. I).



Photo 1 : les animaux d'expérience (2). Essai de toxicité.



Photo 2 : les animaux d'expérience (8). Essai efficacité-traitement.

Photo 3 : Dromadaire n° 2. Infestation par *Trypanosoma evansi* : par cobaye 6-91 (0,26 par champ) le 2/11

par cobaye X₃ (IFFA CREDO) (0,17 par champ) le 21/11

par dromadaire n° 7 le 23/11

Apparition de *Trypanosoma evansi* le 28/11.

Traitement le 3/12 ; poids 174 kg ; dose 0,625 mg/kg ; volume injecté 8,75 ml en sous-cutanée.

Essai d'efficacité, traitement

En règle générale, chez le dromadaire, les accès fébriles qui correspondent à l'apparition des trypanosomes dans le sang ont un rythme variable ; ils durent

P. Tager-Kagan, J. Itard, M. Clair

de deux à huit jours et sont séparés par des intervalles de même durée en début d'infection (3, 9). Dans le cas des animaux de l'expérience, l'intervalle entre deux accès a varié entre 2, 5 et 11 jours.

Après l'injection du produit, les examens de sang se sont montrés négatifs pour tous les animaux (dose basse et dose haute) pendant plus de 60 jours (durée de l'expérience).

Sur le dromadaire n° 1 (dose basse), l'examen direct d'une goutte de sang toutes les 30 minutes après le traitement s'est révélé négatif au bout de 3 heures alors que la parasitémie avant traitement était de 45 trypanosomes pour 100 champs.

Compte tenu de ces observations, on peut conclure à une efficacité certaine du produit injecté sur *Trypanosoma evansi* : disparition des parasites 3 heures après l'injection, examens de sang toujours négatifs 60 jours après le traitement (alors que l'intervalle entre deux accès était au maximum de 11 jours avant traitement).

Pour les deux doses expérimentées, les réactions générales furent nulles et les réactions locales se réduisirent à un léger oedème 36 heures après l'injection, disparaissant le lendemain.

La dose basse (0,625 mg/kg) a montré la même efficacité que la dose haute (1,250 mg/kg). D'autres résultats ont été obtenus sur les dromadaires avec le Cymelarsan (J. P. RAYNAUD, communication personnelle) :

— en Éthiopie, où l'infestation expérimentale a été éliminée avec des doses de 0,3 et 0,2 mg/kg,

— au Kenya, où les mêmes dosages ont eu raison de l'infestation naturelle.

Dans les deux cas, il n'y a pas eu de rechute pendant les 90 jours du contrôle.

— il est très rapidement efficace sur les trypanosomes qui disparaissent, en 3 heures sur un animal (contrôlé toutes les demi-heures après l'injection) et en 24 heures, (premier contrôle) sur les 7 autres dromadaires d'expérience ;

— l'efficacité complète dure plus de 65 jours, durée du suivi des animaux après le traitement ;

— il est bien toléré.

Doses toxiques

A doses supposées toxiques, de 3,75 mg/kg sur deux dromadaires adultes (220 et 260 kg), la solution à 7,5 p. 100 est mal tolérée localement.

Il apparaît au lieu d'injection, 36 heures après, un oedème qui dure jusqu'au 4ème jour pour la voie sous-cutanée, et une tuméfaction qui dure jusqu'au 8ème jour pour la voie intramusculaire. A l'autopsie, 27 jours après les lésions, congestion et foyers de nécrose sont importants pour la voie sous-cutanée et très importants pour la voie intramusculaire.

Des réactions générales surviennent un quart d'heure après l'injection et durent 3 heures (agitation, décubitus latéral puis relevés incessants, défécation et miction). L'état normal revient rapidement. Le produit est donc supporté à cette dose et la voie sous-cutanée est conseillée car mieux tolérée.

Cet essai, confirmé par deux autres expériences à 0,2 ou 0,3 mg/kg confirme que le CymelarsanND est très efficace et bien toléré.

CONCLUSION

Doses thérapeutiques

Aux doses thérapeutiques expérimentées (0,625 mg/kg et 1,25 mg/kg) sur 8 dromadaires de 3 à 4 ans infectés avec une souche de *Trypanosoma evansi* (origine chameau) se multipliant fortement dans le sang circulant, le produit injecté en sous-cutanée a montré que :

REMERCIEMENTS

La section Parasitologie de l'INRAN remercie la Société Rhône-Mérieux qui lui a permis de réaliser cet essai et M. J. D. LEROY, responsable de la recherche parasitologique de Rhône-Poulenc Santé à Vitry-sur-Seine, qui lui a envoyé les cobayes inoculés par la souche de *T. evansi* (Roubaud). Nous remercions également le directeur de VETOPHAR pour l'aide qu'il nous a accordée.

TAGER-KAGAN (P.), ITARD (J.), CLAIR (M.). Trial of efficiency of CymelarsanTM on *Trypanosoma evansi* in camel. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 55-61.

The experimentation in Niger of a new arsenical molecule for the treatment of camel trypanosomiasis by *Trypanosoma evansi* showed, during the effectiveness trial undertaken on eight young camels (*Camelus dromedarius*) artificially infested with *Trypanosoma evansi*, a full trypanocidal effect of the drug at the two doses used (0.625 mg/kg and 1.250 mg/kg). The general and local tolerances were satisfactory at the lower dose. At a dose of 3.75 mg/kg (toxicity trial) the drug induced a significant necrosis of the tissues at the point of inoculation whether the injection was subcutaneous or intramuscular. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - *Trypanosoma evansi* - Trypanosomosis - Trypanocide - Experimental infection - Niger.

TAGER-KAGAN (P.), ITARD (J.), CLAIR (M.). Ensayo de la eficacia del CimelarsanND sobre *Trypanosoma evansi* en el dromedario. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 55-61.

En Niger, la experimentación de una nueva molécula arsenical pudiendo utilizarse para el tratamiento de la tripanosomosis a *Trypanosoma evansi* del dromedario demostró, durante un ensayo de eficacia efectuado en 8 jóvenes dromedarios infestados artificialmente por *Trypanosoma evansi*, la acción tripanocida de ambas dosis utilizadas : 0,625 mg/kg y 1,250 mg/kg. A la dosis más reducida, son buenas las tolerancias local y general. A la dosis de 3,75 mg/kg (ensayo toxicidad) el producto provoca una importante necrosis de los tejidos al punto de inoculación, ya en inyección subcutánea ya en intramuscular. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - *Trypanosoma evansi* - Tripanosomosis - Tripanocida - Cimelarsan - Infección experimental - Niger.

BIBLIOGRAPHIE

1. BALIS (J.). Note sur la toxicité de l'isométymidium par injection intraveineuse chez quelques mammifères domestiques et spécialement chez le dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (4) : 353-365.
2. CHARTIER (C.), CHARTIER (F.), LEPERS (J. P.), PESCE (J. L.). Étude préliminaire de quelques paramètres sanguins usuels du dromadaire mauritanien (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 395-401.
3. CURASSON (G.). Le chameau et ses maladies. Paris, Vigot Frères, 1947.
4. FINELLE (P.). Chimiothérapie et chimioprévention de la trypanosomiase animale. Acquisitions récentes et situation actuelle. *Cah. Méd. vét.*, 1973, **42** (5) : 215-226.
5. FINELLE (P.), LACOTTE (R.). Action trypanocide de deux sels d'isométymidium. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1963, **16** (4) : 405-411.
6. GENTILINI (M.) et collab. Médecine tropicale. 4e éd. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1986. 584 p.
7. GITATHA (S. K.). Drug trial in mice on *T. evansi*-like organisms isolated from camels in Kenya. Yaoundé, Cameroun, CSIRTC, 1979. Pp. 254-256. (16e réunion CSIRTC).
8. HOSTE (C.), PEYRE DE FABREGUES (B.), RICHARD (D.). Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD, 1984. (Coll. Études et Synthèses de l'IEMVT n° 12).
9. ITARD (J.). Précis de parasitologie vétérinaire tropicale (les trypanosomoses animales africaines). Paris, Ministère de la Coopération, 1981. (Coll. IEMVT Manuels et Précis d'Élevage n° 10).
10. RICHARD (D.). Bibliographie sur le dromadaire et le chameau. Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD, 1980. (Coll. Études et Synthèses de l'IEMVT n° 1).
11. RICHARD (D.), BALIS (J.). Action trypanocide du chlorhydrate de chlorure d'isométymidium sur *Trypanosoma evansi* et essai de traitement de la trypanosomiase du dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (4) : 369-372.
12. SCHILLINGER (D.), ROTTCHER (D.). Traitement de l'infection cameline due à *Trypanosoma brucei evansi* (Surra). *Revue mond. Zootech.*, 1986, (60) : 26-32.

Histochemical characterization and distribution of mucosubstances and enzyme activity in the lingual salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*)

B. M. Jarrar¹N. T. Taib¹

JARRAR (B. M.), TAIB (N. T.). Caractérisation histochimique et localisation des mucosubstances et leur activité enzymatique dans les glandes salivaires du dromadaire (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 63-71.

Des recherches histologiques et histochimiques ont été effectuées sur les glandes salivaires du dromadaire (*Camelus dromedarius*) afin d'en déterminer les structures et la répartition, la composition chimique et les activités enzymatiques. Des glandes de Weber et des glandes de von Ebner ont été trouvées dans la langue du dromadaire, mais les glandes apicales de Nünh étaient absentes. Les glandes de von Ebner se sont révélées séromuqueuses et d'architecture tubulo-acineuse ; elles sécrètent des mucosubstances neutres, des sialomucines et un peu de sulfomucines. Les glandes de Weber sont mucoséreuses et de type tubulaire ; elles sécrètent des mucosubstances neutres, des sialomucines et des sulfomucines résistantes à la hyaluronidase. Ces deux types de glandes ont montré une activité enzymatique variable pour les phosphatases acides et alcalines, l'adénosine triphosphatase, les estérases non spécifiques, l'anhydrase carbonique et la déhydrogénase succinique. Aucune activité pour la β -glucuronidase, la lipase, les cholinestérases et l'aminopeptidase n'a été détectée et seule une légère activité amylolytique pour l' α -amylase a été révélée dans les glandes de von Ebner. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Glande salivaire - Histologie - Enzyme.

INTRODUCTION

Although the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) is still one of the least studied mammals, yet considerable histochemical investigations were carried out on its major salivary glands, the parotid and the mandibular glands (1, 6, 20, 23, 24, 25, 38). On the other hand, the histochemistry of its minor salivary glands has been recently investigated in the labial (36) and in the palatine salivary glands (37).

In the present study, another group of minor salivary glands of the one-humped camel, the lingual salivary glands are being histologically characterized and their histochemical composition and histoenzymatic activities investigated.

1. Department of Zoology, College of Science, King Saud University, P.O. Box 2455, Riyadh 11451, Saudi Arabia.

Reçu le 30.05.88, accepté le 21.07.88.

MATERIAL AND METHODS

The heads of sixteen adult camels, 9 males and 7 females, each immediately were removed following slaughter at the Riyadh abattoir. The whole tongue of each animal was divided into small pieces and were quickly immersed into containers each with one of the following fixatives : cold (4 °C) 10 p. 100 buffered formalin (pH 7.8) with 2 p. 100 calcium acetate, alcoholic Bouin's fluid, Rossman's fluid and Zenker's fluid. They were thoroughly washed in running water and processed for sectioning at 5-6 μ m thickness. Paraffin sections were stained with haematoxylin-eosin and with Mallory trichrome for histological examination. The secretory cells of the glands were characterized by the method of GABE and ST-GIRONS (8).

Paraffin, as well as fresh unfixed frozen sections were used for the following histochemical reactions :

α -glycol rich mucosubstances : Periodic acid Schiff (PAS) technique (10), Best's carmine for glycogen (2), PAS after acetylation blockade (18), PAS after acetylation-deacetylation (27), PAS after phenylhydrazine treatment (32) and PAS after treatment with chloroform and methanol.

Acid mucosubstances : Alcian blue 1 p. 100 (AB) at pH 2.5, AB at pH 1.0 and AB at pH 0.4 (16), for the selective characterization of sulfomucins.

Distinction between acidic and neutral mucosubstances : AB (pH 2.5)-PAS (21) and AB (pH 1.0)-PAS (32).

Distinction between sulfomucins and sialomucins : Aldehyde fuchsin (AF) and AF-AB (pH 2.5) (34) ; weak (25 °C, 4 hr), mild (37 °C, 4 hr) and strong (60 °C, 4 hr) methylation-saponification-AB (pH 2.5) (33) ; acid hydrolysis (0.1N HCl 60 °C, 4 hr)-AB (pH 2.5) (29) ; Azure A (0.2 p. 100) toluidine blue (TB) 0.003 p. 100 buffered at pH 1.7 and 3.4 (14) ; critical electrolyte concentration (CEC) technique for extinction of alcianophilia at pH 5.6 in the presence of gradual concentration of MgCl₂ (31).

Enzymes digestion tests : they were performed by using PAS followed by α -amylase to exclude any possible glycogen (16, 19), neuraminidase type V from *Vitrio cholerae* followed by AB pH 2.5 (35) or TB pH 3.7 ; testicular hyaluronidase followed by AB

B. M. Jarrar, N. T. Taib

pH 1.0 (32) or TB pH 2.0; ribonuclease followed by AB pH 2.5 (15). In each case control sections were incubated for the same length of time at the same temperature in buffer solutions without the enzyme.

Enzyme activities: The calcium cobalt method for alkaline phosphatase (9); the lead nitrate method for acid phosphatase (28); the Ogawa and Mayahara method for mitochondrial adenosine triphosphatase (28); the α -naphthyl acetate method for non-specific esterases (28); the modified tetrazolium method for succinic dehydrogenase (13); the McCABE and CHAYEN method for aminopeptidase (17); the naphthol-AS method for β -glucuronidase (11); the tween method for lipase (28); the Häusler method for carbonic anhydrase (28); the acetylthiocholine method for cholinesterases (28) and the modified starch film for amylase (28). In the control sections the substrates were omitted.

RESULTS

The tongue of the one-humped camel is covered with a cornified stratified epithelium of variable thickness. A dense lamina propria is continuous with the connective tissue partitions along the lingual muscles. The mucosa of the dorsal epithelium is differentiated into filiform, fungiform and circumvallate papillae. A lyssa-like structure which is formed of thick connective tissue bundles is passing along the ventral surface of the tongue. The lingual glands of this animal are composed of both von Ebner's glands and Weber's glands.

Von Ebner's glands

These glands occur beneath the circumvallate papillae and they open into a trench surrounding each of them. These tubulo-acinar glands are seromucous in nature and of holocrine type. Superficially situated glands occur amongst the connective tissue and are sometimes surrounded with stromal striated muscle bundles. Deep ones occur mainly amongst adipose tissue. The endpieces are surrounded by a thin basement membrane and are drained by a system of branching ducts, the intercalated ducts, lined by flattened cells. The epithelium of the striated ducts is simple cuboidal, while interlobular excretory ducts were not discernible (Fig. 1a). The secretory epithelium of the glands consists of a series of cells with relatively large nuclei. The apical portions of the cells are filled with almost eosinophilic granules.

Mucosubstances histochemistry

As shown in table I, von Ebner's glands of the camel show moderate PAS reaction only in the apical portion of their cells (Fig. 1b), which is not susceptible to α -amylase digestion but is completely abolished by phenylhydrazine and by acetylation treatment. It is weakly restored by acetylation-deacetylation-PAS sequential techniques. Moreover, the apical portions of these cells have exhibited a weak alcianophilia at pH 2.5 but have neither stained with Best's carmine nor with alcian blue at either pH 1.0 or 0.4. In the sequential PAS-AB (pH 2.5) and PAS-AB (pH 1.0) staining procedure, bluish purple and red staining were observed at pH 2.5 and pH 1.0, respectively. In both of the AF and AF-AB (pH 2.5 and pH 1.0) sequential techniques, the glands were weakly stained with alcian blue at pH 2.5. This alcianophilia was partially abolished by acid hydrolysis, neuraminidase, weak methylation and ribonuclease digestion. Whereas a moderate alcianophilia was restored by weak methylation-saponification sequential techniques. The apical portions of the glandular cells exhibited an alcianophilia at only 0.1M MgCl₂ concentration (CEC technique) and were orthochromatic with Azure A and toluidine blue at pH 1.7 and 3.4.

Ductal cells were negative to all tests used to detect mucosubstances.

Enzymes histochemistry

Alkaline phosphatase: The activity of this enzyme appeared to be stronger in the ductal cells rather than in the acinar cells (Fig. 1c).

Acid phosphatase: The reactivity of this enzyme was generally moderate in the cytoplasmic granules of the acinar cells and no reactivity was detectable in the tubular cells (Fig. 1d).

Adenosine triphosphatase: This enzymatic activity is showed prominent in both acinar and ductal cells (Fig. 1e).

Non-specific esterases: A moderate reaction of this group of enzymes was seen in acinar cells but intense activity was detectable in ductal cells.

Carbonic anhydrase: Weak to moderate reaction appeared evenly distributed throughout the cells of the secretory endpieces as well as throughout the tubular epithelium.

Succinic dehydrogenase: This enzyme showed a moderate reaction in acinar cells as well as in ductal epithelium (Fig. 1f).

α -amylase: A weak amylolytic activity was seen in acinar cells.



Fig. 1a : Von Ebner's glands of *C. dromedarius* stained with haematoxylin eosin. x 240.*

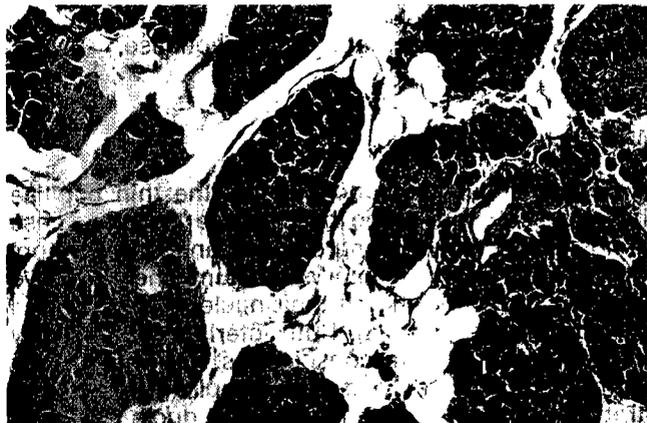


Fig. 1b : Von Ebner's glands of *C. dromedarius* stained with PAS. x 350.*

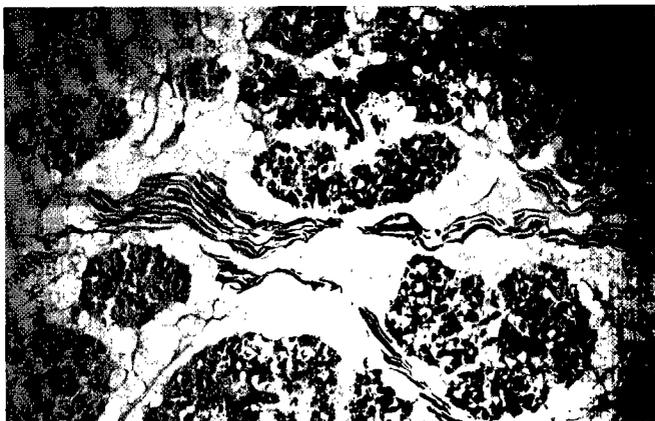


Fig. 1c : Von Ebner's glands of *C. dromedarius* stained with cobalt method for alkaline phosphatase. x 350.*



Fig. 1d : Von Ebner's glands of *C. dromedarius* stained with lead nitrate method for acid phosphatase. x 240.*

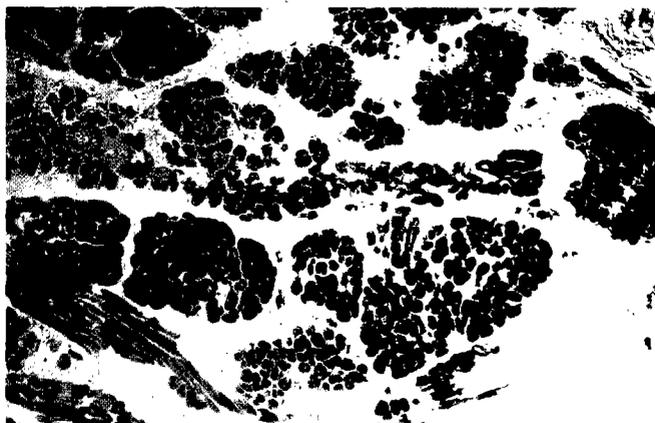


Fig. 1e : Von Ebner's glands of *C. dromedarius* stained with Ogawa and Mayahara method for mitochondrial adenosine triphosphatase. x 300.*

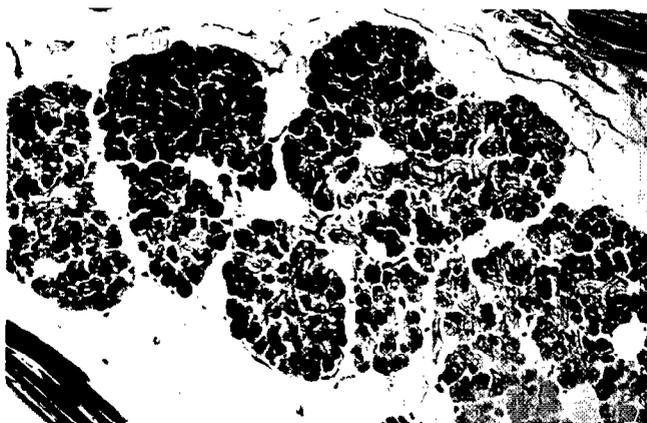


Fig. 1f : Von Ebner's glands of *C. dromedarius* stained with the modified tetrazolium method for succinic dehydrogenase. x 350.*

* All the pictures have been reduced to 89.58 %

B. M. Jarrar, N. T. Taib

These glands showed no reaction for β -glucuronidase, lipase, cholinesterases and aminopeptidase.

Weber's glands

Weber's glands are found beneath the thin papillae that are scattered at the base of the tongue. These glands are composed entirely of branched secretory tubules lined by a columnar epithelium. The cells have an alveolar cytoplasm and their nuclei are situated in their basal pole (Fig. 2a). Both interlobular excretory and striated ducts are conspicuous. The interlobular excretory ducts are lined by a simple or a pseudo-stratified epithelium. The intercalated ducts are indiscernible. These glands are surrounded by connective tissue and muscle bundles that are highly vascularized especially with arteries and capillaries.

Mucosubstances histochemistry

As shown in table I, the secretory granules in all cells of the Weber's glands stained strongly with PAS (Fig. 2b). The PAS reactivity was slightly sensitive to α -amylase digestion, but was partly abolished by phenylhydrazine and completely abolished by acetylation. PAS reactivity of these glands was restored by acetylation-deacetylation-PAS sequential techniques. They also stained weakly with Best's carmine. Moreover, these glands stained strongly with Alcian blue at pH 2.5 and 1.0, but a faint alcianophilia occurred at pH 0.4. A bluish purple colour appeared with the PAS-AB (pH 2.5) sequence and PAS-AB (pH 1.0) staining procedure (Fig. 2c). In the AF-AB (pH 2.5 and pH 1.0), the glands reacted strongly at both dyes and at both pH levels. The alcianophilia observed at pH 2.5 was partially abolished by acid hydrolysis, neuraminidase digestion and weak methylation. It is completely abolished by both moderate and strong methylation and was resistant to hyaluronidase and to ribonuclease digestion. However, alcianophilia was completely restored by weak methylation followed by saponification and to a lesser extent by moderate and strong methylation-saponification. The cells exhibited a moderate alcianophilia with 0.1 M and 0.2 M $MgCl_2$ while a weak alcianophilia was observed with 0.3 M $MgCl_2$. They did not react with 0.4 M $MgCl_2$. They showed a moderate metachromatic reaction with Azure A and toluidine blue at pH 3.4 and pH 1.7.

Ductal cells did not react negatively to all previously mentioned tests.

Enzyme histochemistry

Alkaline phosphatase : A moderate reaction was seen in the secretory tubules of these glands while the tubular cells responded almost negatively.

Acid phosphatase : This enzyme was found diffused at a low level throughout the cells of secretory tubules but a significant level of the enzyme was seen in the interlobular excretory and striated ducts (Fig. 2d).

Adenosine triphosphatase : This enzyme showed prominent activities in the ductal cells as well as in the cells of the secretory tubules.

Non-specific esterases : A faint reaction was seen in the secretory cells of the glands, but a strong reaction was observed in the epithelium of the striated ducts and to lesser extent in the epithelium of the interlobular excretory ducts (Fig. 2e).

Succinic dehydrogenase : Weak to moderate reaction was seen in the cytoplasm of the secretory tubules but a strong reaction was observed in ductal cells.

Carbonic anhydrase : A diffused weak reaction was only seen in the secretory tubules.

No amyolytic activity was detected in these glands and similar to von Ebner's glands no activity for β -glucuronidase, lipase, cholinesterases or aminopeptidase was seen.

DISCUSSION

According to ZIMMERMANN (40) and FAHRENHOLZ (7), the mammalian lingual salivary glands are classified into von Ebner's and Weber's glands. Von Ebner's glands form lobules among the lingual muscles and are related to gustatory papillae whereas Weber's glands are either scattered in the tongue or grouped at its base. In addition, some mammals possess Nühn's glands (Blandin's glands) which are located under the surface of the tip of the tongue on each side of the frenulum (3).

In the present study, both von Ebner's glands and Weber's glands were detected in the tongue of the one-humped camel but no Nühn's glands. The latter, have been reported in man (3) and in insectivorous bats but not in frugivorous bats (22). They seem to be related to the feeding habits of the animal. The location and structure of the lingual glands of the one-humped camel are similar to those described in the common marmoset *Callithrix jacchus*, but Weber's glands of the latter are surrounded by serous demilunes (30).

Using the criterion of GABE and ST-GIRONS (8), the present histochemical investigations prove that von Ebner's glands of the one-humped camel contain seromucous secretory cells whilst Weber's glands contain mucoserous ones. Hence, these glands of the one-humped camel are different from those of other mammals studied. Weber's glands of the rat, mouse, hamster, guinea-pig, rabbit, armadillo, sloth, cat, dog,



Fig. 2a : Weber's glands of *C. dromedarius* stained with haematoxylin & eosin. x 240.*

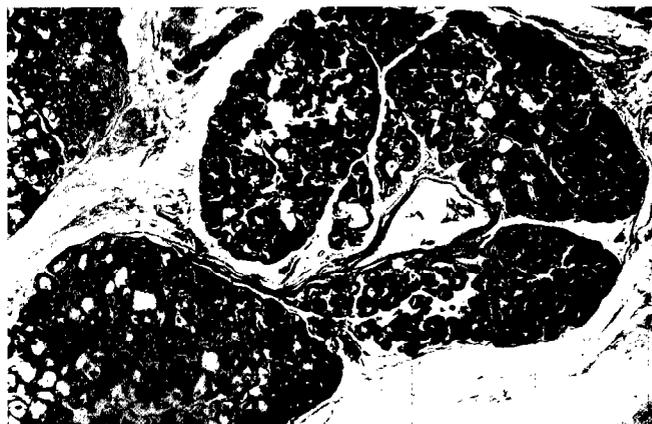


Fig. 2b : Weber's glands of *C. dromedarius* stained with PAS. x 350.*

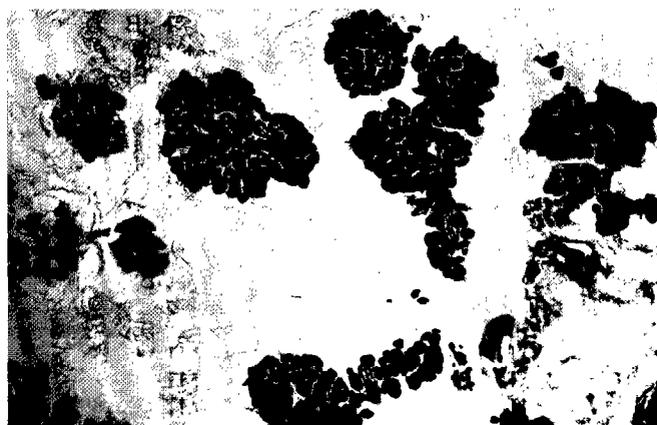


Fig. 2c : Weber's glands of *C. dromedarius* stained with AB (pH 2.5)-PAS. x 240.*

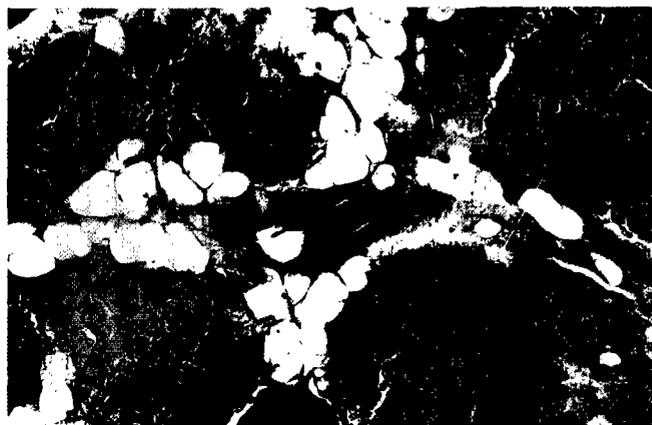


Fig. 2d : Weber's glands of *C. dromedarius* stained with lead nitrate method for acid phosphatase. x 420.*

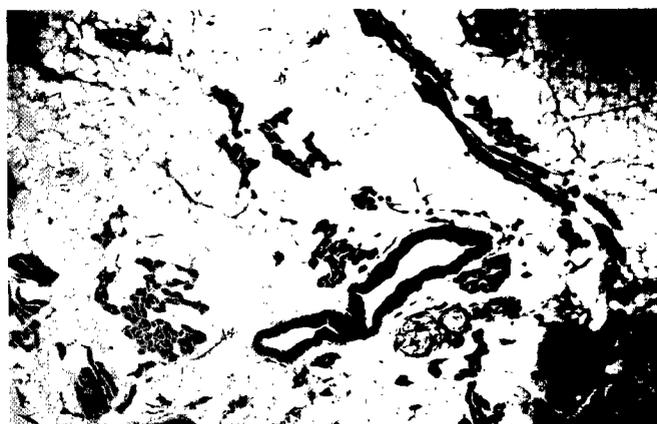


Fig. 2e : Weber's glands of *C. dromedarius* stained with the α -naphthyl acetate method for non-specific esterases. x 500.*

pig and sheep contain only mucous cells, those of the goat, ox and horse mucous cells with serous demilunes ; but the von Ebner's glands of them all consist of only serous cells (26).

According to the classification of mucosubstances proposed by several workers (21, 28, 31, 34), Weber's glands of the one-humped camel elaborate neutral mucosubstances, sialomucins and sulfomucins and von Ebner's glands neutral mucosubstances, sialomucins but little sulfomucins. These glycoproteins especially the neutral ones have been detected in the lingual glands of most mammals studied (4, 5, 26). Sialic acid was detected in the mucous and serous cells of the lingual glands of the armadillo, sloth, pig, sheep, goat, ox and horse whilst sulfomucins were found in the mucous cells of the rat, mouse, hamster,

* All the pictures have been reduced to 89.58 %

B. M. Jarrar, N. T. Taib

guinea-pig, sloth, cat, dog and horse (26). On the other hand, both glands contain sulfomucins and sialomucins in insectivorous microchiropterans, but these substances occur only in Weber's glands of frugivorous bats (39). However, in other mammals

such as the jerboa, *Jaculus jaculus*, von Ebner's glands are devoid of both neutral and acid glycoproteins, but the Weber's glands contain sialomucins and sulfomucins (39).

TABLE I The histochemical reactions in the lingual salivary glands of the one-humped camel *Camelus dromedarius*.

Histochemical reaction	Results	
	von Ebner's glands	Weber's glands
PAS	+, p	+++ , p
α -amylase-PAS	-	-
Best's carmine	-	\pm ?
Acetylation-PAS	Cb	Cb
Acetylation-deacetylation-PAS	+, p	+++ , p
Phenylhydrazine-PAS	Cb	pb
AB(pH 0.4)	-	+, B
AB(pH 1.0)	-	+++ , B
AB(pH 2.5)	+, B	+++ , B
AB(pH 1.0)-PAS	+, p	++ , Bp
AB(pH 2.5)-PAS	+, Bp	+++ , Bp
AF	-	+, p
AF-(AB pH 1.0)	-	++ , Bp
AF-(AB pH 2.5)	+, B	++ , Bp
Acid hydrolysis-AB(pH 2.5)	Cb	pb
W. methylation-AB(2.5)	Cb	pb
W. methylation-saponification-AB(pH 2.5)	\pm , B	+++ , B
M. methylation-AB(pH 2.5)	Cb	Cb
M. methylation-saponification-AB(pH 2.5)	\pm , B	++ , B
S. methylation-AB(pH 2.5)	Cb	Cb
S. methylation-saponification-AB(pH 2.5)	Cb	+ \pm , B
Azure A(pH 1.7)	OT	MT
TB(pH 1.7)	OT	MT
Azure A(pH 3.4)	OT	MT
TB(pH 3.4)	OT	MT
CEC (AB, 0.1 M)	+	+
CEC (AB, 0.2 M)	-	+
CEC (AB, 0.3 M)	-	\pm
CEC (AB, 0.5 M)	-	-
Neuraminidase-AB(pH 2.5)	\pm , Pb	++ , Pb
Neuraminidase-TB(pH 3.4)	OT, Pb	MT, Pb
Hyaluronidase-AB(pH 1.0)	-	+++ , Nb
Hyaluronidase-TB(pH 1.7)	Nb, OT	Nb, MT
Ribonuclease digestion-AB(pH 2.5)	+, B	+++ , B
(Chloroform + methanol)-PAS	+, P	+++ , P
Alkaline phosphatase	++	+ \pm
Acid phosphatase	++	+
Adenosine triphosphatase	++ \pm	++
Non-specific esterases	+ \pm	+
Carbonic anhydrase	+	+
Succinic dehydrogenase	++	+
Amylase	\pm	-
Cholinesterase	-	-
Lipase	-	-
Aminopeptidase	-	-
β -glucuronidase	-	-

Reactions: - negative; \pm faint or negligible; + weak; ++ moderate; +++ intense; Cb complete blockade; M mild; MT metachromasia; Pb partial blockade; Nb no blockade; OT orthochromasia; S strong; TB toluidine blue; W weak; ? doubtful.
Colours: B blue; Bp bluish purple; P pink.

Considerable enzyme activities were detected in the lingual salivary glands of the camel in the present study. These include important phosphatases activities in the secretory cells which might be related to the buffered composition of the camel's saliva that constitute an essential medium for food fermentation in the forestomach. Moreover, strong reactivity of succinic dehydrogenase, acid phosphatase and non-specific esterases, were also detected in the ductal cells of these glands. These might be related to a high rate of oxidative metabolism or to a role in the osmosis needed for the production of saliva or for resorption of materials through duct lumen in order to maintain the necessary pH needed during feeding.

Hence, these lingual salivary glands of the one-humped camel contribute, together with the other salivary glands such as the parotid, the mandibular, the sublingual, the ventral buccal, the labial and the

palatine glands (1, 6, 12, 20, 23, 24, 25, 36, 37, 38) to produce bicarbonate-rich, well-buffered and mucous saliva that furnishes an excellent medium for the lubrication and moistening of lips, buccal cavity and taste buds, as well as for water balance, serum electrolyte control and for the ion exchange needed in synaptic and nerve impulse transmission as well as for regulating food fermentation.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Prof. H. S. HUSSEIN for the helpful criticism during the preparation of the manuscript. This work received support through grant number Zoo/1406/20 from the Research Center of the College of Science, King Saud University.

JARRAR (B. M.), TAIB (N. T.). Histochemical characterization and distribution of mucosubstances and enzyme activity in the lingual salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 63-71.

The lingual salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) have been histologically and histochemically investigated to characterize their structure and distribution, chemical composition and enzyme activities. Both von Ebner's and Weber's glands were detected in the tongue of the camel, but Nüh's apical glands were absent. Von Ebner's glands proved to be seromucous with tubulo-acinar endpieces that secrete neutral mucosubstances, sialomucins but little sulfomucins and Weber's glands are mucoserous and of tubular type. They secrete neutral mucosubstances, sialomucins and hyaluronidase resistant sulfomucins. Both glands showed variable enzyme activity for acid and alkaline phosphatases, adenosine triphosphatase, non-specific esterases, carbonic anhydrase and succinic dehydrogenase. No activities for β -glucuronidase, lipase, cholinesterases and aminopeptidase were detected and only a weak amyolytic activity for α -amylase was seen in von Ebner's glands. *Key words*: Camel - *Camelus dromedarius* - Salivary gland - Histology - Enzyme.

JARRAR (B. M.), TAIB (N. T.). Determinación de las características histoquímicas y localización de las mucosubstancias y su actividad enzimática en las glándulas salivarias del dromedario (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 63-71.

Se efectuaron búsquedas histológicas e histoquímicas sobre las glándulas salivarias del dromedario (*Camelus dromedarius*) para determinar las estructuras y la repartición, la composición química y las actividades enzimáticas. Se observaron glándulas de Weber y glándulas de von Ebner en la lengua del dromedario, pero las glándulas apicales de Nüh eran ausentes. Las glándulas de von Ebner eran seromucosas y de arquitectura tubulo-acinosa; secretan mucosubstancias neutras, sialomucinas y un poco de sulfomucinas. Las glándulas de Weber son mucoserosas y de tipo tubular; secretan mucosubstancias neutras, sialomucinas y sulfomucinas resistentes a la hialuronidasa. Ambos tipos de glándulas mostraron una actividad enzimática variable para las fosfatasa ácidas y alcalinas, la adenosina trifosfatasa, las esterases no específicas, el anidrasa carbónico y la succínica dehidrogenasa. No se encontró ninguna actividad para la α -amilasa en las glándulas de von Ebner. *Palabras claves*: Dromedario - *Camelus dromedarius* - Glándula salivaria - Histología - Enzima.

REFERENCES

1. ABDALLA (A. B.). Structure of the secretory cells of the salivary glands of the dromedary camel. *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1979, 20 : 65-76.
2. BEST (F.). Über karminfarbung des Glykogens und der kerne. *Z. wiss. Mikrosk.*, 1906, 23 : 319-322.
3. BLOOM (W.), FAWCETT (D. W.). A textbook of histology. 8th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1962. p. 405.

4. CARVALHO (A. V.), NOGUEIRA (J. C.). Alguns aspectos morfológicos e estudo histoquímico dos polissacarídeos nas glândulas salivares linguais posteriores de mamalia. III. Lagomorpha (*Lepus cuniculus*). *Arq. Cent. Est. Fac. Odont.*, 1968, **5** : 9-20.
5. CARVALHO (A. V.), NOGUEIRA (J. C.). Alguns aspectos morfológicos e estudo histoquímico dos polissacarídeos nas glândulas salivares linguais posteriores de mamalia. V. Perissodactyla (*Equus caballus*). *Arq. Esc. vet.*, 1970, **22** : 159-163.
6. FAHMY (M. F.), DELLMAN (H. D.). Studies on the microscopic anatomy of the oral cavity of *Camelus dromedarius*. *J. vet. Sci. U.A.R.*, 1968, **5** (1) : 45-51.
7. FAHRENHOLZ (C.). Drüsen der mundhöhle. In : BOLK (L.), GOPPERT (E.), KALLIUSE (E.), LUBOSCH (W.). Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Vol. 3. Berlin, Urban & Schwarzenberg, 1937. Pp. 115-210.
8. GABE (M.), ST-GIRONS (H.). Données histologiques sur les glandes salivaires des lépidosauriens. *Mem. Mus. natn. Hist. nat., Paris, sér. A Zool.*, 1969, **58** : 1-112.
9. GOMORI (G.). Microscopic histochemistry. Chicago, University of Chicago Press, 1952. Pp. 263-291.
10. GURR (E.). Staining animal tissue : Practical and theoretical. London, Leonard Hill, 1962.
11. HAYASHI (M. Y.), NAKUJMA (Y.), FISHMAN (W. H.). The cytologic demonstration of glucuronidase employing AS-BI glucuronide and hexazonium pararosanilin. *J. Histochem. Cytochem.*, 1964, **12** : 293-297.
12. HOPPE (P.), KAY (R. N.), MALOIJ (C. O.). Salivary secretion in the camel. *J. Physiol., Lond.*, 1974, **244** (1) : 32-33.
13. KUGLER (P.), WROBEL (K. H.). Studies on the optimisation and standardisation of the light microscopical succinate dehydrogenase histochemistry. *Histochemistry*, 1978, **57** : 47-60.
14. LANDSMEER (J. M. F.). Some colloid chemical aspects of metachromasia. Influence of pH and salts in metachromatic phenomena evoked by toluidine blue in animal tissue. *Acta physiol. pharmac. néerl.*, 1953, **2** : 112-128.
15. LOVE (R.), RABOTTI (G.). Studies of the cytochemistry of nucleoproteins. III. Demonstration of decarboxynucleic acid complexes in mammalian cells. *J. Histochem. Cytochem.*, 1963, **11** : 603-612.
16. LUNA (G.). Manual of histological staining method of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd. ed. New York, McGraw-Hill Book Co., 1968.
17. McCABE (M.), CHAYEN (J.). The demonstration of particular aminopeptidase activity. *Jl R. microsc. Soc.*, 1965, **84** : 361-371.
18. McMANUS (J. F. A.), CASON (J. E.). Carbohydrate histochemistry studied by acetylation techniques. I. Periodic acid method. *J. exp. Med.*, 1950, **91** : 651-654.
19. McMANUS (J. F. A.), MOWRY (R. W. I.). Staining methods histological and histochemical. New York, Harper and Row, 1960.
20. MOSALLAM (E. S.), GHARIB (N.), MOUSA (M.), EL-SHAFFEY (S. M.). A histo-enzymatic study of the mandibular salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Egypt. vet. Med. Ass.*, 1983, **43** : 183-196.
21. MOWRY (R. W. I.), WINKLER (C. H.). The coloration of acidic carbohydrates of bacteria and fungi in tissue sections with special reference to capsules of *Cryptococcus neoformans* and *Staphylococcus*. *Am. J. Path.*, 1956, **32** : 628-629.
22. NALVADE (N. N.), VARUTE (A. T.). Histochemical studies on the mucins of the vertebrate tongues. III. Histochemical analysis of mucosubstances in von Ebner's glands of four varieties of bats. *Ann. Histochem.*, 1972, **17** : 273-287.
23. NASSAR (S. M.). Digestion in camels. Thesis, Fac. vet. Med. Cairo, 1971.
24. NAWAR (S. M.), KHALIGI (G. E.). Morphological, micromorphological and histochemical studies of the parotid salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Gegenbaurs morph. Jb.*, 1975, **121** : 430-499.
25. NAWAR (S. M.), KHALIGI (G. E.). Morphological and histochemical studies on the mandibular salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Anat. Anz.*, 1977, **142** : 346-362.
26. NOGUEIRA (J. C.), CARVALHO (A. D. V.). Histochemistry of the mucins in the posterior lingual glands of some mammals. *Revta bras. Pesq. Med. Biol.*, 1973, **6** (5) : 267-274.
27. OZELLO (L.), LEDDING (M.), SPEER (F. F.). The ground substance of the central nervous system in man. *Am. J. Path.*, 1958, **34** : 363-373.
28. PEARSE (A. G. E.). Histochemistry : Theoretical and applied. 3rd ed. London, J. & A. Churchill, 1972.
29. QUINTARELLI (G.), TSUIKI (S.), HASHIMOTO (Y.), PIGMAN (W.). Studies of sialic acid containing mucin in bovine submaxillary and rat sublingual glands. *J. Histochem. Cytochem.*, 1961, **9** : 176-183.
30. SACRAMENTO (N. A.), MIRAGLIA (T.). Structure and distribution of polysaccharides in the salivary glands of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Acta anat.*, 1972, **82** : 368-382.
31. SCOTT (D. E.), DORLING (J.). Differential staining of acid glycosaminoglycans (mucopolysaccharides) by Alcian blue in salt solutions. *Histochemie*, 1965, **5** : 221-233.

32. SPICER (S. S.), HORN (R. G.), LEPPI (T. J.). Histochemistry of connective tissue mucopolysaccharides. In : The connective tissues. Int. Acad. Path. Monograph. Baltimore, Williams and Wilkins, 1967. Pp. 251-303.
33. SPICER (S. S.), LILLIE (R. D.). Saponification as a means of selective reversing the methylation blockade of tissue basophilia. *J. Histochem. Cytochem.*, 1959, 7 : 123-125.
34. SPICER (S. S.), MEYER (D. B.). Histochemical differentiation of acid mucopolysaccharides by means of combined aldehyde fuchsin-alcian blue staining. *Am. J. clin. Path.*, 1960, 33 : 453-460.
35. SPICER (S. S.), WARREN (L.). The histochemistry of sialic acid containing mucoproteins. *J. Histochem. Cytochem.*, 1960, 8 : 135-137.
36. TAIB (N. T.), JARRAR (B. M.). The histochemistry of the labial salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Boll. Zool.*, 1987, 54 (1) : 19-25.
37. TAIB (N. T.), JARRAR (B. M.), SHOBRAK (M.). Histochemical characterization of the palatine salivary glands of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). 1988. In press.
38. VAN LENNEP (E. W.). The glands of the digestive system in the one-humped camel, *Camelus dromedarius*. I. The salivary glands. *Acta morph. neerl.-scand.*, 1957, 1 : 286-292.
39. ZACCONE (G.), CASCIO (L.). Histochemical distribution of acid mucopolysaccharides and some active transport enzymes in the lingual glands of *Jaculus jaculus* L. (*Dipodidae, Mammalia*). *Acta histochem.*, 1979, 65 : 116-131.
40. ZIMMERMANN (F. W.). Die speicheldrüsen der Mundhöhle und Bauchspeicheldrüse. In : MOLLENDORFF (W.). Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen. Berlin, Springer, 1926.

Étude de la topographie des viscères abdominaux chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en décubitus sternal

A. Ouhsine¹

OUHSINE (A.). Étude de la topographie des viscères abdominaux chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en décubitus sternal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 73-78.

La topographie des viscères abdominaux chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en décubitus sternal, a été étudiée sur 30 animaux des deux sexes, soit immédiatement après la rigidité cadavérique, soit après congélation à -22 °C selon une dissection attentive. Une description détaillée de la topographie des différents organes ainsi que la comparaison avec d'autres espèces de ruminants sont rapportées. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Anatomie - Viscère - Abdomen - Décubitus sternal - Maroc.

INTRODUCTION

La topographie abdominale a suscité chez les Bovidés d'innombrables travaux qui ont été inspirés le plus souvent par des préoccupations médico-chirurgicales. Par contre, le nombre relativement restreint de publications jusqu'à ce jour, sur la topographie viscérale du dromadaire (*Camelus dromedarius*) rend particulièrement ingrate la tâche du chercheur.

Pour combler cette lacune, PAVAUX (6) a entrepris pour la première fois en 1965 un travail sur cette espèce. Cependant, la topographie viscérale en position quadrupédale ne peut être tenue pour fixe sans l'étude du comportement tant il vrai que tout praticien s'adressant au dromadaire doit savoir que toute investigation sémiologique sur cet animal entraîne sa mise en décubitus sternal, attitude normale de l'espèce au repos.

Ces considérations ont donc poussé à présenter ce travail relatif à l'étude de la topographie des viscères abdominaux chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en décubitus sternal. Enfin, pour une meilleure compréhension des descriptions qui suivent, la conception de VALLENAS *et al.* (7) a été adoptée, reconnaissant à l'estomac des Camélidés 3 compartiments représentant respectivement le rumen, le réseau (*reticulum*) et la caillette (*abomasum*).

1. Département d'Anatomie Comparée, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat, Maroc.

Reçu le 03.10.88, accepté le 05.10.88.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Trente animaux adultes des deux sexes, âgés de 4 à 8 ans et dont les femelles étaient non gravides ont été utilisés, ainsi que du matériel usuel de dissection. Après anesthésie au chloral à 10 p. 100, saignée par incision du côté gauche de la veine jugulaire et de l'artère carotide commune et injection d'une solution conservatrice de formol à 10 p. 100, dans le système artériel, tous les animaux ont été placés en décubitus sternal et disséqués soit immédiatement après la rigidité cadavérique, soit après congélation à -22 °C.

Cette méthode est basée sur les temps suivants, que l'animal ait été ou non congelé :

- Dissection et ablation des muscles des parois droite et gauche de la cavité abdominale pour mettre en relief les projections des viscères abdominaux sur ces parois,
- Ouverture de la cage thoracique et résection des moitiés gauche et droite du diaphragme pour la mise en évidence des relations des viscères abdominaux avec le diaphragme et les parois costales du thorax,
- Section sagittale paramédiane, vidange et nettoyage du rumen, fixé *in situ* du côté gauche, pour l'étude des dispositions internes de cet organe,
- Résection du foie du côté droit pour dégager les viscères cachés par cet organe.

RÉSULTATS

Topographie latérale gauche (Fig. 1, Schémas A, B)

La section des muscles de la paroi abdominale met directement en évidence le rein gauche, la rate, le rumen et le côlon spiral.

Le rein gauche (8) : refoulé caudalement par le développement du rumen et situé dans la voûte sous-lombaire, il se trouve plaqué contre les 5ème, 6ème et 7ème processus transverses des vertèbres lombaires. Son aire de projection est située au niveau du creux du flanc et plus exactement dans l'angle formé par la

A. Ouhsine

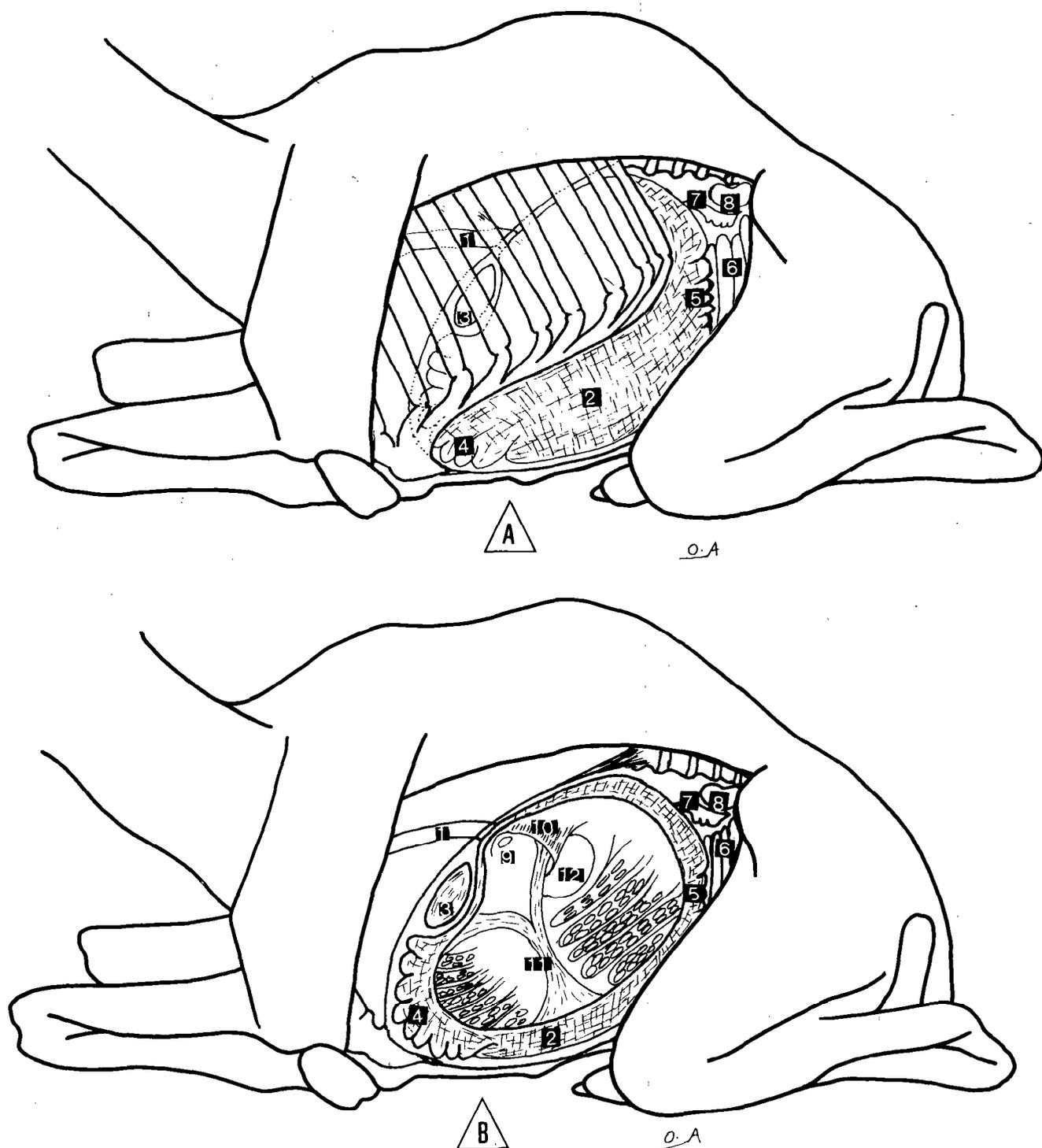


Fig. 1 : Schéma A : Topographie latérale gauche des viscères abdominaux, après résection des muscles des parois thoracique et abdominale. Schéma B : Topographie latérale gauche des viscères abdominaux après résection des côtés et de la partie gauche du centre tendineux du diaphragme et préparation de la conformation interne du premier compartiment gastrique.

1 : Oesophage, 2 : Premier compartiment gastrique, 3 : Troisième compartiment gastrique, 4 : Sacs glandulaires crâniens, 5 : Sacs glandulaires caudaux, 6 : Côlon spiral, 7 : Rate, 8 : Rein gauche, 9 : Cardia, 10 : Sillon gastrique (Gouttière oesophagienne), 11 : Pilier transverse, 12 : Orifice de communication entre le premier et le second compartiment gastrique (Orifice rumino-réticulaire).

crête iliaque et la ligne joignant les 3 derniers processus transverses lombaires. Lors de la réplétion excessive du premier compartiment gastrique, cet organe se trouve plaqué contre le corps de ces 3 dernières vertèbres lombaires.

La rate (7) : en forme de croissant, elle est située horizontalement au niveau du creux du flanc gauche. Elle n'est adhérente au rumen que sur une faible étendue ; le reste de l'organe, libre, se trouve sous les extrémités des 4ème, 5ème et parfois 6ème processus transverses lombaires, en suivant la convexité du bord latéral du rein gauche auquel la rate est liée par le ligament spléno-rénal. La rate est couverte de tissu adipeux chez les animaux non émaciés ; elle est en rapport avec le creux du flanc, ventralement et crânialement à l'aire de projection du rein gauche.

Le rumen (2) : il occupe le restant de la paroi abdominale ventrale, de la région sous-lombaire au plancher de la cavité abdominale et à la région xiphoidienne jusqu'à l'entrée du bassin, dont il est toutefois séparé par le côlon spiral.

Le côlon spiral (6) : il s'intercale entre d'une part, l'extrémité caudale du rumen et la partie caudale du flanc et d'autre part, l'entrée de la cavité pelvienne. Cette portion intestinale peut s'engager sous la face ventrale du rumen et se mettre en rapport avec la région ombilicale. Dorsalement, le côlon spiral est en rapport avec le pôle caudal du rein gauche et la face médiane de la crête iliaque.

Après ouverture du thorax, la résection de la moitié gauche du diaphragme permet de dégager complètement le rumen dont la grande courbure s'étend de l'extrémité ventrale du 6ème espace intercostal ou parfois de l'extrémité ventrale de la 6ème côte, jusqu'à la hanche, en passant par le milieu du 6ème espace intercostal ou de la 7ème côte et par l'extrémité dorsale des 10ème, 11ème et 12ème côtes. Les faces dorsales et ventrales du rumen sont moins visibles. Seule la première présente une zone d'adhérence avec les parties les plus caudales du diaphragme et la voûte sous-lombaire.

La caillette (3) : elle se projette, selon une zone très réduite du côté gauche, entre les 6ème et 7ème espaces intercostaux.

Après section sagittale paramédiane, la vidange et le nettoyage du rumen mettent en relief la région xiphoidienne laissant apparaître les dispositions internes suivantes :

— les sacs glandulaires crâniens (4), situés au-dessus du sternum et au contact du diaphragme, sont coiffés par la caillette,

— le pilier transverse du rumen (11), long de 56 cm, épais de 14 mm et concave à gauche, est oblique, dorso-ventralement, crânio-caudalement et de droite

à gauche,

— le cardia (9), de 20 mm de calibre, débouche obliquement dans la cavité gastrique, au-dessous du corps de la 9ème vertèbre, très légèrement à gauche du plan médian. Cet orifice se projette latéralement en regard du tiers supérieur du 8ème espace intercostal,

— le sillon gastrique (*sulcus gastricus*) ou gouttière oesophagienne (10), de 21 cm de longueur, oblique d'arrière en avant et de gauche à droite, s'infléchit sur le contour supérieur de l'orifice d'entrée du réseau, se prolonge dans ce réservoir le long de sa petite courbure et se termine finalement dans la caillette.

Topographie latérale droite (Fig. 2, Schémas C, D)

La résection des muscles de la paroi droite de l'abdomen met en évidence les masses des circonvolutions jéjunales et coliques :

La masse des circonvolutions jéjunales (8) : elle occupe le fuyant du flanc et la région hypogastrique. Elle se trouve refoulée en arrière par la grande courbure caudale de la caillette. Notons qu'une partie est coiffée en région crâniale par le grand omentum, peu développé.

La masse caeco-colique : elle se situe au centre de la région hypogastrique, refoulée en arrière par le rumen à gauche et par la masse des circonvolutions jéjunales à droite en raison de la mobilité des autres portions intestinales.

Le côlon terminal (13) : il longe la voûte sous-lombaire et se termine par le rectum dans la cavité pelvienne.

Après ouverture du thorax, l'ablation de la moitié du diaphragme permet de voir le foie, la caillette, le pylore, le bulbe duodénal et le duodénum.

Le foie (2) : situé entièrement à droite, il est moulé dans la concavité de la coupole diaphragmatique. Cet organe s'étend de la dernière côte au sixième espace intercostal. La limite caudale ne dépasse pas le cercle de l'hypocondre ; le bord caudal du foie est festonné et irrégulier. Cette limite part de l'extrémité inférieure de l'avant-dernière côte, passe par le neuvième espace intercostal et l'extrémité inférieure du huitième.

La caillette (4) : organe intestinforme, oblique de haut en arrière, elle longe le cercle de l'hypocondre depuis la région diaphragmatique jusqu'au voisinage de la région lombaire. Ce réservoir est limité, en avant par la foliole gauche du centre tendineux du diaphragme, en bas par les sacs glandulaires caudaux du rumen, en arrière par le sac dorsal du rumen et à droite par le foie ; il se dégage au-dessous du foie, au 6ème espace intercostal et s'applique contre le diaphragme du 7ème au 9ème espace intercostal ; il se

A. Ouhsine

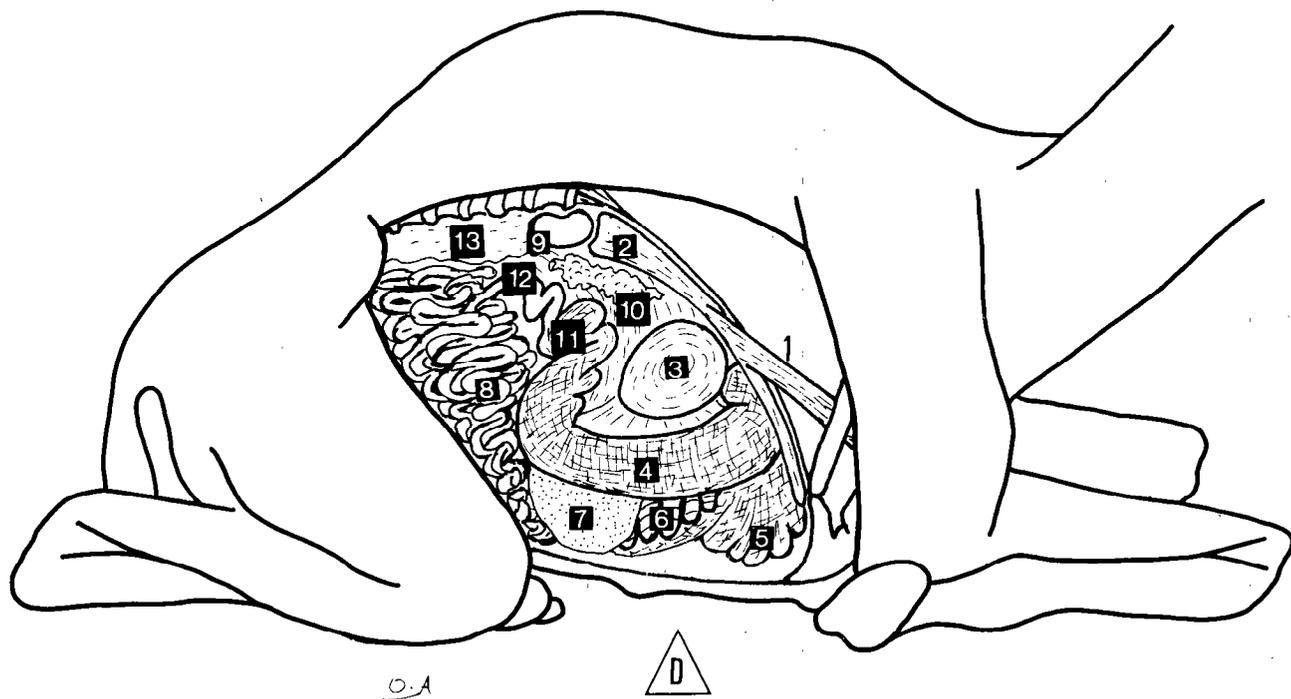
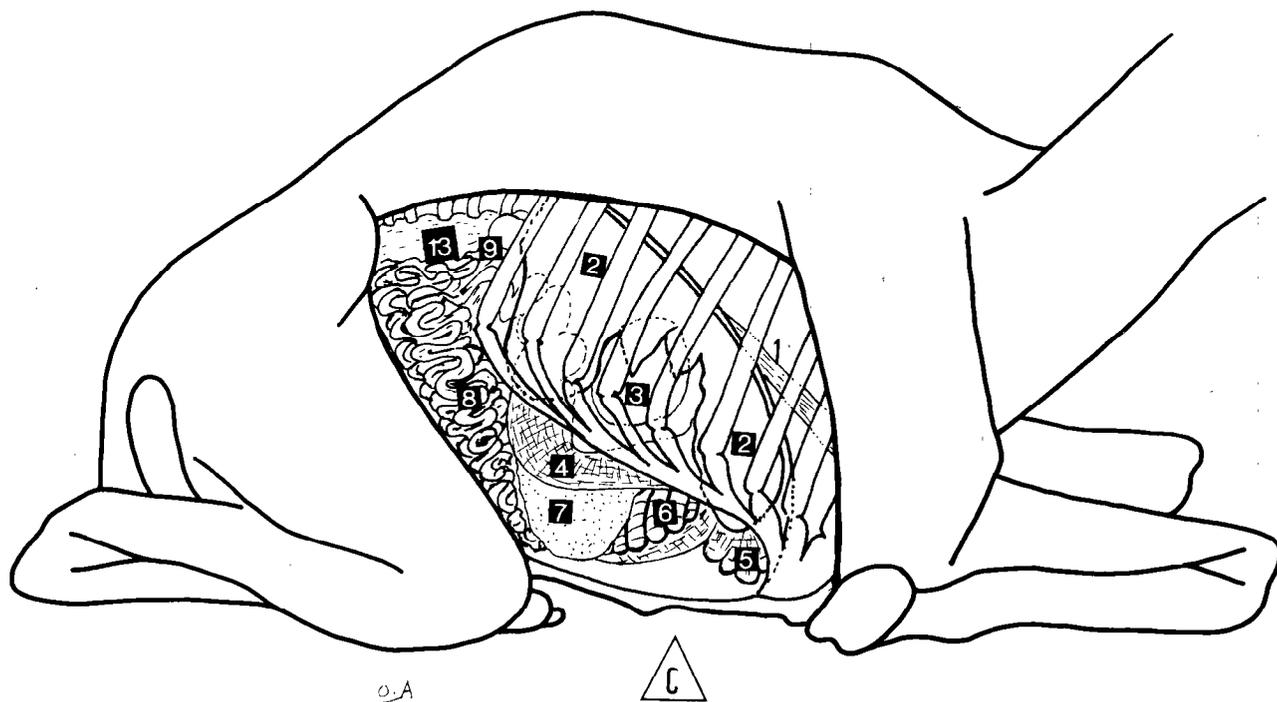


Fig. 2 : Schéma C : Topographie latérale droite des viscères abdominaux après ablation des muscles des parois thoracique et abdominale. Schéma D : Topographie latérale droite des viscères abdominaux après section des côtes et ablation de la partie droite du centre tendineux du diaphragme et une partie du foie.

1 : Veine cave caudale, 2 : Foie, 3 : Deuxième compartiment gastrique, 4 : Troisième compartiment gastrique, 5 : Sacs glandulaires crâniens, 6 : Sacs glandulaires caudaux, 7 : Grand omentum, 8 : Intestin grêle, 9 : Rein droit, 10 : Pancréas, 11 : Bulbe duodénal, 12 : Duodénum, 13 : Côlon terminal.

projetée caudalement à l'appendice xiphoïde et s'étend sur la partie droite de la région ombilicale.

Le pylore : il se projette au niveau du tiers ventral du 10ème espace intercostal.

Le bulbe duodénal (11) : volumineux et oblique en haut et en arrière, il se projette en regard de la moitié ventrale des deux derniers espaces intercostaux.

Le duodénum (12) : il croise le tiers moyen de la douzième côte et entre en rapport en avant, en partie, avec la face ventrale du rein droit et, en arrière, avec le côlon terminal.

La résection de la plus grande partie du foie met en évidence, d'avant en arrière et de bas en haut, le réseau, le pancréas et le rein droit.

Le réseau : de localisation profonde et situé au centre de la région diaphragmatique postérieure, il s'intercale entre le rumen et le foie et se met en contact avec la petite courbure de la caillette. Ce réservoir n'a aucun rapport avec la paroi.

Le pancréas : situé profondément, il s'étale sous le lobe caudé du foie et le rein droit et se loge dans la racine du mésoduodénum et l'origine du grand mésentère.

Le rein droit : il se projette par son pôle caudal au niveau du creux du flanc dans l'angle lombo-costal, entre la douzième côte et les processus transverses des deux premières vertèbres lombaires. La section du diaphragme permet de voir le pôle crânial de cet organe, en regard de l'extrémité dorsale du dernier espace intercostal.

DISCUSSION

L'étude de la topographie abdominale chez le dromadaire en décubitus sternal est sensiblement comparable à celle faite par PAVAUX (6) en 1965, sur cet animal en position quadrupédale. Ce fait semble lié au développement du rumen chez les ruminants qui empêche, plus ou moins, tout déplacement de la masse intestinale vers la gauche quelle que soit la position de l'animal. Cette disposition topographique est comparable à celle que l'on rencontre chez les autres ruminants et en particulier chez les Bovidés, mais elle s'en différencie par les particularités relatives à la conformation, au volume, à la disposition et à la projection pariétale des viscères abdominaux chez le dromadaire. Ces différences restent néanmoins axées autour du développement et des subdivisions du rumen à gauche, de la caillette, de l'intestin et du grand omentum à droite.

En effet, la rate, par sa conformation, sa position

caudale en relation avec le creux du flanc, par la perte de ses convexions avec le diaphragme, par son adhérence peu étendue sur le rumen et par ses relations avec le bord latéral du rein gauche, constitue un trait anatomique spécifique des Camélidés, comme l'ont rapporté PAVAUX (6) ABIDI (1) et BOUZID (3).

Le rumen du dromadaire, de conformation extérieure et intérieure différente de celle du rumen des Bovidés, occupe toute la moitié gauche de la cavité abdominale, à l'exception de la région hypogastrique et de la partie supérieure du creux du flanc. Les sacs glandulaires crâniens se mettent en contact avec la région xiphoïdienne à la place du réseau. Ce dernier organe, chez le dromadaire, situé profondément à droite du rumen et contre le diaphragme, ne présente aucun rapport pariétal direct ni aucune ressemblance avec le réseau des Bovidés.

La perte de tout contact de la caillette avec la région xiphoïdienne et la paroi abdominale du côté gauche, la conformation et l'étendue de la projection pariétale, du côté droit, de cet organe, sont autant de traits qui font que la caillette des Camélidés est totalement différente de celle des Bovidés. La topographie du pylore et plus particulièrement celle du bulbe duodénal accentue encore cette différence. Par contre, le duodénum, dans son ensemble, présente sensiblement la même disposition que celui des Bovidés.

La masse jéjuno-iléale, refoulée en arrière par le développement de la caillette, se met en contact avec la paroi latéro-ventrale droite de la cavité abdominale et n'est recouverte qu'en partie par le grand omentum, contrairement aux Bovidés chez lesquels cette masse est logée et étroitement maintenue dans le recessus supra-omental. Chez le dromadaire, le grand omentum, dont le développement est intermédiaire entre celui des Équidés et celui des Bovidés (4, 6) s'insère entre les sacs glandulaires caudaux du rumen et non à la limite de la subdivision du rumen, comme c'est le cas chez les Bovidés. Cette séreuse péritonéale n'enveloppe qu'une partie de l'intestin et laisse une certaine mobilité à ce dernier ; de ce fait, on ne peut parler *sensu stricto*, chez le dromadaire, d'une division de la cavité péritonéale en loge supra-omental et infra-omental.

L'ensemble caecum-côlon spiral relativement indépendant vis-à-vis de l'intestin grêle se trouve refoulé en région hypogastrique et à l'entrée du bassin par le rumen à gauche et l'intestin grêle à droite. La projection pariétale de cet ensemble reste cependant plus circonscrite à gauche qu'à droite. Cette dernière constatation, appuyée par la conformation du côlon spiral, incite à comparer ce dernier à celui des Suidés (2, 6).

Le foie du dromadaire, bien que topographiquement reporté à droite comme celui des Bovidés, en diffère pourtant profondément par sa lobation. L'absence de

A. Ouhsine

vésicule biliaire et la réduction du lobe carré pourraient évoquer une analogie avec le foie des Équidés (5). La surface de cet organe laisse apparaître le dessin d'une mosaïque traduisant l'organisation lobulaire et la présence de fortes travées interlobulaires : le parenchyme hépatique du dromadaire est à cet égard beaucoup plus proche de celui du porc que de celui des Équidés ou des ruminants (5).

Le pancréas diffère de celui du boeuf par le développement du lobe gauche et la réduction du lobe droit ainsi que par l'absence du conduit pancréatique accessoire. Cet organe présente des similitudes avec celui des ovins et caprins par l'union du conduit

pancréatique avec le conduit cholédoque, et avec celui des Équidés et des Suidés par l'existence du processus uncinatus et la réalisation d'un anneau pancréatique autour de la veine porte. Tout en gardant les mêmes rapports que celui des Bovidés, le pancréas du dromadaire se situe plus profondément que lui.

A l'inverse des Bovidés, le rein gauche plaqué contre la voûte sous-lombaire et non loin de l'entrée du bassin, reste toujours situé à gauche du plan médian de la cavité abdominale, même lors d'une réplétion excessive du rumen. A l'exception de sa conformation, le rein droit de cette même espèce n'offre rien de particulier par rapport à celui des Bovidés.

OUHSINE (A.). Study of the topography of the abdominal viscera of the dromedary (*Camelus dromedarius*) lying in sternal decubitus. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 73-78.

Following a careful dissection, the topography of abdominal viscera in the dromedary (*Camelus dromedarius*) lying in sternal decubitus was studied on 30 animals of both sexes, either immediately after *rigor mortis*, or after freezing at -22 °C. A detailed description of the topography of the different organs and a comparison with other ruminant species is then provided. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Anatomy - Viscera - Abdomen - Sternal decubitus - Morocco.

OUHSINE (A.). Estudio de la topografía de las vísceras abdominales en el dromedario (*Camelus dromedarius*) en decúbito del esternón. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 73-78.

Se estudió la topografía de las vísceras abdominales en 30 dromedarios (*Camelus dromedarius*) de ambos sexos en decúbito del esternón, sea inmediatamente después de la rigidez cadavérica, sea después de congelación a -22 °C al hacer una disección esmerada. Se expone con todo detalle la topografía de varios órganos y se la compara con la de otras especies de rumiantes. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Anatomía - Viscera - Abdomen - Decúbito del esternón - Marruecos.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABIDI (M.). Contribution à l'étude de la rate chez les animaux domestiques. Thèse Doct. vét. INAV Hassan II, Rabat, 1978.
2. BARONE (R.). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome III. Splanchnologie fascicule I. Appareil digestif, Appareil respiratoire. Lyon, École Nationale Vétérinaire, Laboratoire d'Anatomie, 1976.
3. BOUZID (M.). Contribution à l'étude de la paroi abdominale chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). Thèse Doct. vét. INAV Hassan II, Rabat, 1981.
4. KANAN (C. V.). Observation on the distribution of the omentum in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Acta morphol. neerl. scand.*, 1959, **17** : 295-300.
5. OUHSINE (A.), ZGUIGAL (H.). La conformation extérieure et la lobation du foie du dromadaire (*Camelus dromedarius*). *Zentbl. VetMed., C. Anat. Hist. Embryol.*, 1983, **12** : 25-32.
6. PAVAU (C.). Contribution à l'étude de la topographie viscérale des Camélidés. *Revue Méd. vét.*, 1965, **66** : 409-418.
7. VALLENAS (A.), CUMKINGS (J. F.), MUNNELL (J. F.). A gross study of the compartmentalized stomach of two New-World Camelids, the Llama and the Guanaco. *J. Morph.*, 1971, **134** : 399-424.

H. Höller ¹
 G. Breves ^{1*}
 M. Lechner-Doll ¹

Mineral profiles and mineral turnover in the forestomachs of camels in Kenya grazing under various seasonal conditions

HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.). Profils et taux de renouvellement en minéraux dans le pré-estomac de dromadaires pâturant en diverses saisons au Kenya. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 81-87.

Les volumes et les taux de renouvellement du liquide des pré-estomacs ont été mesurés sur quatre dromadaires adultes fistulés entretenus sur pâturage dans les savanes arbustives à épineux du Kenya. Simultanément, les concentrations en minéraux et leur renouvellement ont été déterminés dans les compartiments C1 (rumen) et C2 (réseau). Les études ont été menées durant la saison humide et durant la saison sèche ; les comportements alimentaires ont été observés pour déterminer les régimes. Les volumes du liquide du pré-estomac n'étaient pas différents d'une saison à l'autre mais les taux de renouvellement du liquide étaient beaucoup plus bas en saison sèche. Les profils de concentration en minéraux Na, K, Ca, Mg et en phosphore inorganique variaient dans la journée selon les différents régimes alimentaires et probablement la production de salive. Le renouvellement journalier des cinq minéraux, dans les pré-estomacs a diminué durant la saison sèche. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Liquide biologique - Minéraux - Concentration - Pâturage - Pré-estomacs - Kenya.

INTRODUCTION

The mineral supply to freely grazing or browsing animals is difficult to evaluate since neither dietary intake nor faecal excretion of minerals can be determined with some degree of certainty in such animals. The experimental problems aggravate if animals are selectively grazing or browsing amongst a great variety of plant species, thus excluding the possibility of feeding representative forage samples in balance experiments. Minerals available for absorption from the gastrointestinal tract must be dissolved in the liquid phase of the gastrointestinal contents, either in the ionized or unionized form. They are of dietary origin or derived from endogenous sources, e.g., secreted with saliva. Therefore, a reasonable though semi-quantitative estimate of the daily supply of dissolved minerals to the gastrointestinal sites of absorption should be possible by measuring, repeatedly over the day, the mineral concentrations in the forestomach fluids, the forestomach fluid volumes and fluid turnover rates.

1. Institute of Physiology, School of Veterinary Medicine, Bischofsholer Damm 15, D-3000 Hannover, Federal Republic of Germany.

(* Present address : Federal Agricultural Research Center (FAL), Braunschweig-Voelkenrode, FRG.

Reçu le 05.08.88, accepté le 16.12.88.

Very little information is available on mineral supply to camels which are freely and selectively grazing and browsing in their natural habitat. Mineral concentrations in blood plasma have been reported by several authors for camels kept under different conditions (compilation see GRÜNDEL, 8) but they reflect regulatory functions and dysfunctions rather than actual flow of available minerals through the absorptive alimentary canal. Therefore mineral and fluid parameters were studied in fistulated dromedary camels in Northern Kenya. The experiments were carried out at the field research station Isiolo (about 300 km north of Nairobi, 1,100 m above sea level, mean annual rainfall 510 mm in the two raining seasons, i.e. March to May and October to November). The vegetation type can be described as thornbush savannah with various *Acacia* species, annual grasses, herbes and shrubs. The experiments were done during the « green season » after rainfall (November) and during the dry season (September).

MATERIAL AND METHODS

Four castrated male camels (*Camelus dromedarius*), 4 to 5 years old, were supplied with permanent cannulae in the upper part of forestomach compartment C1, i.e., in the forestomach section resembling rumen and reticulum in ruminants (6). A schematic drawing of the fistulated forestomach is given in figure 1.

The body weights during the green season experiments were between 420 and 515 kg, during the dry season experiments almost one year later between 450 and 560 kg. The animals were kept over night and in periods between grazing in open, roofed enclosures and had access to salt lick blocks throughout. Grazing and browsing was allowed from 8 a.m. to 1 p.m. and from 3 p.m. to 6 p.m., with a rest over midday in the camp. The animals walked between 5 and 10 km per day, with the larger distances falling into the dry season. In both seasons water was regularly provided once a day *ad libitum* at about 1 p.m. In the green season no water was offered on experimental and sampling days, whereas in the dry season the animals were allowed to continue their usual watering regime to avoid disturbance of their water balance. Approximately 30 l water were then ingested by each animal.

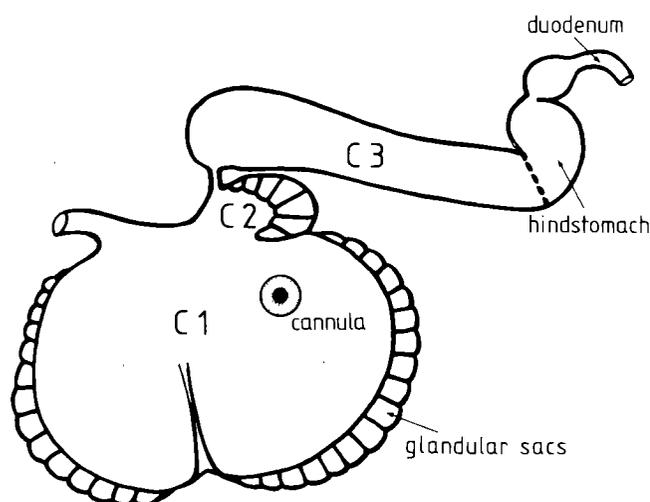


Fig. 1: Schematic drawing of camel forestomach system with cannula in C1.

This means that the determination of the fluid parameter and the mineral profiles in the forestomachs began at least 17 hours after the last watering the day before.

At regular and frequent intervals feeding observations were done as they have been described by BUECHNER (4) to characterize the nutrition of the animals. Each camel was repeatedly observed for two 10-minutes periods during the morning grazing, the two periods being separated by a 30-minutes interphase. During each observation period it was recorded how much time was spent by each animal eating a specific plant, or part of a plant, without moving onwards. So the relative and total feeding times were determined, and the most preferred plant species could be identified, sampled and stored for eventual chemical analysis. It should be noted, however, that this procedure does not allow a quantitative estimate of energy, nitrogen and mineral intake.

Fluid parameters for C1 + C2 were determined by the use of Cr-EDTA as an unabsorbable fluid volume marker. At 6 a.m. approximately 1.35 g Cr as Cr-EDTA dissolved in 150 ml Aqua dest. were given into compartment C1 as a single injection. Fluid volumes, fluid turnover rate constants and fluid turnover rates were calculated on the basis of Cr concentrations in the forestomach fluid measured in 20 ml samples which were taken at hourly intervals from 7 a.m. to 12 p.m. through a tube introduced through the C1 cannula. The equation:

$$C = C_0 \cdot e^{-kt}$$

was applied, where C means the Cr concentration at any given time, C_0 Cr concentration at injection time, k turnover rate constant and t time after injection. The same samples were used for determining the mineral

concentrations. After measurement of the pH value by a battery-operated pH-meter the fluid was squeezed through several layers of cheese cloth, and 5 ml aliquots were mixed with 0.5 ml conc. formic acid for acidification to $< \text{pH } 2$. These samples were kept in a refrigerator and, after return to the home laboratory, stored at -18°C . Before mineral analysis the thawed samples were centrifuged at 40,000 g for 20 minutes to obtain particle-free forestomach fluid. Sodium and potassium were determined by flamephotometry (FLM 3, Radiometer, Copenhagen), calcium, magnesium and chromium by atomic absorption spectrometry (Perkin Elmer AAS 400, Überlingen) and inorganic phosphate by the ammonium-molybdate standard method as described by RICHTERICH (14). Conventional standard procedures were applied for feed analyses.

For the calculation of the daily mineral flow out of C1 + C2 to lower parts of the gastrointestinal tract some assumptions had to be made. Firstly, the chromium-based daily fluid turnover rate constitutes fluid outflow to C3 only if the fluid volume in C1 + C2 remains constant over the day. Secondly, it was assumed that no drastic changes of mineral concentrations in the forestomach fluid occurred between midnight and 7 a.m. when there was no sampling and the animals were resting and ruminating.

RESULTS

In the green season 29 different plant species were selected by the camels but approximately 77 p. 100 of the total feeding time was spent for eating 8 species only. In the dry season the number of selected species was reduced to 7, and about 96 p. 100 of the feeding time was used for grazing or browsing of only 3 species. In table I the preferred plants, the relative feeding time as percentage of total feeding time, and the chemical composition of the plants are given for both seasons.

The pH values of the original forestomach fluid over the day were between 5.8 and 7.5 in both seasons, with a tendency of slightly higher values in the dry season and an indication of peak values during the early grazing phase in the morning. The daily pH profiles (means of 4 animals with standard deviations) are shown in figure 2.

The concentrations of 5 minerals over a grazing day in the acidified and particle-free forestomach fluid are summarized in figure 3.

The decrease of the chromium concentrations in the forestomach fluids could be described by significant monoexponential functions as they are shown in table II. The fluid turnover rate constants were not signifi-

ALIMENTATION-NUTRITION

TABLE I Relative time spent by camels for feeding mostly preferred plant species and chemical composition of those parts of the plants ingested by the animals.

Plant species	Feeding time as per cent of total feeding time	Chemical composition									
		Crude fiber	Crude protein	Crude fat	Ash	NFE	Na	K	Ca	Inorg. phosphate	Mg
		in per cent of dry matter					in mg/g dry matter				
Green season											
<i>Sterculia africana</i>	22	21.5	24.5	1.9	10.1	42.0	0.08	18.1	15.8	3.0	7.2
<i>Velonix elata</i>	10	13.2	31.6	1.9	7.4	45.9	0.15	15.1	13.5	3.1	2.8
<i>Grewia bicolor</i>	9	20.7	23.8	1.3	9.5	44.7	0.05	21.7	16.4	3.3	4.9
<i>Indigofera spinosa</i>	9	33.5	12.6	1.3	9.1	43.5	0.11	12.1	33.7	2.7	4.9
<i>Acacia mellifera</i>	8	20.1	28.8	3.0	8.2	39.9	0.09	19.0	15.9	2.8	4.9
<i>Barleria acanthoides</i>	7	36.7	14.0	1.4	9.4	38.5	0.12	19.6	34.6	2.5	5.8
<i>Maerua endlichii</i>	6	11.4	26.3	2.8	16.3	43.2	0.27	28.1	19.8	1.6	12.2
<i>Commiphora africana</i>	6	13.6	21.9	1.1	7.1	56.3	0.07	14.1	11.7	2.9	4.4
Dry season											
<i>Maerua crassifolia</i>	66	8.5	19.6	3.4	20.0	48.5	0.14	22.4	26.7	1.2	18.4
<i>Heliotropium albohispidum</i>	17	40.9	6.9	1.5	6.9	43.8	0.31	64.0	25.6	0.8	1.8
<i>Indigofera spinosa</i>	13	41.1	8.8	1.7	6.4	42.0	0.10	5.8	37.1	1.3	2.5

TABLE II Monoexponential functions obtained for the decrease of the Cr concentrations in forestomach fluids ($C = Cr$ concentration ; $t =$ time in hours).

Green season			n
Animal No. 1	$C = 16.5.e^{-0.173 t}$	$r^2 = 1.00$	16
Animal No. 2	$C = 17.6.e^{-0.160 t}$	$r^2 = 0.99$	16
Animal No. 3	$C = 19.6.e^{-0.171 t}$	$r^2 = 0.99$	16
Animal No. 4	$C = 18.8.e^{-0.133 t}$	$r^2 = 1.00$	16
Dry season			n
Animal No. 1	$C = 25.1.e^{-0.107 t}$	$r^2 = 0.87$	16
Animal No. 2	$C = 24.7.e^{-0.091 t}$	$r^2 = 0.85$	16
Animal No. 3	$C = 25.5.e^{-0.080 t}$	$r^2 = 0.88$	16
Animal No. 4	$C = 24.0.e^{-0.082 t}$	$r^2 = 0.85$	16

cantly affected by water intake.

The mineral pools in C1 + C2 were obtained by multiplying the fluid volumes by the mineral concentrations measured at the time of Cr-EDTA injection into C1. For the estimation of the mineral turnover rate constant and the daily mineral turnover the respective fluid parameters were used, together with the 24 hours means of the mineral concentrations. Since there was no fluid sampling between midnight and 7 a.m. the mineral concentrations for this time interval were obtained by interpolation. So, for the dry season,

the daily mineral turnover rates are rather an underestimation of the true mineral flow because diluting effects of watering on mineral concentrations have been considered in the calculations, but not the transiently higher fluid turnover rates immediately after water intake. The fluid and mineral parameters are given in table III.

It was found that the forestomach fluid volumes did not greatly differ between the two seasons but that the daily fluid turnover was considerably smaller, and hence the mean fluid retention longer, in the dry

H. Höller, G. Breves, M. Lechner-Doll

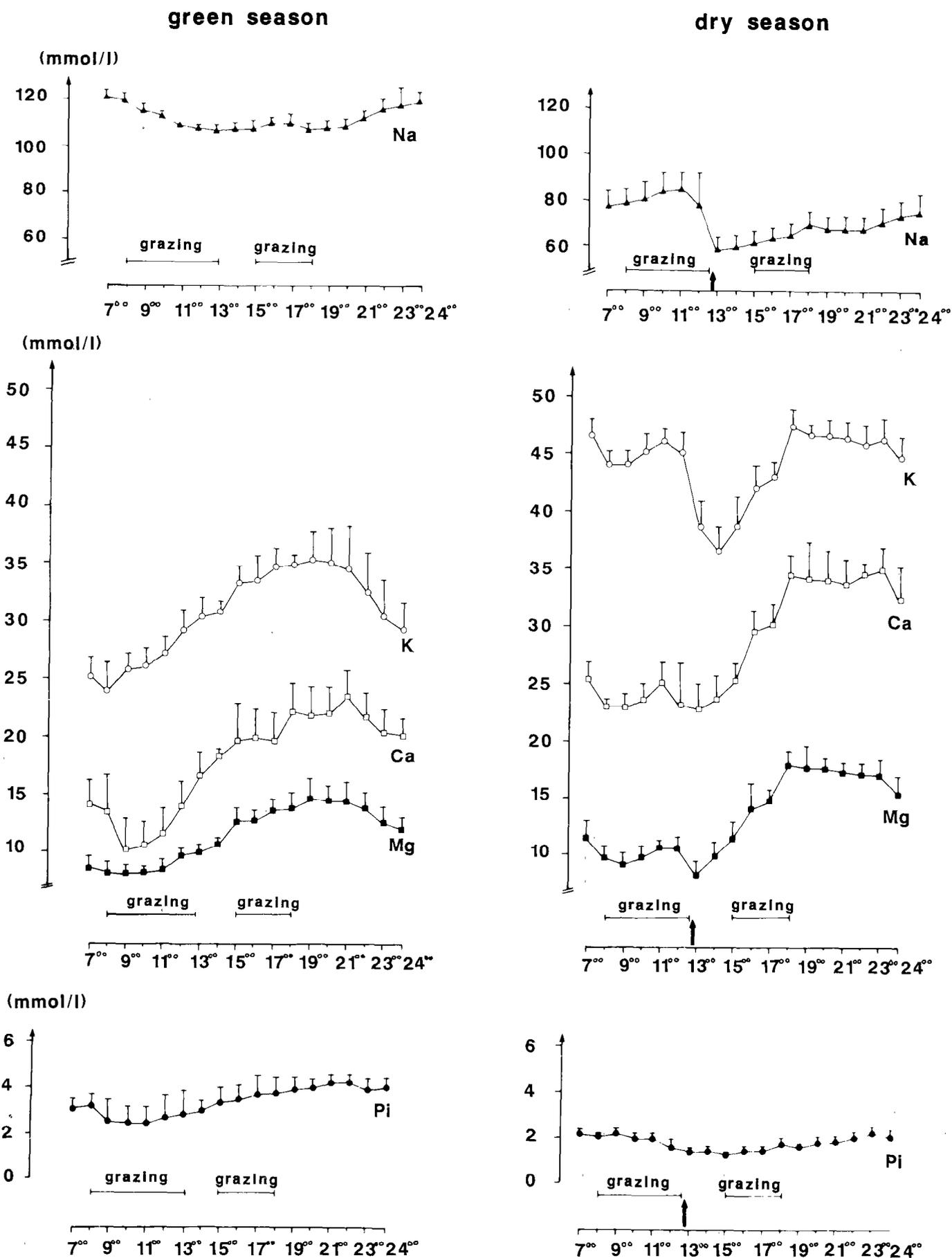


Fig. 3: Mineral profiles in the forestomach fluid (means of 4 animals + S.D.). The arrow indicates time of watering.

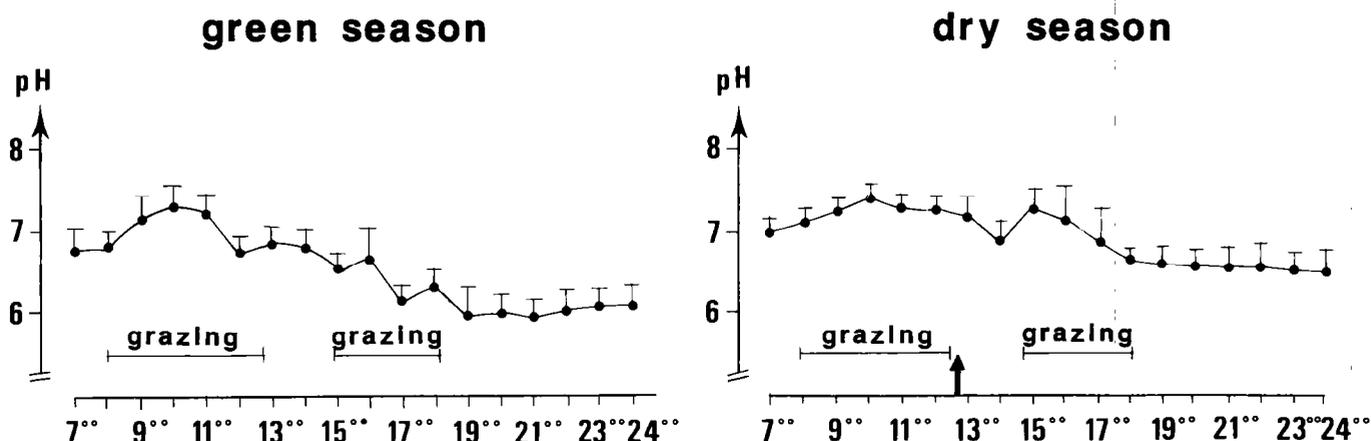


Fig. 2: pH values in the forestomach fluid (means of 4 animals + S.D.). The arrow indicates time of watering.

TABLE III Fluid and mineral parameters for forestomach compartments C1 + C2 (means of 4 animals ± S.D.).

	Green season	Dry season
Fluid volume [l]	38.9 ± 2.1	39.8 ± 2.9
Fluid turnover rate constant [1/h]	0.16 ± 0.02	0.09 ± 0.01
Fluid turnover rate [l/day]	146.9 ± 17.6	86.3 ± 16.8
Mean fluid retention [1/h]	6.4 ± 0.9	11.3 ± 1.6
Sodium pool [g]	103 ± 5.0	67 ± 9.0
Sodium turnover rate [g/day]	390 ± 50	145 ± 37
Potassium pool [g]	44 ± 4.1	67 ± 7.0
Potassium turnover rate [g/day]	166 ± 19	146 ± 28
Calcium pool [g]	28 ± 2.5	44 ± 3.4
Calcium turnover rate [g/day]	105 ± 18	95 ± 13
Magnesium pool [g]	10 ± 1.3	13 ± 1.5
Magnesium turnover rate [g/day]	40 ± 6	28 ± 6
Phosphate pool [g]	4 ± 0.8	2 ± 0.1
Phosphate turnover rate [g/day]	16 ± 2.8	5 ± 0.8

season than in the green season. Forestomach pools of sodium and inorganic phosphate were smaller in the dry season but potassium and calcium pools were greater. Due to different pool sizes and reduced fluid turnover the daily turnover of all five mineral was smaller in the dry season as compared to the green season.

DISCUSSION

The fluid volumes in the forestomach compartments C1 + C2 determined 17 hours after the last watering did not markedly differ between the individual animals

and between the two seasons. Since the mean chromium turnover rate constants were not significantly changed by water intake 7 hours after marker injection, the calculation of the fluid volumes in the dry season was not adversely affected by the changed watering regime. The forestomach fluid volumes constituted 8.7 ± 0.5 p. 100 of the body weight in the green season and 8.0 ± 0.5 p. 100 in the dry season. When expressed on the basis $\text{kg}^{0.82}$ the respective average figures were $261 \text{ ml/kg}^{0.82}$ in the green season and $254 \text{ ml/kg}^{0.82}$ in the dry season, and these figures compare well with those obtained by FARID *et al.* (7) in two camels kept in a stable and fed once daily a maintenance ration. Higher fluid volumes (46-55 l) were reported by BHATIA *et al.* (2) for 8 stall-fed camels of about the same body weight, and by MALOY (13) for 2 camels of unknown body weight (45-48 l). Fluid volumes of 14 and 30 l were found by HOPPE *et al.* (12) in camels weighing 162 and 186 kg, and 35 ± 13 l were measured by HELLER *et al.* (9) in 4 camels of 200-250 kg body weight.

Whereas the fluid volumes in C1 + C2 were almost identical in both seasons the daily fluid turnover in the dry season was reduced by more than 40 p. 100. Even if 30 l drinking water are added to the fluid volume leaving the forestomach per day the difference remains highly significant. Accordingly the mean fluid retention in C1 + C2 in the dry season was about twice as long as in the green season. The mean fluid retention in the dry season was similar to that found by HELLER *et al.* (9) in their studies with camels in the Sudan fed once a day different types of diets.

It is still unknown which factors maintain the remarkably constant forestomach volumes, irrespective of the type and nutritional value of the diet consumed. Water

H. Höller, G. Breves, M. Lechner-Doll

intake may be one of these factors (7, 9) but it should be noted that the fluid volume determinations were made 17 hours after the last watering. It is also unknown how fluid turnover is regulated. Fluid outflow from C1 + C2 is correlated with fluid inflow which is composed of exogenous (drinking and dietary water) and endogenous (saliva, transmural flux) components. Whereas nothing is known about transmural water fluxes in the camel forestomach, saliva secretion from one parotid gland was studied by several authors (1, 11, 15). Estimates are between 12 and 22 l per day and gland, and the duration of rumination seems to be one of the determining factors. Considering the type and amount of diet consumed by the animals during the two seasons it appears unlikely that the reduced fluid turnover in the dry season was due to a greatly reduced saliva flow as a result of a much shorter time spent for rumination. Possibly the metabolic situation in the forestomach has a direct or indirect influence on fluid turnover since, in these animals, the acetate production rate in C1 + C2 was much smaller in the dry season than in the green season (10).

The mineral concentrations and pools in C1 + C2 are determined by intake with food and drinking water, endogenous inflow with saliva, and outflow with forestomach fluid or across the forestomach wall. The sodium and phosphate pools over the day should mainly result from salivary inflow because the diet contained very little of these electrolytes, and lick blocks were not available during the grazing hours. Lower concentrations in the dry season may reflect a reduced rate of saliva production. The phosphate concentrations in the forestomach fluid in both seasons were similar to those found in the rumen fluid of sheep with an experimental phosphorus deficiency (3). A clinical syndrome possibly caused by phosphorus deficiency (« krafft ») in dromedaries in Tunisia was described by DURAND and KCHOUK (5). The daily profiles of potassium, calcium and magnesium seem to be correlated with the digestion and liquification of

food ingested during grazing and browsing, showing peaks during the evening and first part of the night. Greater forestomach pools of potassium, calcium and magnesium in the dry season may be a result of the higher contents of these electrolytes in the preferred plant species as well as of a reduced rate of fluid outflow from C1 + C2.

CONCLUSION

The results show that camel freely grazing and browsing under various vegetational conditions have a remarkable capacity to maintain a certain forestomach fluid volume, despite of different patterns of water intake and turnover. Under dry season conditions the rate of fluid outflow from the forestomach system was greatly reduced, thus assisting in keeping up normal forestomach fluid volumes. It is still unknown which regulatory processes are involved. The results also show that the mineral supply to grazing camels may become marginal, or even deficient, during the dry season. Such mineral imbalances are not fully reflected by mineral concentrations in the forestomach fluid since the rate of mineral outflow to the sites of absorption in the gut may decrease during the dry season.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Prof. H. J. SCHWARTZ (formerly Univ. of Nairobi, now Free Univ. Berlin-West) and Prof. W. v. ENGELHARDT (School of Vet. Med. Hannover/FRG) for their readiness to provide all possible help in carrying out the experiments at the Isiolo field research station.

HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.). Mineral profiles and mineral turnover in the forestomachs of camels in Kenya grazing under various seasonal conditions. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 81-87.

Forestomach fluid volumes and turnover rates, and mineral concentrations, pools and turnover rates in forestomach compartments C1 + C2 were determined in 4 adult fistulated camels during grazing/browsing in the thornbush savannah of Northern Kenya. The studies were done in the green season and again in the dry season, and feeding observations were performed to characterize the nutritional situation. The forestomach fluid volumes were not different between the two

HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.). Estado y tasa de reposición de minerales en el pre-estómago de dromedarios al pastoreo en diferentes estaciones en Kenya. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 81-87.

Se midieron los volúmenes y las tasas de reposición del líquido de los pre-estómagos en cuatro dromedarios adultos fistulados mantenidos al pasto en las sabanas arbustivas con plantas espinosas del Kenya. Se determinaron simultáneamente las concentraciones de minerales y su reposición en los compartimientos C1 (panza) y C2 (redecilla). Se efectuaron los estudios durante la estación húmeda y durante la estación seca al observar los comportamientos alimenticios para

seasons but the fluid turnover rates were much lower in the dry season. The mineral concentration profiles of Na, K, Ca, Mg and inorganic phosphate over the day differed according to different dietary intake and probably saliva production. The daily turnover in the forestomach of all five minerals was reduced in the dry season. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Grazing - Forestomach fluid volumes - Fluid turnover - Mineral concentrations - Mineral pools - Mineral turnover - Kenya.

evidenciar las dietas. No eran diferentes los volúmenes del líquido del pre-estómago entre ambas estaciones sino las tasas de reposición del líquido eran mucho inferiores durante la estación seca. Las concentraciones de minerales Na, K, Ca, Mg y de fósforo inorgánico variaban durante el día según las varias dietas y verosimilmente la producción de saliva. La reposición diaria de los cinco minerales en los pre-estómagos disminuyó durante la estación seca. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Minerales - Concentración - Líquido biológico - Pastoreo - Pre-estómago - Kenya.

REFERENCES

1. BHATIA (J. S.), GHOSAL (A. K.), GUPTA (A. K.), SHARMA (K. B.), SHEKHAWAT (V. S.). Studies on unilateral parotid secretion in camel (*Camelus dromedarius*). *Indian vet. J.*, 1986, **63** (1) : 18-23.
2. BHATIA (J. S.), GHOSAL (A. K.), SHARMA (K. B.), SHEKHAWAT (V. S.), GUPTA (A. K.). Volume of rumen contents in camel. *Indian vet. J.*, 1987, **64** (2) : 176-177.
3. BREVES (G.). Phosphor- und Calciumumsatz sowie Flüssigkeitspassage und mikrobielle Verdauungsvorgänge im Gastrointestinaltrakt von Schafen in einer experimentellen P-Depletion. Hannover, Habilitationsschrift, 1985.
4. BUECHNER (H. K.). Life history, ecology and range use of the pronghorn antelope in Trans-Pecos, Texas. *Am. Midl. Nat.*, 1950, **43** : 257-354.
5. DURAND (M.), KCHOUK (M.). Le « Krafft », une ostéopathie dystrophique du dromadaire. *Archs Inst. Pasteur Tunis*, 1958, **35** : 107-152.
6. ENGELHARDT (W. von), HÖLLER (H.). Salivary and gastric physiology of camelids. *Verh. dt. zool. Ges.*, 1982 : 195-204.
7. FARID (M. F. A.), SHAWKET (S. M.), ABDEL-RAHMAN (M. H. A.). The nutrition of camels and sheep under stress. In : COCKRILL (W. R.), ed. The Camelid. An all purpose animal. Uppsala, SIAS, 1984. Pp. 293-322.
8. GRÜNDEL (M.). Das Blut des einhöckrigen Kamels (*Camelus dromedarius*). Eine Literaturoberwertung. Hannover, FRG, Thesis, 1988.
9. HELLER (R.), LECHNER (M.), WEYRETER (H.), ENGELHARDT (W. von). Forestomach fluid volume and retention of fluid and particles in the gastrointestinal tract of the camel (*Camelus dromedarius*). *J. vet. Med, A.*, 1986, **33** : 396-399.
10. HÖLLER (H.), BREVES (G.), LECHNER-DOLL (M.), SCHULZE (E.). Concentrations of volatile fatty acids and acetate production rates in the forestomachs of grazing camels. *Comp. Biochem. Physiol.* (in press).
11. HOPPE (P.), KAY (R. N. B.), MALOIY (G. M. O.). Salivary secretion in the camel. *J. Physiol., Lond.*, 1975, **244** : 32-33.
12. HOPPE (P.), KAY (R. N. B.), MALOIY (G. M. O.). The rumen as a reservoir during dehydration and rehydration in the camel. *J. Physiol., Lond.*, 1976, **254** : 76-77.
13. MALOIY (G. M. O.). Comparative studies on digestion and fermentation rate in the fore-stomach of the one-humped camel and the zebu steer. *Res. vet. Sci.*, 1972, **13** : 476-481.
14. RICHTERICH (R.). Klinische Chemie. Basel/München, Karger, 1968.
15. STEPANKINA (M. K.), TASHENOV (K. T.). Water metabolism in the camel. *Sechenov physiol. J. USSR*, 1958, **44** (10) : 942-947.

M. Kamoun¹
P. Girard¹
R. Bergaoui¹

Alimentation et croissance du dromadaire. Effet d'un aliment concentré sur l'ingestion de matière sèche et la croissance du chamelon en Tunisie

KAMOUN (M.), GIRARD (P.), BERGAOUI (R.). Alimentation et croissance du dromadaire. Effet d'un aliment concentré sur l'ingestion de matière sèche et la croissance du chamelon en Tunisie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 89-94.

En vue de rechercher la meilleure ration de croissance, dix chamelons sevrés (4 mâles, 6 femelles) âgés de un an et répartis en 3 lots ont reçu pendant 175 jours du foin d'avoine *ad libitum* et un aliment concentré composé à 80 p. 100 de son de blé. La quantité d'eau ingérée a également été mesurée. Maintenus en stabulation entravée, ils ont consommé en moyenne 1,6 (1,4-1,8) kg MS/100 kg de poids vif ou 61 (52-71) g MS/kg de P^{0.75}. Les capacités d'ingestion ont peu varié en fonction de la quantité de concentré distribuée : le taux de substitution du foin par l'aliment concentré a été élevé (0,6 kg MS foin/kg MS concentré). Les gains de poids quotidiens moyens (GQM) ont varié entre 326 g et 525 g sous l'influence de la quantité de concentré distribuée quotidiennement (x en g/kg de P^{0.75}) selon la relation significative : $y = 284 + 5,4 x$. L'expérimentation a établi des indices moyens de consommation de 7,4 kg MS et 5,2 UFV par kg de gain. La valorisation azotée de la ration est proche de celle observée chez les ovins mais nettement supérieure à celle constatée chez les bovins. La consommation moyenne d'eau ingérée a été de 2,2 l/kg MS. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Croissance - Engraissement - Absorption d'eau - Foin - Concentré - Azote - Tunisie.

INTRODUCTION

La méconnaissance assez générale de la capacité d'ingestion du dromadaire, de la variation des quantités ingérées quand un aliment concentré est associé au fourrage et des rendements d'utilisation de l'énergie ingérée (8) a conduit à entreprendre une série d'expérimentations sur les chamelons afin de mieux connaître les paramètres zootechniques indispensables à une alimentation rationnelle.

Dans cet essai, la préoccupation essentielle porte sur les quantités ingérées et leurs variations en fonction de la proportion d'aliment concentré distribuée. Celle-ci paraîtra peut-être importante, mais elle est justifiée, par la double nécessité expérimentale de creuser les écarts et de mieux connaître le potentiel de croissance des chamelons en vue de mettre au point, à terme, des recommandations pour l'engraissement de ce type d'animal dans la perspective d'une spéculation bouchère.

1. École Supérieure d'Agriculture, 7030 Mateur, Tunisie.

Avec la collaboration technique de F. ABDELLI et B. MECHERGUI.

Reçu le 13.12.88, accepté le 04.01.89.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Animaux

L'essai a été conduit à l'École Supérieure d'Agriculture (ESA) de Mateur (Tunisie) sur 10 chamelons maghrebi, âgés d'un an environ en début de période expérimentale, et arrivés le 1er octobre 1987, juste après le sevrage. L'expérimentation a débuté le 14 janvier 1988 après une période consacrée à l'adaptation des animaux à la stabulation entravée et à un nouveau régime alimentaire (Tabl. I).

Le dispositif adopté est celui des blocs avec inversion de régime en milieu de période. Chaque lot est également son propre témoin. Les chamelons ont été répartis le 2 janvier 1988 en 3 lots (A, B, C) en fonction :

- de leur sexe (4 mâles et 6 femelles)
- de leur poids (triple pesée) en fin de période d'adaptation
- de leur croissance journalière pendant la période d'adaptation et la période pré-expérimentale.

Les caractéristiques moyennes des trois lots sont portées au tableau II.

Les chamelons entretenus en stabulation entravée sortent quotidiennement à l'abreuvoir et séjournent ensuite quelques heures dans un paddock nu.

La durée totale de l'essai a été de 175 jours, divisée en 2 périodes de 84 et 91 jours (périodes I et II). De plus, en raison du changement de foin dans la période II, deux sous-périodes (a et b) de 35 et 56 jours respectivement ont été distinguées (Tabl. I).

Alimentation

Elle a été composée exclusivement de foin d'avoine (récoltes 1987 puis 1988) et de deux aliments concentrés comportant tous deux 80 p. 100 de son de blé. Le foin de 1987, récolté tardivement et fâné par temps de pluie, était plus proche d'une paille que d'un foin. Le concentré II (utilisé en période II) renfermait, à la différence du concentré I (utilisé en période I), des

M. Kamoun, P. Girard, R. Bergaoui

TABLEAU I Calendrier et plan d'expérience.

Périodes	Adaptation		Pré-expérimentale	Expérimentale		
				I	II	
					a	b
Dates	1/10/87	1/12	14/1	7/4	12/5	7/7
Régimes alimentaires	Foin I Concentré I : 1,35 kg*		Foin I Concentré I : Lot A } Lot B } 1,35 kg* Lot C }	Foin I Concentré I : Lot A : 2,0 kg* Lot B : 1,6 kg Lot C : 1,2 kg	Foin I	Foin II Concentré II : Lot A : 0,4 kg* Lot B : 1,2 kg Lot C : 2,4 kg

Foin distribué à volonté.

* Par chamelon et par jour.

TABLEAU II Valeur moyenne des critères de mise en lots.

Critères Lots	Mâles	Femelles	Poids au 1/12/1987 (kg)	GMQ	
				Pendant l'adaptation	Pré- expérimentale
A	1	2	161,7 (153,0-184,3)	102 (6-198)	515 (500-539)
B	2	2	153,1 (128,0-184,0)	150 (35-224)	412 (136-575)
C	1	2	160,8 (151,0-171,7)	207 (61-341)	535 (455-620)

() : Valeurs extrêmes.

grignons d'olive et de l'urée (Tabl. III).

Le régime appliqué aux 3 lots ne diffère que par la quantité de concentré allouée. Lors de l'inversion de régime pour chaque lot, les quantités de concentré ont été modifiées selon le tableau I pour creuser les écarts jugés insuffisants dans la première période.

Contrôles

Ils ont porté sur les poids vifs (une simple pesée toutes les deux semaines) et sur les quantités ingérées (pesée quotidienne et individuelle des quantités offertes et refusées).

De plus, six sondages régulièrement répartis au cours de la période II sur les quantités d'eau bues ont été effectués par pesée avant et après abreuvement.

RÉSULTATS COMPARÉS ET DISCUSSION

TABLEAU III Caractéristiques des aliments utilisés.

	MS	MO	MAT	MAD	UFV/kg MS (c)
	g/kg	g/kg MS			
Foin 1987	900	906	58	15 (a)	0,45
Foin 1988	900	912	90	44 (a)	0,55
Concentré I	950	896	119	89 (b)	0,80
Concentré II	950	892	153	120 (b)	0,80

(a) Selon la formule proposée par C. Demarquilly *et al.*, 1981, *In* : Prédiction de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Versailles, INRA Publications.

(b) Selon la formule proposée par C. Demarquilly *et al.*, 1978, *In* : Alimentation des ruminants. Versailles, INRA Publications.

(c) Estimé selon les tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. CIHEAM éd., Saragiza. IAM, 1981.

Consommation de matière sèche (Tabl. IV, V)

La consommation de matière sèche (MS) totale est comprise entre 1,4 et 1,8 kg MS/100 kg de poids vif (PV). Elle est en moyenne de 1,6 kg. Elle est supérieure à celle observée au cours de la période pré-expérimentale : 1,3 kg MS/100 kg de PV (9). Elle est comprise entre les résultats extrêmes de CROSS cités par RICHARD (10, 11) (1,4 à 3,4 kg MS/100 kg de PV) mais plus proche des valeurs minimales en raison, probablement, de la nature et de la qualité du fourrage utilisé. Elle est supérieure à celles obtenues par GIHAD et collab. (6) avec du foin seul ou du foin et des noyaux de dattes (respectivement 1,0 et 1,27 kg MS/100 kg de PV).

ALIMENTATION-NUTRITION

Les animaux de ces essais (6, 10, 11) étant de format souvent très différent de ceux de l'ESA de Mateur dans cette expérimentation, la consommation de matière sèche doit être ramenée au poids métabolique ($P^{0.75}$). Elle devient alors très proche de celle relevée par GIHAD et collab. (6) en Égypte : 49 et 63 g MS/kg $P^{0.75}$ sans et avec complémentation pour 61 g MS/kg $P^{0.75}$ dans cette expérimentation (entre 52 et 71 g MS/kg $P^{0.75}$) ; avec très peu de concentré (9 p. 100, lot A, période II), la consommation de foin a été de 59 g MS/kg $P^{0.75}$. Ces valeurs sont en accord avec celles obtenues par GÉRARD et RICHARD citées par RICHARD (11) : 51 g de foin/kg $P^{0.75}$ sans complémentation, et avec celles de BAKHIT et MIRGANI, citées par RICHARD (11), qui ont enregistré avec un foin de graminées naturelles 38 g/kg $P^{0.75}$ et 52 g/kg $P^{0.75}$ quand celui-ci était complétement par de l'urée.

La consommation de foin a régulièrement augmenté tout au long de l'essai, proportionnellement à l'augmentation du poids vif. Un fort accroissement de l'ingestion de foin a été enregistré lors de la diminution de la quantité de concentré pour le lot A et surtout le lot B. Ensuite, au cours de la période II, le changement de qualité du foin a entraîné une nouvelle augmentation de la consommation de foin, d'autant plus marquée que la consommation de concentré était plus petite (+2 à +8 g/kg $P^{0.75}$) (Tabl. V).

TABLEAU IV Quantités ingérées et indices de consommation. Période I.

Lots	A	B	C
Concentré alloué (kg brut)	2	1,6	1,2
poids initial (kg)	184,3	171,2	184,3
poids final (kg)	219,2	204,0	219,5
GMQ (g/j)	415	390	419
Matière sèche ingérée			
— kg/100 kg P.V.			
foin	0,68	0,72	0,89
concentré	0,84	0,73	0,52
Total	1,52	1,45	1,41
— g/kg $P^{0.75}$			
foin	25	27	33
concentré	31	27	19
Total	56	54	52
P. 100 du concentré dans la MS	55	50	37
Refus de foin (p. 100 du distribué)	17	18	14
Indice de consommation			
kg MS/kg de gain	7,4	7,0	6,8

TABLEAU V Quantités ingérées et indices de consommation. Période II.

Lots	A	B	C
Concentré alloué (kg brut)	0,4	1,2	2,4
Poids initial (kg)	219,2	204,0	219,5
Poids final (kg)	248,8	236,9	267,3
GMQ (g/j)	326	362	525
Matière sèche ingérée			
— kg/100 kg P.V.			
Foin	1.38(a)) 1.50(II)	1.26(a)) 1.34(II)	0.79(a)) 0.81(II)
	1.57(b))	1.39(b))	0.82(b))
Concentré	0.15	0.48	0.87
Total	1.65	1.82	1.68
— g/kg $P^{0.75}$			
Foin	54(a)) 59	48(a)) 52	31(a)) 32
	62(b))	54(b))	33(b))
Concentré	6	19	34
Total	65	71	66
p. 100 du concentré dans la MS	9	26	52
— Refus de foin (p. 100 du distribué)	29(a)) 20 (II)	25(a)) 16 (II)	19(a)) 11 (II)
	14(b))	11(b))	6(a))
Indice de consommation			
kg MS/kg de gain	11,9	11,1	7,8

(a) sous-période a ; (b) sous-période b ; (II) ensemble de la période II (Tabl. I)

M. Kamoun, P. Girard, R. Bergaoui

Substitution (Tabl. VI)

Les taux de substitution des fourrages par l'aliment concentré ont été calculés à l'intérieur de chaque période en comparant :

— pour la période I, le lot C et les lots A + B, regroupés en raison des proportions voisines d'aliment concentré ;

— pour la période II, le lot A et le lot B, le lot C étant écarté pour ne pas avoir disposé en permanence de foin à volonté.

Le tableau VI montre que, comme pour les autres ruminants, le taux de substitution augmente avec le pourcentage de concentré dans la ration et l'ingestibilité du fourrage (2).

Ces valeurs sont élevées eu égard à la qualité des foin offerts ; elles expliquent la relative stabilité du niveau d'ingestion de la ration totale alors que le pourcentage de concentré a varié, selon les lots et les périodes, de 9 à 55 p. 100 de la matière sèche ingérée (Tabl. IV, V).

TABLEAU VI Taux de substitution foin/concentré.

Périodes	I	II
Proportion d'aliment concentré dans les rations comparées (p. 100)	37 et 52	9 et 26
Taux de substitution (en kg MS foin/kg MS concentré) :		
Foin 1987	0,7	0,5
Foin 1988	—	0,6

Gains de poids (Tabl. IV, V)

Les gains de poids ont varié entre 326 et 525 g/j suivant la période et le lot. Le niveau de ces gains se situe dans la moyenne de la classe d'âge étudiée, 12-18 mois (8). Il est comparable à celui trouvé par CHARIHA (1) en Libye dans un système intensif d'élevage, mais supérieur à celui trouvé par FIELD (5) au Kenya avec une conduite extensive. Ces deux auteurs ont enregistré respectivement 470 g et 317 g de gain quotidien durant les 6 mois qui ont suivi le sevrage.

Une liaison apparaît entre le gain de poids et l'apport de concentré (Fig. 1). Elle a été évaluée en calculant la régression entre le GMQ (y , en grammes) et la quantité journalière d'aliment concentré ingérée (x) en prenant en considération les variations de poids des animaux (x g/kg de $P^{0,75}/j$). Dans ces conditions :

$$y = 284 + 5,4 x$$

avec $r = 0,81$ significatif à 5 p. 100.

Cette régression permet d'estimer à 284 g le GMQ en l'absence de complémentation. Il est comparable à celui mesuré par FIELD (5) en élevage extensif. Elle montre également la faible efficacité de l'aliment concentré ; est-elle une caractéristique de l'espèce cameline du fait, notamment, d'une forte substitution fourrage/concentré, ou est-elle due à un facteur limitant (azote) du concentré lui-même ? La question est encore sans réponse au stade actuel de nos travaux.

Valorisation de la ration (Tabl. IV, V, VII)

Les indices de consommation et les indices énergétiques sont très proches quand le pourcentage de concentré dans la ration est voisin de 50 ; ils sont en moyenne de 7,4 kg MS et 5,2 Unités Fourragères Viande (UFV) par kg de gain. Ils sont nettement supérieurs à ceux calculés sur les mêmes animaux au cours de la période pré-expérimentale avec 57 p. 100 de concentré : 4,2 kg MS et 3,4 UFV par kg de gain (9).

TABLEAU VII Valeur nutritive des rations ingérées.

Périodes	I			II		
	A	B	C	A	B	C
Valeur azotée						
MAT (g/kg MS)	92	89	80	86	111	117
MAD (g/kg MS)	56	52	33	41	56	78
Valeur énergétique						
UFV (/kg MS)	0,64	0,63	0,58	0,54	0,59	0,66

Quand le taux de concentré est plus faible (9 et 26 p. 100) ils se sont élevés respectivement à 11,5 kg MS et 6,5 UFV par kg de gain du fait, notamment, de la part plus grande prise par les besoins d'entretien dans l'indice de consommation quand le GMQ diminue. Ces derniers sont comparables à celui obtenu, en Tunisie, sur taurillons avec un foin analogue à ceux utilisés dans cette expérience : 12 kg MS par kg de gain avec 29 p. 100 de concentré (12).

Le taux de MAT dans la MS a toujours été supérieur à 8 p. 100, il a donc toujours permis une activité et une prolifération microbiennes normales au niveau du rumen.

Pour la nutrition azotée, aucune liaison n'a été constatée entre l'apport de MAD et le GMQ. Dans le tableau VIII, la MAD apportée par la ration a été comparée aux besoins d'entretien et de croissance des bovins et des ovins soit respectivement 3,0 g MAD/kg $P^{0,75} + 35$ g MAD/100 g GMQ et 2,14 g MAD/kg $P^{0,75} + 35$ g MAD/100 g GMQ (7). Il apparaît :

— un équilibre entre les besoins d'ovins et les apports des rations des lots B et C en période II ;

ALIMENTATION-NUTRITION

TABLEAU VIII Apports nutritifs des rations ingérées. Comparaison avec les besoins d'ovins et de bovins pour des performances identiques.

Périodes	I			II		
	A	B	C	A	B	C
Lots						
Poids moyen vif (kg)	202	187	202	234	220	243
GMQ (g)	415	390	419	326	362	525
UFV (/jour)	2,24	1,94	1,86	2,10	2,37	2,70
UFV (/kg de gain)	5,4	5,0	4,4	6,4	6,5	5,1
MAD (g/jour)						
• Apport ration	176	146	122	162	227	319
• Besoins ovins	239	225	240	226	231	289
• Besoins bovins	306	288	307	294	298	368

— un déficit de 60 à 120 g et de 130 à 180 g des apports des autres rations par rapport aux besoins respectifs des ovins et des bovins.

Les besoins azotés d'entretien et/ou de croissance des chamelons sembleraient donc être très nettement inférieurs à ceux des bovins et inférieurs ou égaux à ceux des ovins. Le recyclage important de l'azote pourrait en être l'une des raisons. Le GMQ des lots A et B en période I se serait aussi trouvé limité par un apport d'azote insuffisant ; ceci est en contradiction partielle avec les indices de consommation. Le GMQ de 525 g (lot C, période II) a été obtenu avec un rapport MAD/UFV de 118 g.

Consommation d'eau (Tabl. IX)

L'eau ingérée (eau bue + eau liée aux aliments) est en moyenne de 2,2 l/kg de MS ingérée ; elle est comparable aux résultats de GIHAD et collab. (6) avec 1,93 et 2,72 l/kg et à ceux de FARID (3, 4) avec 2,29 l/kg.

KAMOUN (M.), GIRARD (P.), BERGAOUI (R.). Feeding and growth of the dromedary. Effect intake of the concentrate in dry matter ingestion and young camel growth in Tunisia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 89-94.

In view of searching the best growth and diet ration, three batches of ten weaned young camels of one year of age (4 males, 6 females) have received during 175 days oats hay *ad libitum* and a concentrate of 80 p. 100 of wheat bran. Total ingested water has been also measured. The animals were kept under hobbled stalling. The average feed consumption was 1.6 kg dry matter per kg of liveweight (1.4-1.8) or 61 g dry matter/kg of $W^{0.75}$ (metabolic weight factor). The intake capacities were little affected in relation to the amount of distributed concentrate. Hay substitution rate with the concentrate was high (0.6 kg dry matter hay/kg dry matter concentrate). The average daily weight gain variation ran from 326 g up to 525 g in relation to the daily concentrate allowance, (x in g/kg for $W^{0.75}$) according to the significant relation : $y = 284 + 5.4 x$. Following these experiments, the

TABLEAU IX Consommation d'eau.

Lot	A	B	C	Moyenne
Eau bue/kg MS (kg)	1,8	2,1	2,1	2,0
Eau ingérée/kg MS (kg)	1,9	2,3	2,3	2,2
Eau bue/kg $P^{0.82}$ (g)	78	104	96	93
Eau ingérée/kg $P^{0.82}$ (g)	84	110	102	99

En revanche, l'eau ingérée par kg de $P^{0.82}$ s'avère variable : 52,6 g pour FARID (3, 4), 83 et 86 g pour GIHAD et collab. (6), 104 et 188 g pour MAC FARLANE et HOWARD cités par FARID (4). La moyenne de 99 g trouvée lors de nos essais se situe entre ces limites.

Cette variabilité du besoin en eau relève vraisemblablement des conditions d'environnement (température...) différentes d'un essai à l'autre.

CONCLUSION

L'ingestion de matière sèche totale (1,6 kg MS/100 kg PV ou 61 g MS/kg $P^{0.75}$) s'est révélée peu variable en fonction de l'apport d'aliment concentré mettant ainsi en évidence une forte substitution fourrage/concentré. Il s'en est suivi une réponse positive, mais faible, du gain de poids à ces apports croissants d'aliment concentré (environ 85 g de GMQ par kg de concentré).

Cependant, il manque des éléments pour juger de l'effet que la nutrition azotée a pu effectivement avoir sur la croissance pondérale.

Le faible nombre de chamelons utilisés rend nécessaire la poursuite des recherches pour compléter ces premiers résultats.

KAMOUN (M.), GIRARD (P.), BERGAOUI (R.). Alimentación y crecimiento del dromedario. Efecto de un alimento concentrado sobre la ingestión de materia seca y el crecimiento del camello joven en Túnez. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 89-94.

Con objeto de buscar la mejora ración de crecimiento, se alimentaron durante 175 días 3 grupos de 10 camellos jóvenes destetados (4 machos, 6 hembras) de un año de edad con heno de avena *ad libitum* y un alimento concentrado conteniendo 80 p.100 de afrecho. Se midió también la cantidad de agua ingerida. Mantenidos en estabulación trabada, consumieron por término medio 1,6 (1,4-1,8) kg MS/100 kg de peso vivo o 61 (52-71) g MS/kg de $P^{0.75}$. Las capacidades de ingestión variaron poco con arreglo a la cantidad de concentrado dada : fué elevada (0,6 kg MS heno/kg MS concentrado) la tasa de sustitución del heno por el alimento concentrado. Los aumentos diarios medios (ADM) de peso variaron entre 326 g y 525 g bajo la influencia de la cantidad de concentrado administrada cada día (x en g/kg de $P^{0.75}$) según la relación significativa : $y = 284 + 5,4 x$. A

M. Kamoun, P. Girard, R. Bergaoui

mean consumption indexes were 7.4 kg dry matter and 5.2 meat forage unit per kg of gain respectively. While the nitrogen efficiency is next to that of sheep, it clearly outstands that of bovine. The mean ingested water consumption was 2.2 l per kg dry matter. *Key words* : Dromedary - *Camelus dromedarius* - Growth - Fattening - Hay - Concentrate - Ingested water - Nitrogen - Tunisia.

partir de esta experimentación, se determinaron índices medios de consumo de 7,4 kg MS y 5,2 unidad forraje carne por kg de aumento. La valorización nitrogenada de la ración es cerca de la observada en los ovinos pero mucho superior a la de los bovinos. Fué de 2,2 l/kg MS el consumo medio de agua ingerida. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Crecimiento - Engorde - Absorción de agua - Heno - Concentrado - Nitrogeno - Túnez.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHARIHA (A. M.). Comportement des dromadaires durant la traite et les méthodes de traite dans le troupeau libyen. *Ing. agron. arabe*, 1986, 15 : 31-35.
2. DULPHY *et al.* Révision du système des unités d'encombrement. Theix, INRA, 1987. Pp. 35-48. (Bulletin technique CRZV n° 70).
3. FARID (M. F. A.). Water and minerals problems of the dromedary camel. An overview. *In* : Séminaire Digestion, Nutrition et Alimentation du dromadaire, 28 février-1 mars 1988. Algérie, Ouargla, 1988.
4. FARID (M. F. A.), SAWKET (S. M.), ABDEL-RAHMAN (M. H. A.). The nutrition of camels and sheep under stress. *In* : ROSS COCKRILL (W.), ed. The Camelid an all purpose animal. Uppsala, Scandinavian Institute of African Studies, 1984. Vol. 1. Pp. 293-322.
5. FIELD (C. R.). Camel growth and milk production in Marsabit district, Northern Kenya. *In* : ROSS COCKRILL (W.), ed. The Camelid an all purpose animal. Uppsala, Scandinavian Institute of African Studies, 1984. Vol. 1. Pp. 209-230.
6. GIHAD (E. A.), EL GALLAD (T. T.), SOOUD (A. E.), ABOU EL-NASR (H. M.), FARID (M. F. A.). Feed and water intake, digestibility and Nitrogen utilization by camels compared to sheep and goats fed lowprotein desert by-products. *In* : Séminaire Digestion, Nutrition et Alimentation du dromadaire, 28 février-1 mars 1988. Algérie, Ouargla, 1988.
7. INRA. Alimentation des ruminants. Paris, INRA, 1978. 282 p.
8. KAMOUN (M.). Nutrition et croissance chez le dromadaire (production de viande). *In* : Séminaire Digestion, Nutrition et Alimentation du dromadaire, 28 février-1 mars 1988. Algérie, Ouargla, 1988.
9. KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.), GIRARD (P.). Alimentation et croissance du chamelon, étude de la phase d'adaptation à un système de production intensive. *In* : Séminaire Digestion, Nutrition et Alimentation du dromadaire, 28 février-1 mars 1988. Algérie, Ouargla, 1988.
10. RICHARD (D.). Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1984. (Études et synthèses n° 12).
11. RICHARD (D.). Ingestibilité et digestibilité des aliments par le dromadaire. *In* : Séminaire Digestion, Nutrition et Alimentation du dromadaire, 28 février-1 mars 1988. Ouargla, Algérie, 1988.
12. SANSOUCY (R.), BEN DHIA (M.), SOLTANE (C.). La complémentation de rations à base d'ensilage de céréales fourragères pour l'engraissement de taurillons de type local en Tunisie. *Fourrages*, 1984, 97.

Communication

Note sur la consommation d'un foin par des dromadaires

D. Gérard ¹

D. Richard ²

GÉRARD (D.), RICHARD (D.). Note sur la consommation d'un foin par des dromadaires. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 95-96.

Un foin de graminées naturelles a été distribué à 2 lots de dromadaires Dankali en Éthiopie. La consommation de matière sèche a été de 51 g/kg P^{0,75}, équivalant à une quantité de matière organique digestible comprise entre 22 et 28 g/kg P^{0,75} suivant différentes équations de prévision de la digestibilité de la matière organique. Ces résultats sont comparés aux rares données de consommation figurant dans la littérature. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Foin - Consommation - Matière sèche - Éthiopie.

L'alimentation est un des aspects les plus mal connus de la zootechnie du dromadaire. Des descriptions qualitatives des plantes appréciées ont été faites, mais il existe très peu de données quantitatives sur la digestibilité et la consommation de matière sèche (MS) des différents aliments consommés par le dromadaire (10).

Les principaux résultats de mesures de consommation sont ceux de CROSS... datant de 1918 ! Plus récemment, KNOESS *et al.* (8) mentionnent quelques observations de quantités ingérées pour différents fourrages.

Compte tenu de ces lacunes importantes, il a paru intéressant de rapporter les mesures de consommation d'un foin faites au cours d'un essai thérapeutique en Éthiopie.

Les mesures ont été réalisées à l'école agricole de Gewani (province du Harar, Éthiopie) où 2 lots (5 et 6 têtes) de dromadaires de race Dankali ont été mis en stabulation durant 4,5 mois. Le premier mois a été la période d'adaptation aux conditions de stabulation et d'alimentation.

Le poids des animaux a été calculé par la méthode barymétrique de BOUÉ (3). La légère modification du coefficient multiplicateur établie par GRABER (5) a été adoptée suite à plusieurs pesées faites précédemment.

1. Mission vétérinaire française en Éthiopie, BP 1053, Addis-Abeba, Éthiopie.

2. Chercheur IEMVT-CIRAD mis à la disposition du LNERV-ISRA, BP 2057, Dakar, Sénégal.

Reçu le 21.11.88, accepté le 23.11.88.

Un foin à base de graminées provenant des hauts plateaux éthiopiens a été distribué 2 fois par jour à chaque lot. Les quantités distribuées ont été notées quotidiennement et les refus ont été collectés tous les 2 ou 3 jours. Les dromadaires disposaient d'eau de boisson à volonté.

La composition du foin distribué était :

- matière organique : 880 g/kg MS
- matières azotées totales : 54 g/kg MS
- cellulose brute : 316 g/kg MS
- calcium : 6,5 g/kg MS
- phosphore : 3,5 g/kg MS
- dégradabilité enzymatique de la matière sèche : 58,1 p. 100 (méthode à la pepsine cellulaire, AUFRERE) (1).

Les poids moyens des animaux et des consommations moyennes de matière sèche sont rapportés dans le tableau I.

TABLEAU I Poids moyen des animaux et consommation moyenne de matière sèche.

	Poids vif (kg)		Consommation de matière sèche			Taux de refus (p. 100)
	initial	final	kg/tête	kg/100 kg PV	g/kg P ^{0,75}	
Lot 1	256	270	3,2	1,22	49	5
Lot 2	273	275	3,6	1,32	53	5

La moyenne des consommations des 2 lots est de 51 g MS/kg P^{0,75}, soit 45 g de matière organique. Cette consommation est faible, mais correspond à l'ingestibilité des fourrages pauvres. CROSS (4) rapporte une consommation voisine avec une paille d'orge distribuée seule, ainsi que MALOY (9) avec un foin de *Cynodon dactylon* et BAKHIT et MIRGANI (2) avec un foin de graminées naturelles plus un apport d'urée par voie intraruminale. En revanche, KNOESS *et al.* (8) observent des consommations élevées atteignant 3,4 kg MS avec des légumineuses distribuées en vert et ayant des teneurs élevées en matières azotées.

Au cours de ces mesures, les poids des dromadaires ont peu varié, la différence de 14 kg dans le lot 1 étant en grande partie due à une femelle gestante. Le foin distribué a donc permis d'entretenir les animaux. Il est intéressant d'observer que la quantité de matière organique digestible ingérée (MODI) a été comprise entre 22 et 28 g/kg P^{0,75} selon que la digestibilité de la matière organique est calculée en appliquant les équations de prévision de AUFRERE (1) ou de GUERIN (6). Ces limites sont proches des valeurs habituelles

Communication

de MODI recommandées pour l'entretien, 23 à 26 g/kg $P^{0,75}$ (7).

Ces résultats, comparés aux autres données de la littérature, montrent que les consommations de matière sèche des aliments disponibles pour le dromadaire sont très variables allant de 1,2 à 3,4 kg MS/100 kg PV. Il est vraisemblable que les facteurs de variation de ces ingestions de matière sèche sont voisins de ceux connus chez les autres ruminants. Il reste cependant indispensable de mieux connaître les mécanismes de régulation de l'ingestion et de l'utilisation digestive des aliments par le dromadaire.

Remerciements

Nous remercions le Docteur ZELLEKE, Directeur des Services vétérinaires éthiopiens, Ato Gira BISLAT du troisième projet du développement de l'élevage et le Docteur VAN GOOL des laboratoires Rhône-Mérieux de nous avoir permis d'effectuer ces mesures.

GÉRARD (D.), RICHARD (D.). Note on hay consumption by one-humped camels. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 95-96.

Natural grasses as hay were given to 2 groups of Dankali dromedaries in Ethiopia. The dry matter intake was 51 g/kg $W^{0,75}$, equivalent to 22 to 28 g of digestible organic matter according to different prediction equations for the digestibility of the organic matter. These

results are compared to the rare data on dry matter intake existing in the literature. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Hay - Dry matter intake - Ethiopia.

Bibliographie

1. AUFRERE (J.). Étude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Annls Zootech.*, 1982, **31** (2) : 111-130.
2. BAKHIT (S. M. A.), MIRGANI (T.). Effects of intraruminal administration of urea on the nitrogen balance of camels and goats. *In* : MUSA (B. E.), AZB MELAKU, WILSON (R. T.), eds. Camel research from Sudan. Addis-Abeba, CIPEA/ILCA, 1986. Pp. 34-41.
3. BOUÉ (A.). Essai de barymétrie chez le dromadaire nord-africain. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1949, **3** (1) : 13-16.
4. CROSS (H.E.). Some camel feeding experiments. *Agric. Res. Inst., Pusa*, 1918, **77** : 8.
5. GRABER (M.). Étude dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire du thiabendazole sur divers helminthes des animaux domestiques. II. Dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (4) : 527-543.
6. GUERIN (H.). Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliers et sahélo-soudaniens : étude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal.
7. INRA. Alimentation des ruminants. Versailles, INRA publications, 1978. 598 p.
8. KNOESS (K. H.), MAKHUDUM (A. J.), RAFIQ (M.), HAFEEZ (M.). Potentiel laitier de la chamelle - plus particulièrement au Penjab pakistanais. *Revue mond. Zootech.*, 1986, **57** : 11-21.
9. MALOYIY (G. M. O.). Comparative studies on digestion and fermentation rate in the fore stomach of the one-humped camel and the zebu steer. *Res. vet. Sci.*, 1972, **13** : 476-481.
10. RICHARD (D.). Ingestibilité et digestibilité des aliments par le dromadaire. Séminaire CIHEAM, Ourgla, mars 1988. 14 p.

D. Richard ¹ | **La production laitière des dromadaires**
D. Gérard ² | **Dankali (Éthiopie)**

RICHARD (D.), GÉRARD (D.). La production laitière des dromadaires Dankali (Éthiopie). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 97-103.

Un suivi sur trois ans et demi de 5 femelles de race Dankali entretenues sur pâturages naturels a permis d'observer 6 lactations complètes, 6 intervalles entre mises bas, 11 naissances et la croissance de 5 chamelons ; 99 contrôles laitiers ont été pratiqués. La production moyenne de lait est de 1 123 litres sur 12,25 mois. Le coefficient de persistance est élevé : de 97,1 p. 100 et de 74,1 p. 100 pour des périodes de 100 jours. Le pic de lactation est atteint à 56,5 jours avec un volume de 4,4 litres. Les intervalles entre mises bas sont très variables : de 13 à 32 mois (\bar{x} = 22 mois). L'intervalle mise bas-saillie fécondante peut être bref et la lactation peut se poursuivre jusqu'à un stade avancé de la gestation. Les productions observées sont comparées à des relevés ponctuels de lactation rapportés dans la même région, sur le même type d'animaux mais dans des conditions d'entretien différentes. *Mots clés* : Dromadaire Dankali - *Camelus dromedarius* - Lait - Production laitière - Éthiopie.

race Dankali, dans une région d'Éthiopie. Cinq animaux ont été achetés puis confiés à un éleveur qui les a intégrés à son troupeau conduit de façon traditionnelle sur pâturage naturel. Si le potentiel de production laitière peut être connu par une alimentation intensive, ce qui avait fait l'objet d'observations dans la même région auparavant (12), il a paru plus intéressant dans un premier temps de faire des suivis dans le cadre d'un système d'élevage extensif, plus représentatif du mode de production habituel du dromadaire. Les chammelles et leurs produits ont fait l'objet de contrôles réguliers durant trois ans et demi. Les quantités de lait, la durée des lactations, les intervalles entre mises bas et les croissances des jeunes ont été mesurés.

INTRODUCTION

Le lait est une finalité des plus importantes de l'élevage du dromadaire. Un certain nombre de données sur la production laitière de cet animal sont rapportées dans la littérature (11). Elles indiquent que les quantités de lait peuvent être abondantes à un moment de la lactation. Toutefois, il n'existe guère d'études complètes rapportant les productions sur une lactation complète, ou précisant le rang de la lactation.

Il est également très rare de disposer de suivi pour une race donnée avec un type d'alimentation connu. Or, il est évident qu'il existe plusieurs types génétiques chez le dromadaire (3, 5) et que chaque type peut être caractérisé par ses productions.

Dans le but de mieux appréhender la production laitière de cette espèce, un suivi de femelles a été fait sur des dromadaires d'un type génétique précis, la

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Localisation de l'étude

Le troupeau étudié fut confié à un éleveur de la région d'Awash en bordure Est de la province du Shoa, en zone de basse altitude, au piémont des hauts plateaux éthiopiens.

L'éleveur était localisé dans une zone comprise entre les rivières Koloba et Kessem au sud, Kabana au nord et Awash à l'est. Un projet de développement travaillait dans cette région : ses membres ont assuré les prises de contact avec les éleveurs et une partie du suivi.

Cette région est à une altitude moyenne de 800 m. Le climat y est tropical sec avec une pluviosité annuelle moyenne de 450 mm, les principales pluies ayant lieu en juillet et août.

L'eau pour l'abreuvement des animaux est relativement abondante du fait de la présence des rivières.

Les physionomies des pâturages sont celles de steppe herbacée, de savane arbustive ou de forêt claire. Les graminées dominantes sont *Chrysopogon plumulosus* et *Cymbopogon pospischilii*, les ligneux les plus fréquents *Acacia senegal* et *Acacia nubica* (4). Il existe de nombreuses autres espèces végétales.

1. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cédex, France.

2. Mission vétérinaire française en Éthiopie, B.P. 1053, Addis Abeba, Éthiopie.

Reçu le 22.09.87, accepté le 19.10.87.

D. Richard, D. Gérard

Les animaux

Les dromadaires présents dans la région sont de race Dankali, Danakil, Arrho ou Issas (10). Ce sont des animaux de petite taille, 1,76 à 1,80 m au garrot, trapus, à tête massive, de robe fauve. La race a été peu décrite ; il est néanmoins très facile de la différencier des autres races présentes en Éthiopie.

Cinq femelles gravides ont été achetées sur les marchés locaux ; l'une avait eu plusieurs gestations auparavant, les autres étaient primipares, d'un âge moyen voisin de 5 ans.

Les premières mises bas ont eu lieu 1, 3, 4 et 9 (deux cas) mois après l'achat.

Conduite du troupeau

Les animaux ont été confiés à un éleveur de la région, lui-même propriétaire d'un troupeau d'une vingtaine de dromadaires. Un contrat a été passé avec cet éleveur ; les animaux lui étaient confiés pour une durée de 5 ans ; les petits nés des 5 chamelles au cours de cette période étaient sa propriété, les femelles initiales lui revenant au bout des cinq années ; la production de lait lui était laissée. En contrepartie l'éleveur s'engageait à traiter les 5 animaux comme les siens, à les présenter ou à indiquer leur localisation lors de chaque visite, à présenter le produit de la traite lors des contrôles et à ne pas refuser un traitement ou un prélèvement si cela était jugé nécessaire par la personne assurant le contrôle.

Pour diverses raisons, le suivi n'a pu être assuré que sur une période de 3 ans et demi : de février 1978 à juillet 1981.

Le troupeau des femelles allaitantes et une partie des autres animaux passaient la nuit au campement de l'éleveur. L'ensemble était conduit au pâturage entre 6h30 et 7h30 puis revenait le soir à la tombée de la nuit.

Les femelles gravides non allaitantes étaient séparées et constituaient un autre troupeau avec les jeunes animaux à partir de 12-18 mois et un mâle adulte. Ce troupeau était conduit sur des pâturages éloignés du campement et leur localisation était souvent difficile.

En revanche, il était aisé de contrôler les femelles en lactation et les chamelons jusqu'à 10-12 mois car ils étaient présents la plupart des nuits au campement de l'éleveur qui restait presque l'année entière sur le même site.

Aucun complément alimentaire n'a été distribué lors de l'étude. Les animaux ont reçu des traitements anthelminthiques en début d'étude et quelques traitements anti-infectieux au cours des 3 années et demie de suivi.

Contrôle de la production laitière

A chaque mise bas, l'éleveur devait prévenir le plus rapidement possible, soit entre 1 et 4 jours.

Les jours suivant la mise bas, la traite n'était pas pratiquée ; elle ne débutait que 5 à 8 jours après.

Les contrôles laitiers n'ont pu être effectués à intervalles réguliers : ils ont eu lieu tous les 5 à 10 jours lors des deux premiers mois, puis avec un espacement de 15 jours à un mois. La traite complète était faite sur deux quartiers (un antérieur et un postérieur) et le volume recueilli alors multiplié par 2, ou sur les quatre, le soir ou le matin. Plusieurs fois, la traite a eu lieu le soir et le matin suivant. La présence du chamelon était nécessaire au début de la traite. Toutefois, une chamelle a donné son lait pendant 11 mois, alors que le petit était mort à 17 jours ; ceci a permis un contrôle complet.

Au total, sur 3 ans et demi, les observations ont porté sur 12 mises bas, 6 lactations complètes et une incomplète. Les mesures ont été faites au moyen d'une éprouvette et correspondent donc à des volumes. Quatre-vingt-dix-neuf contrôles ont été pratiqués.

Pour le calcul des productions totales, les quantités ont été reportées sur papier millimétré pour dessiner une courbe de lactation. Les moyennes de production ont été calculées par période de 50 jours.

Croissance des chamelons

Parallèlement au contrôle laitier et à l'enregistrement des données sur les événements relatifs à la reproduction, les croissances des chamelons ont été suivies au moyen de la méthode baryométrique de BOUÉ (1) adaptée par GRABER (9). Les mesures ont été : la hauteur au garrot (H), le périmètre thoracique (T) et le périmètre abdominal (A).

Quelques pesées ont permis de confirmer la validité de la formule et ont montré que le coefficient de 52 (9) permettait une meilleure approche du poids que le coefficient 53 (1). La formule était :

$$P \text{ (kg)} = 52 \times T \times A \times H$$

T, A et H étaient exprimés en mètres. Soixante-sept contrôles de croissance ont été pratiqués.

RÉSULTATS

Les lactations

Les résultats individuels sont présentés dans le

PRODUCTIONS ET INDUSTRIES ANIMALES

TABLEAU I Résultats des lactations « complètes ».

Dromadaire n°	Lactation n°	Durée (mois)	Production totale (l)	Persistance p. 100		Pic de lactation	
				100-200 j 0-100 j	200-300 j 100-200 j	Jour	Volume (l)
1	n	11,5	1 324	94,7	71,1	56	5,5
	n + 1	12,5	1 112	91,8	71,2	47	4,5
2	1	14,0	1 217	96,3	71,8	84	4,5
3	1	14,5	1 416	99,7	77,2	46	4,8
4	2*	10,0	807	100	70,4	70	3,5
5	1**	11,0	860	100	83,8	36	3,5
Moyenne		12,25	1 123	97,1	74,2	56,5	4,4
Coefficient de variation (p. 100)		14,31	22,0	3,5	7,1	31,3	17,6

* Début de lactation faible, chamelon mis en partie sous une autre femelle pendant les 30 premiers jours.

** Chamelon mort à 17 jours. Contrôle par traite complète par la suite.

tableau I.

La durée moyenne des 6 lactations fut de 12,25 mois, soit 372 jours avec une production moyenne de 1 123 litres.

Il est intéressant de noter que la production la plus élevée fut observée pour une première lactation, ce qui tend à montrer que certains animaux ont un bon potentiel de production.

Toutefois, les volumes totaux sont proportionnels à la durée de la lactation. Si l'on compare sur une même période de 11 mois les lactations de la première année de suivi (1978-79), la production la plus élevée est celle de l'animal n° 1, femelle la plus âgée considérée comme une bonne laitière par les éleveurs. Les observations sont cependant insuffisantes pour dégager l'effet du rang de lactation.

Le pic de lactation se situe au cours du second mois dans la majorité des cas, en moyenne à 56,5 jours.

L'examen des coefficients de variation montre la faible variation de la persistance tant pour les 200 premiers jours que pour les 100 jours suivants.

Ceci se traduit par les pentes faibles des courbes de lactation représentées à la figure 1.

La première lactation de la femelle n° 4 n'est pas rapportée dans le tableau I, car elle fut d'une durée de 3 mois. Le jeune était mort à l'âge de 18 jours. La production de lait fut de 192 litres avec un pic de 3,1 litres à 52 jours.

Les intervalles entre mises bas

Les chiffres relatifs à la reproduction figurent dans le

tableau II. Seule la femelle n° 5 n'est pas prise en compte, car elle a avorté à un stade non connu de la gestation. La moyenne des 6 autres intervalles entre mises bas est de 665 jours soit 1 an et 10 mois.

En fait, ces intervalles sont très peu homogènes puisqu'ils vont de 13 à 32 mois, ce qui se traduit par un coefficient de variation élevé : 36 p. 100.

Ces observations sur les mises bas ont permis de constater qu'une chamelle pouvait poursuivre sa production de lait tout en étant gravide. Dans le tableau II sont indiqués les temps de recouvrement de la lactation et de la gestation ; pour la femelle n° 1, ils furent de 9 et de 5 mois, ce qui est important. Pour l'animal n° 4, la lactation fut arrêtée deux mois après la fécondation principalement parce que l'animal avait une production moyenne et était difficile à traire.

Ces chiffres montrent également qu'une saillie fécondante peut avoir lieu assez rapidement après la mise bas.

La croissance des jeunes

Onze naissances et un avortement ont eu lieu au cours des 3 ans et demi d'observation.

Parmi les 11 chamelons, un est mort-né, un est mort après deux jours, vraisemblablement à cause d'une lactation insuffisante de la mère (animal n° 4), deux sont morts à 17 et 18 jours (l'un foudroyé, l'autre de diarrhée) et deux autres à l'âge de 11,5 mois (cause inconnue) et 14 mois (accident).

A la fin de l'étude survivaient cinq animaux : trois mâles âgés respectivement de 3 ans et demi, 2 ans et 7 mois, et deux femelles dont une de 2 ans et une de 5

D. Richard, D. Gérard

TABLEAU II Intervalle entre mise bas et durée de lactation.

Dromadaire femelle n°	Écart entre les mises bas	Durée de lactation	Temps calculé de recouvrement de la lactation et de la gestation		Intervalle entre la mise bas et la fécondation	Observations
			Réel (jour de saillie connu)	Théorique (jour de saillie non connu)		
1	1 an 1 mois 29 j	11 mois 15 j		9 mois	2,5 mois	Le second chamelon serait né prématuré, à 11-11,5 mois de gestation selon les éleveurs Gestation de 12 mois et 26 jours
	1 an 8 mois 13 j	1 an 15 j	5 mois		7,6 mois	
2	2 ans 5 mois 23 j	1 an 2 mois		0	Première saillie connue effectuée 14 mois après la mise bas	
3	2 ans 8 mois 3 j	1 an 2 mois 15 j		0	Première saillie connue effectuée 13 mois 20 j après la mise bas	
4	1 an 1 mois 3 j	3 mois		2 mois	1 mois environ	Premier chamelon mort à l'âge de 18 jours
	1 an 10 mois 9 j	10 mois		0	10 mois environ	
5	2 ans 1 mois 10 j	11 mois		0	?	Avortement à un stade non connu de la gestation

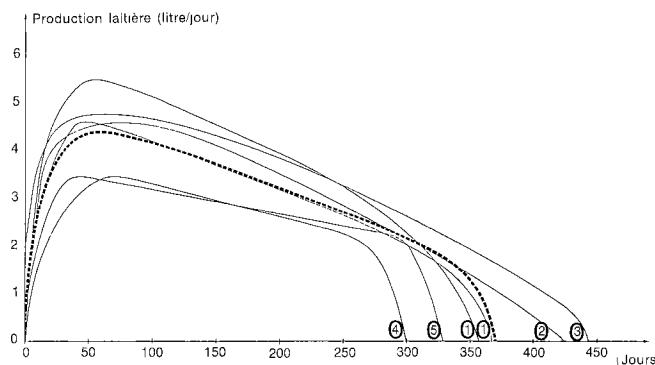


Fig. 1 : Courbes de lactation individuelle (—) et courbe moyenne des 6 lactations observées (-----). Les numéros encadrés correspondent aux numéros des dromadaires du tableau I.

mois.

Des relevés effectués, il ne peut guère être tiré de grandes conclusions. Les courbes individuelles de croissance sont rapportées pour les deux mâles sur la figure 2. Elles montrent qu'à l'âge de un an, les mâles ont un poids moyen de 160 kg, ce qui représente un gain moyen quotidien proche de 350 g pour la première année. Par la suite, les gains de poids diminuent ; le poids vif est néanmoins voisin de ou supérieur à 200 kg à l'âge de deux ans (190 à 230 kg) ; les GMQ au cours de cette seconde année ont été

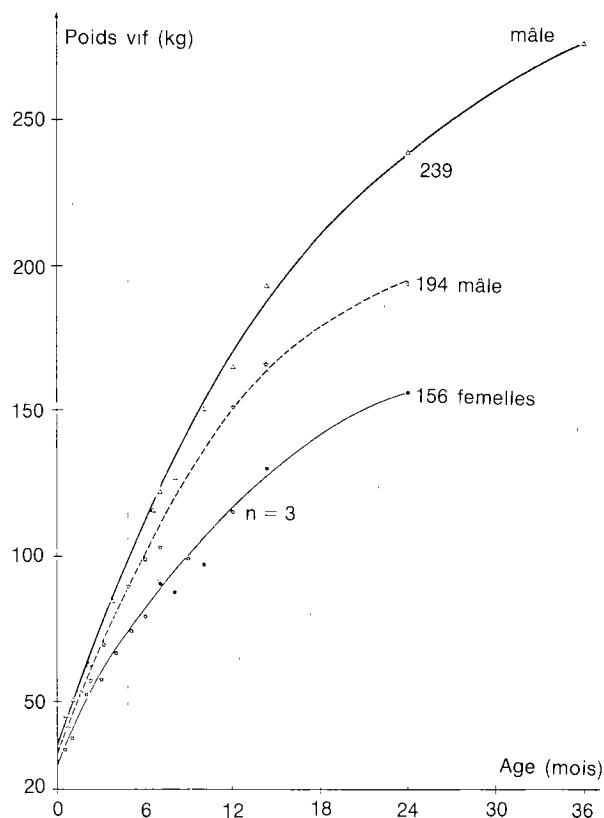


Fig. 2 : Courbes de croissance individuelle de deux mâles et courbe moyenne de 3 femelles (jusqu'à 12 mois).

PRODUCTIONS ET INDUSTRIES ANIMALES

respectivement de 115 et 189 g.

Pour les femelles, il fut possible de suivre plusieurs croissances jusqu'à l'âge de 14 mois. Au-delà, un seul animal a été observé.

Les croissances de ces femelles ont été homogènes. A la naissance elles pesaient 29 kg (n = 5) (coefficient de variation de 7,5 p. 100). A 6 mois, leur poids moyen était de 79 kg ; à 1 an de 118 kg ; cela représente un gain moyen quotidien de 244 g la première année.

Il y a une différence très nette entre les croissances des mâles et celles des femelles.

DISCUSSION

Il paraît peu utile de rappeler les données rapportées par plusieurs auteurs sur les performances laitières des dromadaires en général. Une synthèse récente a été faite par HOSTE et RICHARD (11), où figurent les informations ponctuelles de nombreux auteurs.

En revanche, les relevés ci-dessus peuvent être comparés aux observations de KNOESS (12) sur des animaux identiques à ceux de la présente étude dans la même région, mais dans des conditions d'entretien différentes et sur des durées incomplètes de lactation.

Pour une femelle entretenue sur pâturage irrigué de luzerne ou de *Panicum maximum*, KNOESS rapporte une production de 7,9 kg de lait par jour au dixième mois (estimé) de lactation, de 8,7 kg à 11 mois et de 7,6 kg à 14 mois. Sur 12 mois, il estime la production totale autour de 3 000 kg.

Sur 7 autres animaux entretenus sur des pâturages de *Panicum*, le même auteur observe des productions journalières comprises entre 2 et 8,4 kg avec des stades de lactation allant de 6 à 14 mois.

Les estimations de production totale sur 1 an en se basant sur les traites maximales observées variaient de 1 152 à 3 744 kg, la moyenne étant à 2 407 kg.

En fait, ces chiffres de production totale sont difficilement comparables à ceux rapportés ci-dessus car ils sont calculés à partir de traites ponctuelles et non de suivis.

En revanche, les résultats des traites quotidiennes sont intéressants car ils montrent, d'une part une bonne persistance de la lactation comparable à celle rapportée ci-dessus, d'autre part une très bonne réponse des dromadaires Dankali à une bonne alimentation. Ceci laisse prévoir de bons rendements laitiers en cas d'une grande disponibilité en fourrage.

La durée moyenne de la lactation de 12,25 mois correspond à de nombreuses autres observations

faites. A titre de comparaison, FIELD (7) indique une durée moyenne de 12,7 mois pour 4 femelles des types Rendille-Gabre au Nord-Kenya. Il estime les productions de deux d'entre elles à 1 020 et 1 875 litres. En revanche, il rapporte des pics de lactation très élevés, supérieurs à 10 litres.

Les données sur les coefficients de persistance sont rares, mais donnent toujours des chiffres élevés. En Mauritanie, SOUEID'AHMED (14) différencie deux productions selon le mois de mise bas. Avec une naissance en janvier, le coefficient serait de 71,4 p. 100 entre les mois 3-4/1-2, alors qu'avec une mise bas en août, il serait de 88,9 p. 100 pour la même durée.

Les périodes ne sont pas les mêmes que celles calculées ci-dessus. Toutefois, la persistance semble élevée quelle que soit la race.

L'intervalle moyen entre mises bas est identique à celui rapporté par EVANS et POWYS (6) : 22 mois, chiffre inférieur à beaucoup d'observations. Ces intervalles sont très variables, ce qui semble être une caractéristique de l'élevage camelin ; EVANS et POWYS donnent des écarts de 14 à 26 mois ; BREMAUD (2) au Kenya donne une moyenne de 26 mois avec un intervalle de confiance de 7,3 mois (n = 26) soit un coefficient de variation de 69,5 p. 100.

Les relevés ci-dessus montrent que l'intervalle mise bas-saillie fécondante peut être très court même en cas de lactation. EVANS et POWYS (6) notent que l'oestrus a lieu entre 4,5 et 10 mois après la mise bas et rapportent une période de 28 jours en cas de non-lactation. Pour FIELD (7), la lactation s'arrête entre 4 et 8 semaines après le début de la gestation. Les observations présentes montrent qu'une lactation peut être compatible avec une gestation sur plusieurs mois.

Les croissances observées ne peuvent guère être comparées à d'autres données dans la mesure où l'étude avait pour objectif de s'intéresser à un type génétique, et qu'il n'existe aucune autre observation sur cette race. Il peut être noté simplement que les croissances rapportées sont voisines de celles observées sur d'autres races (8, 13, 15).

CONCLUSION

Les chiffres rapportés sont modestes comparés à ceux qui auraient été obtenus avec d'autres espèces animales sur une même période. Il a paru néanmoins nécessaire de les signaler car, à ce jour, très peu de suivis complets de lactation de dromadaire sont rapportés dans la littérature.

Au cours des 3 ans et demi, à partir d'un noyau de 5 chamelles, 6 lactations complètes, 6 intervalles entre

D. Richard, D. Gérard

mises bas, 11 naissances et la croissance de 5 chame-
lons furent observés. Sur cette période les femelles
ont produit 8 000 litres de lait en prenant en compte
les débuts de lactation des derniers mois de suivi et 5
chamelons vivants, soit 457 litres et 0,29 chame-
lon par femelle adulte présente et par an.

Au-delà des chiffres, ces données montrent l'intérêt
de la production laitière des dromadaires et la fragilité
d'une productivité menacée par des intervalles entre
mises bas très variables et parfois importants, et par
une mortalité élevée dans la classe d'âge 0-18 mois.

Par ailleurs, la variabilité des résultats semble indiquer
que le dromadaire pourrait avoir une bonne réponse à

une sélection et à une intensification.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient très vivement le Docteur J.
DESROTOUR, Chef de la Mission vétérinaire en Éthio-
pie qui leur a fourni les moyens nécessaires à l'étude
et les a toujours encouragés dans le déroulement de
ce suivi. Ils remercient également toutes les personnes
ayant participé aux mesures.

RICHARD (D.), GÉRARD (D.). Milk production of Dankali camels
(Ethiopia). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 97-103.

Over a three and a half year period, monitoring of 5 Dankali females
kept on natural pasture, enabled six full lactations, six inter-birth
intervals, eleven births and the growth of five calves to be followed. In
addition ninety-nine milk controls were performed. The milk mean
production represents 1,123 liters per head over a 12.25 months
period. The persistence rate is high: 97.1 and 74.1 p. 100 over
hundred-day periods respectively. The lactation peak is reached at day
56.5 with a 4.4-liter volume. The inter-birth period is highly variable,
ranging from 13 to 32 months with a mean of 22 months. The interval
between a given birth and the next fertile servicing may be short and
lactation may continue up to an advanced stage of pregnancy. The
observed production is compared with total recordings gathered in the
same area and over similar types of animal but kept under different
management and feeding conditions. *Key words*: Dankali camel -
Camelus dromedarius - Milk - Dairy production - Ethiopia.

RICHARD (D.), GÉRARD (D.). La producción lechera de los
dromedarios Dankali (Etiopía). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*,
1989, **42** (1) : 97-103.

La observación durante tres años y medio de 5 hembras de raza
Dankali mantenidas sobre pastos naturales permitió observar 6
lactancias completas, 6 intervalos entre parto, 11 nacimientos y el
crecimiento de 5 camellitos; se efectuaron 99 controles lecheros. Fué
de 1 123 litros la producción media de leche durante 12,25 meses. El
coeficiente de persistencia es elevado: de 97,1 p. 100 y de 74,1 p. 100
durante periodos de 100 días. El máximo de la lactación aparece a 56,5
días con un volumen de 4,4 litros. Los intervalos entre los partos
variaron de 13 a 32 meses (\bar{x} = 22 meses). El intervalo parto-cubrición
fecundante puede ser breve y la lactación puede seguirse hasta un
estado adelantado de la gestación. Se comparan las producciones
observadas con estados puntuales de lactación notados en la misma
región, en el mismo tipo de animales pero en condiciones de
mantenimiento diferentes. *Palabras claves*: Dromedario Dankali -
Camelus dromedarius - Leche - Producción lechera - Etiopía.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOUÉ (A.). Essai de barymétrie chez le dromadaire nord-africain. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1949, **3** (1) : 13-16.
2. BREMAUD (O.). Notes sur l'élevage camelin dans les districts Nord de la République du Kenya. Maisons-Alfort, IEMVT, 1969. 105 p.
3. DOUTRESSOULLE (G.). L'élevage en Afrique Occidentale Française. Paris, Larose, 1947. 299 p.
4. EDELIN (C.). Zone de Kessem-Kabana. Première tentative d'analyse phytosociologique du milieu naturel. Addis-Abeba, Éthiopie, SEDOC, 1978. 11 p.
5. EPSTEIN (H.). The origin of the domestic animals of Africa. New York, Londres, Munich, African Publishing Corporation, 1971. 573 and 719 p.
6. EVANS (J. O.), POWYS (J. G.). Camel husbandry to increase the productivity of rangeland. In: IFS, Camels. Stockholm, IFS, 1980. Pp. 241-250. (Provisional report n° 6).
7. FIELD (C. R.). Preliminary report on ecology and management of camels, sheep and goats in Northern Kenya. Kenya, UNEP, UNESCO-MAB, Integrated Project in arid lands (IPAL), 1979. 22 p. (Technical report n° E-la).
8. FIELD (C. R.). Camel growth and milk production in Marsabit District, Northern Kenya. Preliminary report. In: IFS, Camels. Stockholm, IFS, 1980. Pp. 215-240. (Provisional report n° 6).

PRODUCTIONS ET INDUSTRIES ANIMALES

9. GRABER (M.). Étude dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire du Thiabendazole sur divers helminthes des animaux domestiques. II. Dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (4) : 527-543.
10. HOSTE (C.). Les races de dromadaires. In : RICHARD (D.), ed. Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1984. Pp. 39-53. (Coll. Études et Synthèses de l'IEMVT n° 12).
11. HOSTE (C.), RICHARD (D.). Les paramètres de production du dromadaire. In : RICHARD (D.), ed. Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1984. Pp. 77-104. (Coll. Études et Synthèses de l'IEMVT n° 12).
12. KNOESS (K.). Assignment report on animal production in the Middle Awash Valley. Roma, FAO, 1976. 58 p. (Report n° N/K3651).
13. SCHWARTZ (H. J.), DOLAN (R.), WILSON (A. J.). Camel production in Kenya and its constraints. I. Productivity. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1983, **15** (3) : 169-178.
14. SOUIED'AHMED (A.). La production laitière en Mauritanie. Thèse Doct. vét., ENV Toulouse, 1965, n° 32. 59 p.
15. WILSON (R. T.). Studies on the livestock of southern Darfur, Sudan. V. Notes on camels. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1978, **10** (1) : 19-25.

L'aptitude fromagère du lait de dromadaire

J. P. Ramet ¹

RAMET (J. P.). L'aptitude fromagère du lait de dromadaire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 105-111.

La transformation du lait en fromage est une méthode de conservation très largement utilisée dans le monde, aux plans artisanal et industriel. Dans le cas particulier du lait de dromadaire, cette opération est réputée délicate ou impossible en raison des difficultés rencontrées pour réaliser la coagulation. Ce travail a pour but d'estimer l'aptitude fromagère du lait de dromadaire au cours de la coagulation, mais également pendant les autres phases de la fabrication des principaux types de fromages. Les résultats ont confirmé que l'ajout de chlorure de calcium (15 g/100 l) réduit de 20 à 50 p. 100 les temps de coagulation. Les gels formés se caractérisent par une friabilité élevée qui s'explique par la faible teneur en matière sèche du lait. Les modalités pratiques de l'égouttage sont conditionnées par les propriétés rhéologiques du caillé qui impliquent la nécessité de limiter l'intensité des opérations mécaniques. Pour les différents types de fromages, l'affinage se déroule de manière satisfaisante et la qualité organoleptique des produits finis a été jugée correcte. Toutefois, comparées aux fabrications à partir de lait de vache, les teneurs en matières sèches des lactosérums de dromadaire sont plus élevées, notamment en matière grasse, et les rendements fromagers inférieurs. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Lait - Fromage - Fabrication - Coagulation - Égouttage - Affinage - Rendement - Tunisie.

INTRODUCTION

On sait que le lait est un milieu d'origine biologique fortement altérable par voie microbienne et enzymatique et que la transformation en fromage est un moyen de préserver cet aliment et d'en différer la consommation. La protection est ainsi obtenue par un processus d'acidification lactique et de déshydratation partielle dirigées. Conduit lors de la coagulation et de l'égouttage, l'affinage correspond ensuite à une transformation par voie enzymatique et microbienne du substrat (12).

Dans le cas du lait de dromadaire, la fabrication de fromages est réputée difficile voire impossible en raison des écueils rencontrés pour obtenir la coagulation. Ainsi certains auteurs (17, 18) mentionnent la possibilité de fabriquer du fromage uniquement après avoir mélangé le lait de dromadaire à celui de chèvre et de brebis. Par ailleurs, d'autres auteurs (9) signalent la nécessité d'employer la présure à une concentration très élevée, correspondant à 50 à 100 fois la dose

habituelle, pour obtenir un coagulum qui malgré cela reste très mou et friable. Plus récemment, FARAH *et al.* (7) ainsi que FARAH et BACHMANN (6), précisent également que la coagulation du lait de chamelle est plus difficile et de 2,5 à 3 fois plus lente que pour le lait de vache.

Nos propres observations (13, 15, 16) ont confirmé cette difficulté à coaguler qui implique de surdoser d'environ 4 fois la concentration en enzyme coagulante ; cette difficulté peut être partiellement évitée par l'ajout au lait de chlorure ou de phosphate de calcium, ces sels induisant à la fois un renforcement de la concentration en calcium ionisé et un abaissement du pH du milieu favorisant l'activité de la présure (12).

Pour juger de l'aptitude globale d'un lait à la production de fromages, il convient également de connaître les propriétés rhéologiques des gels formés, de suivre l'évolution de l'égouttage et de l'affinage ainsi que d'évaluer les rendements obtenus (12).

Ce travail réalise la synthèse des observations faites en ce sens lors d'essais de fabrications destinés à produire les principaux types de fromages à partir de lait de dromadaire. Cette expérimentation a été conduite en République de Tunisie en 1987 à l'Institut des Régions Arides (IRA) à Médenine dans le cadre d'un travail soutenu par l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, FAO, Rome (16).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

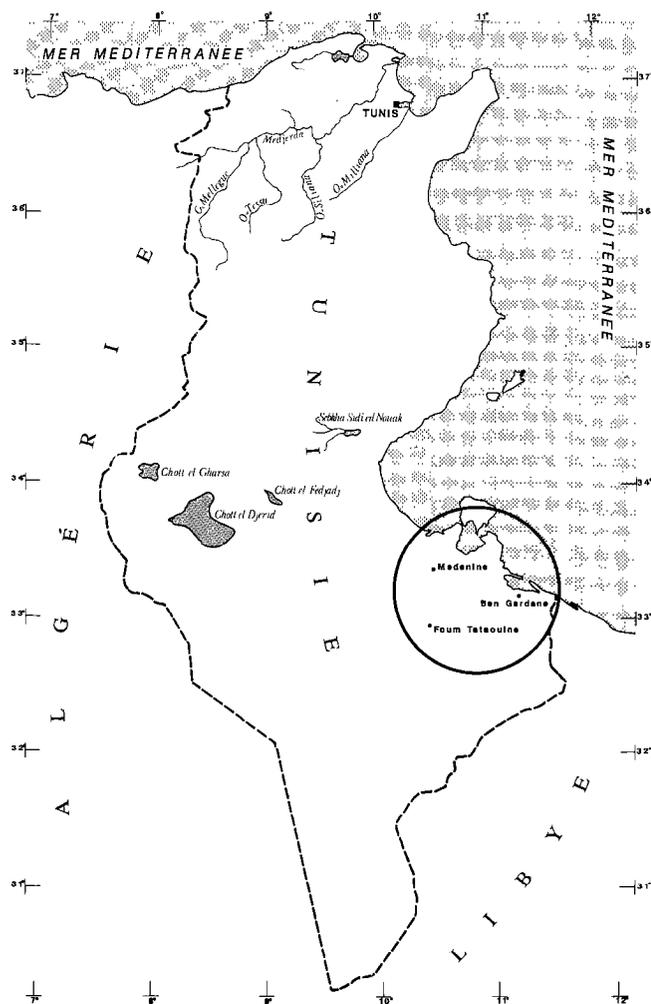
Origine des laits

Les laits utilisés pour les essais ont été collectés au cours de l'année 1987, dans le Sud tunisien sur les zones de la Choucha et de l'Aouara situées au sud-ouest de la ville de Ben Gardane proche de la frontière libyenne. Ces laits proviennent d'animaux élevés de manière extensive traditionnelle sur des parcours naturels et se trouvant, en moyenne, au sixième mois de lactation. Immédiatement après la traite, les laits ont été refroidis entre 5 et 15 °C et transportés dans un délai de 4 à 8 h à la fromagerie expérimentale de l'IRA à Ben Gardane (Carte 1). Après analyses d'acidité et

1. École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy.

Reçu le 18.11.88, accepté le 22.11.88.

J. P. Ramet



Carte 1 : Région de l'étude.

de densité, les laits individuels, provenant de 15 à 20 chamelles, et jugés de bonne qualité, ont été mélangés en vue de la transformation.

Fabrication des fromages

L'objectif des travaux a été de produire une gamme diversifiée de fromages correspondant aux grandes catégories suivantes : fromages frais, fromages de type chèvre, fromages à pâte molle, fromages à pâte persillée (type Bleu), fromages à pâte pressée non cuite (type Gibneh ou Gouda), fromages de lactosérum (type Ricotta).

Les méthodes de fabrication utilisées sont dérivées des protocoles classiques employés pour les fromages de lait de vache et précédemment décrits (12) ; les

adaptations nécessaires consécutives à l'utilisation de lait de dromadaire, sont données ci-après avec les résultats.

Les caractéristiques des principaux auxiliaires employés ont été les suivantes :

- présure de veau, en poudre, de force 1/100 000 unités Soxhlet, renfermant 5 200 mg de chymosine/kg, produite par BOLL-HANSEN, Arpajon (France) ;
- préparation coagulante en poudre, issue de *Mucor miehei* dénommée Fromase, de force 1/150 000, produite par GIST-BROCADES, Seclin (France) ;
- ferments lactiques mésophiles lyophilisés pour ensemencement direct, de type EZAL MA 016, produits par EUROZYME, Paris (France) ;
- sels de calcium (chlorure et déhydrogénophosphate), anhydre, de qualité « Pro Analysis », commercialisés par PROLABO, Paris (France).

Analyses

Les différentes analyses élémentaires (acidité, pH, densité, matière sèche, matière grasse) faites sur les laits, les fromages et les lactosérums, ont été réalisées selon les protocoles des méthodes officielles d'analyses décrites par la Fédération Internationale de Laiterie (8).

RÉSULTATS

Aptitude à la coagulation

Le lait cru de dromadaire, produit en élevage extensif de type traditionnel, peut être coagulé par voie enzymatique à l'aide des deux types de coagulants les plus utilisés actuellement : présure de veau et préparation enzymatique coagulante issues de *Mucor miehei*. Comparativement au lait cru de vache, les concentrations en enzymes nécessaires pour coaguler le lait de chamelle dans les mêmes temps, sont d'environ quatre fois supérieures. Ces valeurs correspondent à celles faites lors d'observations antérieures (7, 14).

L'apport d'un sel de calcium soluble (chlorure-phosphate) permet de réduire sensiblement les temps de floculation. Il ressort de l'ensemble des essais effectués que l'ajout préféré est à réaliser à raison de 15 g/100 l de lait. Dans ces conditions, une réduction de 20 à 50 p. 100 de la durée des temps de floculation témoins est observée selon l'origine et l'acidité des laits.

Pour les concentrations supérieures en sels calciques, il existe un risque important de formation de précipités

PRODUCTIONS ET INDUSTRIES ANIMALES

lorsque le lait est acide, et de développement de défauts organoleptiques (texture crayeuse, goût de lessive, saveur amère) dans le produit fini.

Cette situation résulte vraisemblablement de la composition et de la structure particulières des micelles de caséine, qui présentent une taille moyenne différente (2, 18) ainsi que des fractions caséiniques qui sont, par leurs proportions et par leur charge électrique, autres que celles du lait de vache (7). Les équilibres minéraux du sodium et du calcium, dont on connaît respectivement le rôle inhibiteur et l'effet activateur sur la coagulation, interviennent aussi probablement de manière déterminante (12).

Les coagulums formés se caractérisent par une très grande fragilité ; la transition liquide-gel, permettant de définir visuellement le temps de floculation, est très difficile à saisir au niveau de la cuve ; l'appréciation est rendue plus aisée en observant la formation de petits flocons de paracaséine sur une lame en verre ou en acier inox plongée dans le milieu.

En cas d'acidification du milieu (utilisation de laits préalablement acides, prolongation des temps de coagulation au-delà de 1,5 à 3 h), la friabilité du gel devient extrême et interdit tout traitement mécanique ultérieur du gel dans des conditions satisfaisantes. Ce comportement rhéologique particulier du coagulum de lait de chamelle implique en pratique de coaguler le lait rapidement pour éviter toute friabilisation du gel, consécutive au développement de l'acidification, lorsque la technologie de fabrication du fromage comporte des opérations mécaniques énergiques (tranchage, brassage, moulage). Ainsi, par exemple pour les pâtes molles, les pâtes pressées non cuites et les pâtes persillées, la limite inférieure de pH à

l'emprésurage sera de pH 6,2. Il conviendra également d'ajuster les temps de floculation entre 5 et 10 mn et de ne pas mouler au-delà de 45 à 60 mn de temps de coagulation totale.

Le traitement thermique du lait, pratiqué avant coagulation pour améliorer la qualité microbienne du milieu, influence également les propriétés rhéologiques des gels formés. Lorsque le chauffage est réalisé à une température supérieure à 65 °C, avec une durée de chauffage supérieure ou égale à 1 mn, la floculation est retardée et les gels formés présentent une fermeté très faible et une extrême friabilité.

Cela résulte vraisemblablement de la faible teneur en matière sèche totale (9,46 p. 100) des laits (Tabl. I). Un essai a montré qu'il était possible, en enrichissant le lait de chamelle avec 4 p. 100 de poudre de lait de vache de qualité fromagère (faible teneur en germes, séchage à basse température), de renforcer considérablement le gel et de le travailler dans des conditions correctes. En ce sens, le mélange avec du lait frais produit localement (chèvre, brebis, vache) pourrait être également envisagé et utilisé avantageusement.

Aptitude à l'égouttage

L'aptitude à l'égouttage des gels formés est conditionnée directement par les propriétés rhéologiques observées après la phase de durcissement qui suit la floculation.

D'une manière générale, en raison de la fragilité des coagulums, il y a lieu de réaliser les traitements mécaniques de l'égouttage avec grande précaution, de manière à éviter tout bris incontrôlé du gel. Pour

TABLEAU I Composition physicochimique des laits et des fromages.

Laits		M.S. (p. 100)		M.G. (p. 300)		d	
	n	12		12		12	
	M	9,46		2,75		1,0227	
	σ	0,35		0,38		0,0019	
Fabrications		Fromages			Lactosérums		
		M.S. (p. 100)	R.F. (p. 100)	R.S. (p. 100)	M.S. (p. 100)	M.G. (p. 100)	
Type chèvre	n	5	5	5	5	5	
	M	35,4	9,61	3,38	6,11	1,32	
	σ	5,2	1,00	0,39	0,32	0,12	
Type pâte pressée non cuite	n	7	7	7	7	7	
	M	43,7	6,88	3,00	6,99	1,32	
	σ	3,0	0,64	0,34	0,21	0,45	

M.S. = matière sèche ; M.G. = matière grasse ; d = densité ; R.F. = rendement poids frais ; R.S. = rendement poids sec.

J. P. Ramet

les pâtes molles, pressées et persillées, il convient, pour obtenir un grain suffisamment ferme au moment du moulage, d'augmenter le degré de tranchage et d'accroître la durée de l'égouttage en cuve. Pour les pâtes à humidité et acidité élevées (type chèvre ou pâte fraîche), la mise directe en moules n'est pas possible en raison des pertes importantes de caillé se produisant par les trous des supports d'égouttage. Il faut alors réaliser un égouttage partiel (pré-égouttage) ou total en sacs textiles, qui seuls peuvent assurer une rétention et une filtration efficace du caillé, et permettent d'éviter une perte exagérée de matière sèche dans le lactosérum.

La synérèse du coagulum observée, soit lors de l'égouttage en cuves et en moules, soit lors de l'égouttage en sacs textiles, est extrêmement rapide comparativement au comportement des gels issus des laits de vache. Ainsi un caillé de type chèvre peut être égoutté presque totalement en 4 à 6 h (Fig. 1). L'égouttage d'un caillé de type « pâte pressée du Proche-Orient » s'effectue en quasi-totalité pendant le travail en cuve et est pratiquement terminé 15 mn après le début du pressage.

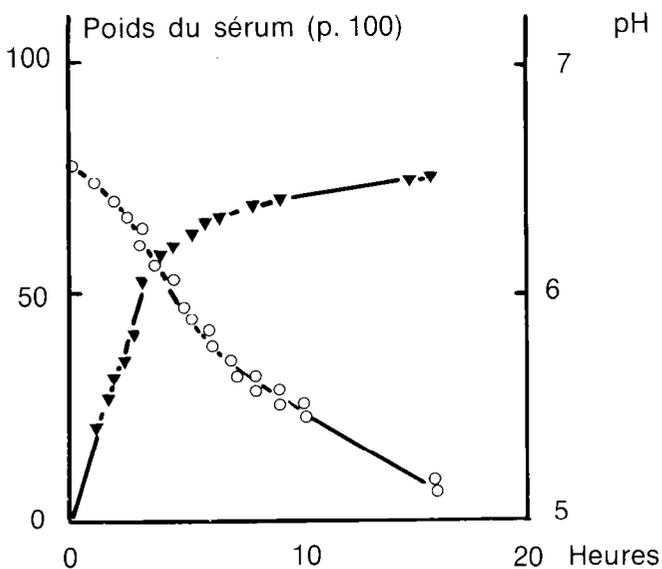


Fig. 1 : Évolution du poids et de l'acidification du lactosérum pendant l'égouttage de fromage de type chèvre fabriqué à partir de lait de dromadaire.

Rendements

L'analyse des résultats (Tabl. I) montre par ailleurs que les rendements fromagers sont faibles comparativement à ceux observés habituellement avec du lait de vache ou de chèvre (12). Ces faibles niveaux s'expliquent par la moindre teneur en matière sèche des laits de chamelles, celle-ci se situant à 9,4 p. 100 contre 12-

13 p. 100, valeurs moyennes citées par plusieurs auteurs (3, 10, 12, 18, 20). Il s'agit là, sans doute, d'un effet saisonnier dû au stress hydrique consécutif à l'alimentation réduite en eau des troupeaux exploités et qui est connu pour provoquer une chute de la teneur en matière sèche (19). Il est donc possible que la transformation de laits, provenant d'animaux à régimes alimentaires mieux équilibrés, ne présenterait pas, de par leur plus grande richesse en substances sèches, les difficultés précitées au plan de la technologie et des rendements. Les faibles rendements s'expliquent également par l'importance des pertes en matière sèche dans le lactosérum. Ainsi, bien que les extraits secs de lait de chamelle utilisés soient d'environ 30 p. 100 inférieurs à ceux du lait de vache, les extraits secs moyens mesurés dans les lactosérums sont du même ordre.

Il y a lieu de souligner l'importance de la perte en matière grasse qui s'élève à 3 fois celle observée en lait de vache pour des fabrications homologues et qui correspond à 48 p. 100 de la matière grasse initiale du lait de chamelle transformé. On peut expliquer cette perte très élevée par la grande friabilité des gels précédemment évoquée qui entraîne la formation de fines particules de caillé non retenues dans le fromage, mais entraînées mécaniquement dans le lactosérum. Par ailleurs, l'état particulier des globules gras du lait de chamelle qui se caractérise par une faible taille et une liaison étroite aux protéines (18) est également responsable de cette perte.

Le traitement thermique du lait avant mise en coagulation modifie sensiblement l'aptitude à la synérèse des coagulums ; celle-ci se trouve très fortement ralentie (Fig. 2) après pasteurisation du milieu (75 °C, 1 mn).

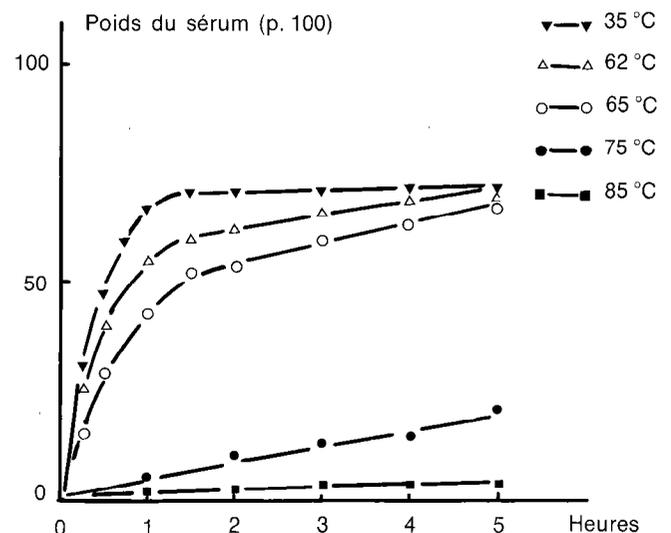


Fig. 2 : Évolution du poids de lactosérum provenant de caillés obtenus à partir de lait de dromadaire traité à différentes températures (temps de chambrage : 1 mn).

Pour obtenir un égouttage dans des conditions de temps et de rendement satisfaisantes, il convient de limiter le traitement préalable du lait aux conditions d'une thermisation (62-65 °C, 1 mn), notamment pour les pâtes molles et les pâtes pressées. L'effet négatif du chauffage sur l'égouttage s'explique par le caractère fortement hydrophile des protéines lactosériques dénaturées par le traitement thermique (5, 11).

Enfin, il y a lieu de formuler trois remarques à propos du lactosérum : la première a trait à la cinétique d'acidification, qui se déroule un peu plus lentement que pour le lait de vache. Cette différence pourrait résulter de l'action d'inhibiteurs naturels sur les bactéries lactiques (4) et d'un pouvoir tampon propre de la matière première (13).

La seconde concerne sa couleur très caractéristique : contrairement au sérum de lait de vache qui présente un aspect verdâtre, celui du lait de chamelle est très blanc et peu différent d'aspect de celui du lait.

La troisième concerne la possibilité de récupération des protéines lactosériques par traitement thermique en vue de fabriquer du fromage de sérum de type Ricotta (12). Bien que de nombreuses variantes de traitement aient été appliquées, il n'a pas été possible d'obtenir une séparation nette du flocculat protéique et de le collecter par une technique simple. Les flocons de protéines, qui apparaissent dès que la température atteint 72-75 °C, restent en effet très petits et isolés, leur agrégation en amas plus importants, qui permettrait une filtration, ne se fait pas. Seule une centrifugation permet de séparer aisément les fractions thermo-coagulées.

Aptitude à l'affinage

La conduite de l'affinage n'a pu être réalisée dans des conditions optimisées en raison de la maîtrise imparfaite des conditions de température. Malgré cela, diverses conclusions peuvent être tirées des observations réalisées : macroscopiquement, à l'exception d'un dessèchement superficiel assez accentué, l'évolution apparente des fromages a été satisfaisante pour les différentes catégories de produits fabriqués. Pour les fromages comportant des moisissures de surface (type chèvre affiné à l'aide de *Penicillium caseicolum*) ou interne (type pâte persillée affinée à l'aide de *Penicillium roquefortii*), la croissance du mycelium s'est faite de manière homogène dans les délais habituels. Pour les pâtes pressées de type Baby-Gouda et Proche-Orient, aucune différence notable n'a été relevée par rapport au comportement classique de ces fromages en cours de maturation.

Caractères organoleptiques

La qualité des produits a été jugée, d'une manière générale, satisfaisante. L'aspect a été conforme aux critères spécifiques des catégories concernées. La texture onctueuse a été appréciée pour les fromages frais, pour les pâtes de type chèvre, pressées et persillées ; quelques dégustateurs ont remarqué une texture légèrement rugueuse, peu onctueuse, qui peut s'expliquer par la faible teneur en matière grasse des fromages, consécutive aux pertes élevées dans le lactosérum, ainsi que par un dessèchement anormalement élevé en raison de l'hygrométrie basse sans dominante caractéristique. Le goût des différents types de pâtes a été jugé bon et assez comparable à celui des fromages de type chèvre non affiné. Une amertume d'intensité faible à modérée a été relevée pour les fromages à pâte pressée non cuite obtenus à partir des laits fortement supplémentés en sels de calcium, au-delà de 15 g/100 l de lait, pendant les deux premières semaines de maturation. En outre, il ne semble pas que la saveur, légèrement salée et amère, présentée par certains lots de laits et consécutive à l'ingestion par l'animal de plantes fortement sapides (16) se transmette au niveau du fromage.

CONCLUSION

Les résultats acquis montrent que la consommation du lait de dromadaire peut être différée dans le temps en réalisant sa conservation sous forme de fromages. Comparativement aux autres types de laits habituellement utilisés, l'aptitude à la coagulation, qui conditionne directement les phases ultérieures de la transformation, apparaît moins bonne que pour les laits de vache, de chèvre et de brebis, d'où la nécessité de surdoser l'enzyme coagulante. Cette situation résulte vraisemblablement de la composition et de la structure particulières des micelles de caséine, qui présentent une taille moyenne différente (2, 10, 18) ainsi que des fractions caséiniques qui sont, par leurs proportions et par leur charge électrique, autres que celles du lait de vache (5, 10). Les équilibres minéraux du sodium et du calcium, dont on connaît respectivement le rôle inhibiteur et l'effet activateur sur la coagulation, interviennent également probablement de manière déterminante (10).

Une autre particularité des laits utilisés pour les fabrications expérimentales est leur faible teneur en matière sèche ; celle-ci entraîne une fermeté moindre et une friabilité excessive des gels.

Ces écueils peuvent être évités en partie par des adaptations technologiques adéquates telles que l'ajout d'un sel de calcium au lait permettant de limiter

J. P. Ramet

le surdosage du coagulant et la prolongation des temps de coagulation et d'égouttage avant moulage. Moyennant ces ajustements, il a été possible de réaliser dans des conditions satisfaisantes et simples, des fromages de différents types présentant une bonne qualité organoleptique.

Le caractère très bas des indices de rendements fromagers mesurés a été souligné et expliqué comme résultant des faibles teneurs en matière sèche des laits collectés, celles-ci se situant à 9,4 p. 100 contre 12-13 p. 100, valeurs moyennes citées par plusieurs auteurs (3, 9, 11, 18, 19). Il s'agit là vraisemblablement d'un effet saisonnier dû au stress hydrique consécutif à l'alimentation réduite en eau des troupeaux exploités et qui est connu pour provoquer une chute de la teneur en matière sèche (17). Il est donc vraisemblable que la transformation de laits provenant d'animaux à régimes alimentaires mieux équilibrés, ne présenterait pas, de par leur plus grande richesse en substances sèches, les difficultés précitées au plan de la technologie et des rendements.

D'une manière plus générale, il apparaît donc que la transformation du lait de dromadaire en fromages peut constituer une voie très intéressante pour mieux exploiter et valoriser le potentiel laitier représenté par le cheptel camelin traditionnel des régions arides et

pour régulariser l'apport alimentaire des sociétés concernées. Dans cette perspective, il semble que les fromages les mieux adaptés, tant à une production à caractère artisanal et familial qu'à l'environnement bioclimatique, soient de deux types : des fromages humides, à caractère acide destinés à être consommés à l'état frais dans un délai limité ; des fromages de report à humidité réduite, dont la préservation à moyen et long terme pourrait être assurée par des méthodes simples utilisant par exemple la déshydratation à l'air et au soleil, la déshydratation osmotique par immersion dans une saumure concentrée ou l'immersion dans un bain d'huile (11).

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture à Rome et à Tunis ainsi que l'Institut des Régions Arides à Médenine pour l'aide apportée à la réalisation de l'étude. Sa reconnaissance s'adresse en particulier à Mohamed DHAOUI de l'IRA pour son efficace assistance technique.

RAMET (J. P.). Cheese ability of dromedary milk. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 105-111.

Cheesemaking is a method of preservation of milk widely used all over the world on household as industrial scale. In the particular case of dromedary milk, the process is said difficult or impossible, due to difficulties faced for clotting the milk. The following work is aimed to estimate the ability of camel milk for renneting period, but also during the other phasis of the processing of the main types of cheeses. The results confirmed that addition of calcium chloride (15 g/100 l) reduced from 20 to 50 p. 100 the clotting period. Curds are characterized by a high brittleness which is induced by the low content of dry matter of the milk. The practical modalities of draining are depending on the rheological properties of curd which implicate the necessity to limit in intensity the mechanical operations. For the different types of cheese, the ripening period is performed under satisfactory conditions and the organoleptical quality of the products considered as good. However, in comparison with manufacturing made from cow milk, the total solid contents of the wheys are higher and cheese yield lower. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Milk - Cheese - Milk clotting - Curd draining - Ripening - Cheese yield - Tunisia.

RAMET (J. P.). Aptitud quesera de la leche del dromedario. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 105-111.

La fabrication de queso es un método de conservación de la leche ampliamente utilizada en el mundo en los aspectos artesanal e industrial. En el caso particular de la leche de dromedario, se considera este procedimiento como difícil o imposible a causa de las dificultades para realizar la coagulación. Este trabajo tiene por objeto la evaluación de la aptitud quesera de la leche de dromedario durante la coagulación pero también durante otras fases de la fabricación de los principales tipos de quesos. Los resultados mostraron que el añadido de cloruro de calcio (15 g/100 l) reduce de 20 a 50 p. 100 la duración de la coagulación. Se caracterizan los geles formados por una friabilidad elevada que se explica por la cantidad reducida de materia seca de la leche. Las modalidades prácticas del desuerado dependen de las propiedades reológicas del requesón que implican la necesidad de limitar la intensidad de las operaciones mecánicas. Para los diferentes tipos de queso, el afinado se hace de modo satisficente y se juzgó buena la cualidad organoleptica de los productos. Sin embargo, en comparación con los productos a partir de leche de vaca, las cantidades de materias secas de los lactosueros de dromedario son más elevadas, y los rendimientos queseros inferiores. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Leche - Queso - Fabricación - Coagulación - Desuerado - Afinado - Rendimiento - Túnez.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALAIS (C.). Science du lait. Paris, Éditions Sepaic, 1984.
2. ALI (M. Z.), ROBINSON (R. K.). Size distribution of caseins micelles in camels milk. *J. Dairy Res.*, 1985, **52** : 303-307.
3. BACHMAN (M. R.), SCHULTHESS (W.). Lactation of camels and composition of camel milk in Kenya. *Milchwissenschaft*, 1987, **42** : 766-768.
4. BARBOUR (E. K.), NABOUT (N. H.), FRERICHS (W. M.), AL-NAKHLI (H. M.). Inhibition of pathogenic bacteria by camel's milk. *J. Fd Protection*, 1984, **47** : 838-840.
5. FARAH (Z.). Effect of heat treatment on whey proteins of camel milk. *Milchwissenschaft*, 1986, **41** : 763-785.
6. FARAH (Z.), BACHMANN (M. R.). Rennet coagulation of camel milk. *Milchwissenschaft*, 1977, **42** : 689-692.
7. FARAH (Z.), FARAH-RIESEN (M.). Separation and characterization of major component of camel milk casein. *Milchwissenschaft*, 1985, **40** : 669-671.
8. Fédération Internationale de Laiterie. Méthodes officielles d'analyses du lait. Bruxelles, Square Vergote, FIL, 1950.
9. GAST (M.), MAUBOIS (L.), ADDA (J.). Le lait et les produits laitiers en Ahaggar. Paris, Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnologiques, 1969.
10. GNAN (S. O.), SHERINA (M.). Composition of Libyan camel's milk. *Aust. J. Dairy Technol.*, 1985 : 33-36.
11. JERDALI (Z.). Contribution à l'étude de la composition du lait de dromadaire. DEA École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Vandoeuvre-lès-Nancy, 1988. Pp. 1-88.
12. RAMET (J. P.). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Rome, FAO, 1985. Pp. 1-187. (Étude FAO : Production et Santé animales n° 48).
13. RAMET (J. P.). Study of enzymatic coagulation of camel milk. Rome, FAO, 1985. Pp. 1-73. (Report W/R 5322. Saudi-Arabia).
14. RAMET (J. P.). The ability of camel milk for cheesemaking. Comm. Camel Seminar, Koweit, 1986. Pp. 1-26.
15. RAMET (J. P.). Use of bovine calf rennet to coagulate raw camel milk. *Wild Anim. Rev.*, 1987, **61** : 11-16.
16. RAMET (J. P.). Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rome, FAO, 1987. Pp. 1-33. (Rapport).
17. RAO (M. B.), GUPTA (R. C.), DASTUR (N.). Camel's milk and milk products. *Indian J. Dairy Sci.*, 1970, **23** : 71-78.
18. YAGIL (R.). Camels and camel milk. Rome, FAO, 1982. Pp. 1-69. (Étude FAO : Production et Santé animales n° 26).
19. YAGIL (R.), ETZION (Z.). The effect of draught conditions on the quality of camel milk. *J. Dairy Res.*, 1980, **47** : 159-166.
20. WILSON (R. T.). The camel. London and New-York, Longman Publisher, 1984.

Communications

Un essai de production et de transformation de lait de dromadaire en Tunisie

M. Kamoun ^{1*}

R. Bergaoui ^{1*}

KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.). Un essai de production et de transformation de lait de dromadaire en Tunisie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 41 (1) : 113-115.

Dans le Nord tunisien, cinq dromadaires femelles disposant chacune de 4 kg de son de blé par jour et de paille d'avoine à volonté ont produit en 305 jours de lactation une moyenne de 1 860 l (entre 915 et 3 355 l). Différents fromages ont été fabriqués à partir de ce lait composé de 108 g de matière sèche et de 28 g de matière grasse (MG) par litre. Des rendements frais et secs de 11,7 p. 100 et 4,9 p. 100 ont été respectivement obtenus avec un taux de récupération de la matière grasse de 64 p. 100. Ces résultats sont comparés à ceux obtenus avec du lait de vache. *Mots clés* : Dromadaire - Lait - Fromage - Tunisie.

En Tunisie, les solutions adoptées pour diminuer le déficit de la production laitière nationale ont été de pratiquer sur les bovins, les ovins et les caprins des croisements d'absorption avec des géniteurs importés. Jamais l'apport du dromadaire n'a été envisagé, même dans les régions arides qui représentent 70 p. 100 du territoire national. Cet animal n'est exploité que de façon extensive pour la production de viande, et le peu de lait produit est auto-consommé immédiatement après la traite, l'éleveur n'étant pas capable de le transformer en beurre ou en fromage.

Afin d'étudier les possibilités d'intensification de cet élevage, l'École Supérieure d'Agriculture de Mateur a engagé, en janvier 1987, un programme de recherche répondant aux préoccupations nationales exprimées dans le VII^{ème} plan : autosuffisance en viande, diminution des importations de produits laitiers.

En matière de production laitière deux objectifs ont été définis :

- évaluer le potentiel laitier des dromadaires tunisiens et étudier leur réponse à l'intensification,
- proposer des moyens de conservation du lait pour faciliter sa commercialisation.

1. École Supérieure d'Agriculture, 7030 Mateur, Tunisie.

(*) avec la collaboration technique de Ch. OUZINI, F. ABDELLI et N. OUEGHIL.

Reçu le 01.11.88, accepté le 23.12.88.

Matériel et méthode

Un troupeau a été constitué à l'École Supérieure d'Agriculture (ESA) de Mateur à partir de 10 Neggas(**), en fin de gestation, achetées en 1987. Deux se sont avérées vides. Huit ont mis bas entre le 22 décembre 1987 et le 16 mars 1988. Les animaux ont à leur disposition de l'eau et de la paille d'avoine à volonté, plus 4 kg de son de blé par tête et par jour. Ils effectuent en outre une sortie quotidienne sur un parcours d'acacias et de cactées.

Deux trayons situés du même côté du pis sont traités trois fois par jour. Les deux autres sont réservés aux jeunes, isolés dans un paddock entre les traites. La productivité quotidienne en lait est estimée en doublant le volume récolté.

La production laitière, résultats

Le tableau I résume les performances individuelles de 5 Neggas suivies du 01.04.88 au 30.11.88. La qualité et la quantité diffèrent selon les individus. La matière grasse (MG), la matière azotée (MAT) et la matière sèche (MST) sont inversement proportionnelles à la quantité de lait produite. Quant au lactose et aux cendres, ils semblent être indépendants du potentiel laitier de l'animal.

Le lait du troupeau camelin de Mateur est plus riche en matière sèche et en matière grasse que celui du Sud tunisien. Outre une alimentation différente, la raison tient probablement dans la technique de traite : dans les troupeaux extensifs du Sud, les Neggas sont traitées occasionnellement, selon les besoins de l'éleveur, et jamais à fond ; c'est le chamelon qui termine la traite et qui bénéficie ainsi de la fraction de lait la plus riche en extrait sec (1).

Aptitude fromagère du lait de dromadaire

La publication de RAMET (3) précise de quelles façons les difficultés à produire du fromage de dromadaire peuvent être contournées. Les adaptations technologiques adoptées à l'ESA Mateur sont semblables. Elles correspondent à des pratiques couramment utilisées en industrie fromagère pour corriger les laits de vache, de brebis et de chèvre (2). Elles se résument en l'adjonction d'un sel de calcium soluble et de présure de veau (1/10000) à raison, respectivement, de 10 à 14 g et de 30 à 50 ml pour 100 litres de lait, en la prolongation des temps de coagulation et de repos sous sérum et surtout en un prémoulage de 10 à 20 minutes sur toile fine. Différents types de fromages ont ainsi été réalisés dans des conditions satisfaisantes.

Après dégustation en Tunisie, au Maroc et en France, ces fromages ont été jugés conformes aux critères spécifiques des catégories concernées : une couleur

(**) Dromadaires femelles adultes.

Communications

TABLEAU I Les performances laitières du troupeau camelin de Mateur.

Néggas N°	Poids kg	Rang de la lactation	Dates de		Performances laitières						
			mise bas	tarissement	Quantité (en l)		Composition g/litre				
					Moyenne quotidienne	Extrapolée à 305 j	MST	MG	MAT	Lactose	Cendres
1	513	2	27/1/88	15/11/88	6	1 830	122	40	27,5	44	10,0
2	429	2	21/2/88	non	3	915	116	40	21,6	45	8,2
3	468	2	02/2/88	non	6,5	1 983	109	32	20,7	50	8,2
6	482	2	05/2/88	non	11	3 355	107	31	18	49	8,7
8	444	1	21/2/88	30/10/88	4	1 220	120	37	26,6	46	10,3
M	467				6,1 ±2,8	1 860 ±843	115 ±6	36 ±4	22,9 ±3,6	46,8 ±2,3	9,1 ±0,9

TABLEAU II Caractéristiques des fabrications fromagères.

Type de lait Nombre d'échantillons	Dromadaire n = 40		Vache n = 8	
	M	σ	M	σ
<i>Lait</i>				
Matière sèche (g/l)	108,0	7,0	122,0	3,0
Matière grasse (g/l)	28,0	7,0	37,4	3,7
<i>Caractéristiques des fabrications</i>				
pH emprésurage	6,27	0,07	6,47	0,08
Temps de floculation (mn)	10	2	18	1
<i>Fromages</i>				
Extrait sec (p. 100)	42,0	4,0	46,6	2,6
Rendements frais (p. 100)	11,7	1,7	13,4	0,3
Rendements secs (p. 100)	4,9	0,6	5,6	0,4
Taux de récupération de matière sèche (p. 100)	46,6	4,4	54,5	1,4
<i>Lactosérums</i>				
Matière sèche (g/p)	70,0	6,6	67,6	1,8
Matière grasse (g/p)	10,0	4,0	4,8	0,4

blanc mat, une odeur et un goût assez neutres et une texture onctueuse. Globalement, ils ont été jugés maigres. Quelques dégustateurs ont relevé un résidu gras blanc qui collait au palais, d'autres ont décelé dans les fromages à pâte pressée non cuite une amertume faible et acceptable.

Les rendements fromagers sont comparés à ceux obtenus suivant la même technique avec le lait des vaches du troupeau de l'ESA Mateur (Tabl. II). Ces fabrications fromagères ont été réalisées avec le lait des deux premières traites, qui s'est avéré nettement moins riche en matière sèche et en matière grasse que celui de la traite du soir (1). D'où les différences entre les données des tableaux I et II.

L'analyse des résultats montre que les rendements fromagers sont satisfaisants mais que, pour le droma-

daire, ils sont inférieurs à ceux du lait de vache. Ceci provient autant de la moindre teneur en matière sèche du lait de dromadaire que de la plus grande importance des pertes en extraits secs dans le lactosérum. Contrairement aux lactosérums de vache qui présentent un aspect verdâtre, ceux de dromadaire sont très blancs et peu différents de la couleur des laits dont ils sont issus. La perte en matière grasse est double de celle observée avec du lait de vache ; la fraction récupérée ne représente que 64 p. 100 de la matière grasse initiale du lait traité. Ceci s'explique par la faible taille des globules gras et par leurs liaisons étroites aux protéines (4).

Conclusion

Les résultats préliminaires montrent qu'avec des dromadaires de même origine génétique, la production

PRODUCTIONS ET INDUSTRIES ANIMALES

laitière sur 305 jours varie entre 900 et 3 400 litres. Ceci semble indiquer qu'au sein de la population cameline tunisienne, existent des animaux dont le potentiel laitier mériterait d'être valorisé : cette espèce ne doit plus être associée *a priori* à des productions faibles.

Le lait, quant à lui, peut être transformé en fromage avec des rendements et des qualités organoleptiques satisfaisants. Ceci peut constituer une voie intéressante pour mieux exploiter le potentiel laitier des zones arides et régulariser sinon enrichir l'apport alimentaire des populations. De plus, la possibilité d'acheminer des produits laitiers moins périssables vers des grands centres de consommation devrait autoriser l'introduction progressive de schémas d'intensification et l'orientation de l'élevage camelin tunisien vers un système mixte, viande et lait.

KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.). A test of production and transformation of dromedary milk in Tunisia. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **41** (1) : 113-115.

In Northern Tunisia, five she-camels, each one fed with 4 kg of wheat bran and *ad libitum* oat straw, have produced an average of 1,860 l of milk over a period of lactation of 305 days, ranging from 915 to 3,355 l. Various types of cheese were manufactured from this milk with a content of 108 g of dry matter and 28 g of fat matter per litre. Dry and wet yields of 11.7 p. 100 and 4.9 p. 100 respectively have been obtained with a fat recovery rate of 64 p. 100. These results are compared with those obtained from cow's milk. *Key words* : Dromedary - Milk - Cheese - Tunisia.

Bibliographie

1. KAMOUN (M.), BERGAOUI (R.). Évolution quantitative et qualitative du lait de dromadaire en fonction du rang et de la fréquence de la traite. 1989. (à paraître dans la revue de l'INRAT de Tunis).
2. LUQUET (F. M.). Lait et produits laitiers. Les produits laitiers : transformation et technologies. Vol. 2. Paris, Lavoisier, 1985. 633 p. (Technique et documentation Lavoisier).
3. RAMET (J. P.). L'aptitude fromagère du lait de dromadaire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **41** (1) : 105-111.
4. YAGIL (R.). Camels and camel milk. Rome, FAO, 1982. 69 p. (Étude FAO Production et santé animales n° 26).

Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie

D. Martinez ^{1*}

MARTINEZ (D.). Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 115-116.

L'auteur relate le développement récent d'un élevage laitier camelin pour approvisionner la capitale mauritanienne. Plusieurs troupeaux de dix à vingt femelles séjournent dans les campements périurbains permanents. Si la journée se passe à l'extérieur, l'absence de pâturages réels aux alentours immédiats oblige à distribuer chaque soir un aliment concentré importé du Sénégal. Deux traites quotidiennes sont effectuées après stimulation par le jeune et 3 à 4 litres de lait sont recueillis chaque jour, non compris le prélèvement non chiffré du chamelon. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Élevage - Production laitière - Troupeau périurbain - Traite - Mauritanie.

En périphérie de la ville de Nouakchott s'est développé un élevage laitier destiné à la production de lait frais de dromadaire, aliment très apprécié des Mauritaniens. Une enquête a été conduite pendant les mois d'avril et mai 1984 afin d'évaluer la production des animaux dans ce type d'élevage.

Conduite des troupeaux

Les troupeaux laitiers sont constitués d'environ dix à vingt femelles suitées, parfois accompagnées d'un mâle. Celles-ci séjournent à Nouakchott pendant plusieurs mois, jusqu'à ce qu'elles arrivent en fin de lactation. Elles retournent alors dans leur troupeau d'origine nomadisant en brousse et sont remplacées par d'autres femelles allaitantes. Bien qu'aucun recensement n'ait été effectué, on peut estimer que plusieurs centaines de dromadaires demeurent ainsi en permanence autour de la ville, à l'exclusion d'une courte saison pluvieuse centrée sur le mois d'août pendant laquelle la population cameline périurbaine se raréfie afin de profiter de la repousse de la végétation en brousse.

Tôt le matin, dès la traite terminée, les animaux partent au pâturage (quasi inexistant pendant l'enquête) où ils séjournent toute la journée sous la conduite d'un berger. Les dromadaires de quelques mois restent au camp tandis que les plus âgés suivent leur mère dont la mamelle est protégée afin d'empêcher le jeune de têter. Le retour a lieu en fin d'après-

1. Avec la collaboration technique de SY MOUSSA** et SIDI OULD SAMBA**.

* IEMVT, BP 1232, 97184 Pointe-à-Pitre Cédex, Guadeloupe.

** CNERV, Nouakchott, République Islamique de Mauritanie.

Reçu le 05.12.88, accepté le 06.12.88.

Communications

midi. Les animaux sont alors abreuvés, alimentés avec du « rakel » (aliment composé importé du Sénégal) et se reposent jusqu'à la traite du soir.

La montée laiteuse est amorcée par le chamelon qui est ensuite éloigné. Il reviendra vider la mamelle en fin de traite. Les quantités de lait mesurées au cours de l'enquête constituent donc le disponible laitier hors consommation du jeune. La vente au détail a lieu sur place ou dans de petites coopératives situées en ville, après collecte du lait par le propriétaire des animaux.

Réalisation de l'enquête et résultats

Les quantités de lait récoltées matin et soir ont été mesurées sur les mêmes femelles. Tous les cinq à six jours, d'autres animaux étaient choisis pour être soumis à l'enquête. Au total, 278 mesures ont été effectuées sur 50 dromadaires répartis chez une dizaine d'éleveurs disséminés en périphérie de la ville.

Les résultats sont consignés dans les tableaux I, II, III. On constate que la production journalière vendue par femelle varie peu en fonction des paramètres étudiés : entre 3,1 et 4,3 litres par jour.

Ces chiffres ne sont que le reflet de l'influence de chacun de ces paramètres sur la production laitière car la consommation du chamelon reste inconnue. Ils constituent cependant des indicateurs relativement corrects des variations de cette production car l'éleveur adapte le volume de la traite aux potentialités maternelles afin de ne pas trop léser le jeune. Ainsi, entre le 3^{ème} et le 8^{ème} mois de lactation, la production quotidienne moyenne est de 3,8 litres de lait par femelle, soit 684 litres en six mois. Les faibles variations du niveau de la lactation durant cette période sont en accord avec les coefficients de persistance élevés observés par d'autres auteurs (1, 2, 3). Dans cette enquête, le rang de lactation et l'âge de la mère n'influent pas sur la quantité de lait récoltée quotidiennement.

TABLEAU I Résultats selon le mois de lactation.

Mois de lactation	N	M
3 ^e mois	16	4,3 ± 0,9
4 ^e mois	12	3,1 ± 0,5
5 ^e mois	62	4 ± 1
6 ^e mois	127	3,7 ± 0,6
7 ^e mois	23	3,8 ± 0,6
8 ^e mois	38	3,9 ± 0,7
Total	278	
Moyenne générale		3,8 ± 0,8

N = nombre de mesures quotidiennes (traite du matin + traite du soir) ;
M = nombre de litres de lait vendus quotidiennement.

TABLEAU II Résultats selon le rang de lactation.

Rang de lactation*	N	M
1	25	4,3 ± 0,4
2	31	4 ± 0,2
3	24	3,6 ± 0,4
4	14	4,2 ± 1
Total	94	

* Cette information n'était pas toujours disponible pour les femelles qui n'étaient pas nées dans le troupeau.

TABLEAU III Résultats selon l'âge de la mère.

Âge de la mère	N	M
4 ans	5	3,5 ± 0,4
5 ans	22	4,2 ± 1,3
6 ans	66	3,7 ± 0,5
7 ans	13	3,6 ± 0,1
8 ans	54	3,8 ± 0,7
9 ans	14	3,5 ± 0,8
10 ans	64	3,9 ± 0,7
11 ans	21	3,4 ± 1
12 ans	19	4,2 ± 0,8
Total	278	
Moyenne		3,8 ± 0,8

Conclusion

Le dromadaire constitue l'animal de choix pour l'exploitation des régions désertiques. Autour de la ville de Nouakchott, les prix élevés qui peuvent être pratiqués en matière de vente de lait compensent largement le coût de l'alimentation et font de l'élevage des femelles laitières de dromadaire une activité très lucrative.

MARTINEZ (D.). Note on camel milk production in suburban area in Mauritania. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 115-116.

The author recounts the recent development of a milking camel breeding stock, aimed at the supply of the Mauritanian capital. Several herds ranging from 10 up to 20 heads are kept in suburban encampments. Although day time is spent outside the compounds, the absence of real pasture in the surroundings forces the owners to feed their animals every evening with an imported Senegalese concentrate. In two daily milkings, 3 to 4 liters are collected daily per female, exclusive of an unknown intake by the young. *Key words* : Camel - *Camelus dromedarius* - Breeding - Dairy production - Suburban herds - Milking management - Mauritania.

Bibliographie

- HOSTE (C.), RICHARD (D.). Les paramètres de production des dromadaires. In : RICHARD (D.), éd. Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1984. Pp. 77-104.
- KNOESS (K. M.), MAKHUDUM (A. J.), RAFIQ (M.), HAFEEZ (M.). Potentiel laitier de la chamelle, plus particulièrement au Penjab pakistanais. *Revue mond. Zootech.*, 1986, 57 : 11-21.
- RICHARD (D.), GÉRARD (D.). La production laitière des dromadaires Dankali (Éthiopie). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 97-103.

R. T. Wilson ¹ | Reproductive performance of the one-humped camel. The empirical base

WILSON (R. T.). Performances de reproduction du dromadaire. Base empirique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1): 117-125.

Cet article est une synthèse des données empiriques et des observations provenant la plupart d'études de terrain sur les performances de reproduction du dromadaire. Des références sont faites à de nombreux pays d'Afrique et d'Asie. L'âge élevé à la première parturition (60 mois), le long intervalle entre les mises bas (24 mois et plus) et la réforme relativement précoce des reproductrices (à partir de 10 ans) sont responsables du faible nombre de jeunes, en moyenne moins de 3, par carrière de reproductrice. Le dromadaire présente un cycle de reproduction fortement influencé par la saison dans la plupart des régions mais les raisons en sont encore mal connues. Les performances de reproduction peuvent être accrues en réduisant en même temps l'âge à la première parturition et l'intervalle de mise bas, et en augmentant la durée de reproduction de la femelle. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Reproduction - Parturition - Age - Longévité - Influence de la saison - Afrique - Asie.

INTRODUCTION

Until recently it has been considered that scientific knowledge of the one-humped camel has been fragmentary, that little research had been undertaken, and that there were very few publications relating to it. A changed attitude has been forced on the research community by the appearance of a number of bibliographies during the early part of the current decade (10, 15, 32, 50). These lists of references contained approximately 3,000 items up to 1980. Since then, approximately 900 additional scientific articles have been published on *Camelus dromedarius* (45).

An analysis of the published material (46) for both the pre-1980 and post-1980 periods showed great imbalances in input in the most important fields of research. In the pre-1980 period most research effort was devoted to diseases and veterinary aspects (approximately 640 references) and to non-reproductive physiology (560 references). Reproduction, as such, mustered about 240 references but these, almost without exception, concentrated on the physiology of

reproduction. Of 412 listed papers for 1981 to 1985 inclusive, about 140 covered diseases and veterinary aspects, 65 were on anatomy and morphology, 50 looked at non-reproductive physiology and less than 40 covered the reproductive processes, with most of these last again concentrating on physiology.

Two recent reviews have covered reproduction in the male and in the female dromedary. The paper on the male animal (40) devotes less than 300 words to « Puberty and Breeding Season » in which it is stated that « It is well known that mature male camels show seasonal sexual activity referred to as the rut » : a further 350 words are devoted to « Sexual Behavior ». The remainder of the male paper deals with anatomy, histology, physiology and the pathology of the genital organs. The paper on the female camel (11) commences its abstract by stating « The breeding season in the camel appears to be longer than was previously thought ». It then devotes a similar amount of space to puberty, the breeding season, age at first calving, calving interval and reproductive performance as does the paper on the male.

The conclusions to be drawn are that, although there is now a very good background of information on the one-humped camel, much of it has concentrated on the « easy » aspects of research which can be carried out in the comfort of a laboratory and the relative comfort of an abattoir. The « difficult » aspects - the long-term methodical effort required, because of the extended production cycle of the camel, under arduous conditions - have still to be fully elucidated.

This paper attempts to present the field data available on the reproductive performance of the one-humped camel. It is based in part on the author's own work and in part on an analysis of the still sparse literature on the camel's reproductive performance in the field.

AGE AT FIRST PARTURITION

Physiological studies have shown that puberty can occur in the female camel at an age of two years (2, 3) in Saudi Arabia and at eight to twelve months in southern USSR (1). Estimates of puberty in traditio-

1. Bartridge House, Umlerleigh, North Devon, EX37 9AS, U.K.

Current address : International Livestock Center for Africa, PO Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia.

Reçu le 25.08.88, accepté le 13.12.88.

R. T. Wilson

nally managed camels in Somalia varied from four to six years and age of « sexual maturity » from five to seven years (28).

In spite of the early age at which puberty can occur, most camels do not give birth to their first offspring before they are four years old. In India and in Somalia first parturition has been said to be at four years (19, 23).

Data from retrospective surveys using some form of questionnaire to establish the reproductive careers of female camels have provided reasonably firm indications of ages at first parturition. In traditionally managed herds in Kenya, an age of 58 months has been estimated (16). Although there was no evidence to support such a conclusion, it was thought that an increased growth rate from veterinary inputs might lead to an earlier age at first calving (38). Two different retrospective studies from Niger provide estimates of 63.4 months (5.28 years) on a sample of 2,610 camels (29) and 58.8 months (4.9 years) with a standard deviation of 19.2 months for 215 females (43). In the former of these Niger studies (29) between 3 and 80 per cent of females (varying with ethnic group and management type) first gave birth between four and five years. About 95 per cent of camels had given birth for the first time on reaching six years, except in one transhumant group where a 95 per cent level of camels having given birth at least once was not reached until the 8-9 year age group. In the latter Niger study (43) the range of age at first parturition varied between two and eleven years.

Animals of absolute known age gave birth for the first time at 61 months in an experimental herd in Kenya (16). In ranch herds in Kenya the average age at first parturition of 37 camels which had run freely with a male from birth was 54.2 ± 2.8 months (44). The age at first parturition varied among ranches from 48.6 ± 2.8 to 56.1 ± 56.1 months, the differences not being significant. The youngest animal first gave birth at 45.6 months and the oldest at 71.3 months on these Kenya ranches.

The average age at first parturition of 105 Bikaneri camels (5) on a breeding farm in Rajasthan was 61.0 ± 0.98 months ($1,838 \pm 29.7$ days) but it is not clear if there was control of the age at which females were put to males. There was a significant reduction in age at first birth for camels which were born in the periods 1960-1964 (65.2 months), through 1965-1969 (61.0 months), to 1970-1974 (56.8 months). There were no significant differences due to the month of birth of the dam. This Bikaneri study provides the only known estimate of heritability of age at first parturition in camels, this being very low at 0.03 ± 0.40 .

NUMBER OF YOUNG PER PARTURITION

In camels a single young at birth is the norm. Twin births have not been recorded in any study and only in very rare cases have twin foetuses been recorded : two cases in 494 pregnancies (0.4 per cent) in Sudan (26) and one case of twins and one case of triplets in 785 cases in Egypt (36).

Cases of multiple ovulations are not, however, uncommon. Several studies indicate about 12 to 14 per cent of double ovulations and 1 to 2 per cent of triple or more (12, 17, 26, 36). One report provides a figure of 18.6 per cent double ovulations (14).

INTERVALS BETWEEN BIRTHS

The conventional wisdom is that the interval between successive births in one-humped camels is about two years. Few detailed studies have been undertaken. Retrospective studies in traditional systems tend to confirm that a camel gives birth once every two years but intervals vary and are often spread over a very long period. In Mali, of 43 cases reported in a Touareg herd, nine intervals were between 13 and 15 months, twelve between 16 and 19 months, nineteen of about 24 months and three of longer than 24 months (39). An early study in Kenya (7) showed that of 26 intervals only four were of less than 24 months, fourteen were of about 24 months and eight were 25 months or longer. In Kenya an interval of 26.8 months in traditional herds was reduced to 20.8 months when a veterinary package was implemented (38). This veterinary treatment comprised : routine treatment of tick and worm infestations ; vaccination against anthrax and blackquarter ; treatment of trypanosomosis and other diseases ; and a regular supplement of salt. A second traditional herd in Kenya showed an interval of 28.4 months (35).

In Niger the average interval between births in three eastern provinces was 30 months with variations between sedentary herds (25 months in Maradi, 27 months in Zinder, 38 months in Diffa) and transhumant herds (24 months in Maradi, 30 months in Zinder, 27 months in Diffa) (33). Farther north in the Air region of Niger, in a Touareg traditional system, an interval of 26.2 ± 10.56 months was established for a total of 329 intervals (43). The frequency distribution of all these intervals within three-monthly periods is shown in figure 1. The interval varied among different parities, there being a general reduction between successive

TABLE I Effects of parity on birth intervals (months) of camels in a traditional pastoral system in Niger and a modern ranching system in Kenya.

Interval	Niger			Kenya		
	n	\bar{x}	s.d.	n	x	s.d.
1-2	144	28.6	9.10	190	19.3	0.48
2-3	97	24.0	9.63	149	18.3	0.51
3-4	54	25.8	8.89	77	18.8	0.66
>4	34	20.1	7.55	44	18.6	0.87

births (increasing parity) as the female progressed through her reproductive career (Table I).

Under commercial ranch management in Kenya where actual birth dates were recorded, the corrected least-squares mean of 460 intervals was 18.7 ± 0.38 months (44). Earlier estimates for these herds, based on fewer intervals and not taking into account abortions, were of about 21.6 months (35) this being very similar to the uncorrected mean of 20.2 months in the more complete study. In the more complete study (44), parity did not exert a significant influence on the interval although there did appear to be slightly shorter intervals in higher parities (Table I). There were significant effects of the female ($P < 0.05$), of the ranch ($P < 0.01$) and of the survival of young ($P < 0.001$) on the interval but not ($P > 0.05$) of the month of the previous parturition. An abortion or the death of the young before weaning led to a shorter interval to the next birth than if the young survived to weaning, probably due to the effects of lactation on the reproductive hormones. Intervals were clustered about 18 months, there being relatively few of longer than 30 months (Fig. 1).

In other controlled studies the interval between births has been established as 14.3 months (434 days) in Najdi camels in Saudi Arabia (4) and it has also been said that in commercial milk herds in the Al-Jouf region a calving interval of 14 to 15 months could be achieved (21). In Israel it has been said that birth intervals of less than one year can be obtained: an actual interval of 365 to 395 days (mean = 380) was demonstrated on a very small number of intervals after hormonal treatments had been used (51).

The short Israeli intervals were coupled with a reported gestation period of 345 to 360 days. All other recent studies report gestation periods longer than 360 days. In Kenya an average of 377 ± 12.1 days, in the range 360 to 411 days was recorded for 142 pregnancies (44). In Bikaneri camels average gestation length has been established as 391 ± 16.7 days ($n = 296$) in the range 325 to 444 days (37) and this period was not affected by parity or the sex of the calf. In other Bikaneri camels an even longer period of about 404 days was established for 56 gestations (30) with a

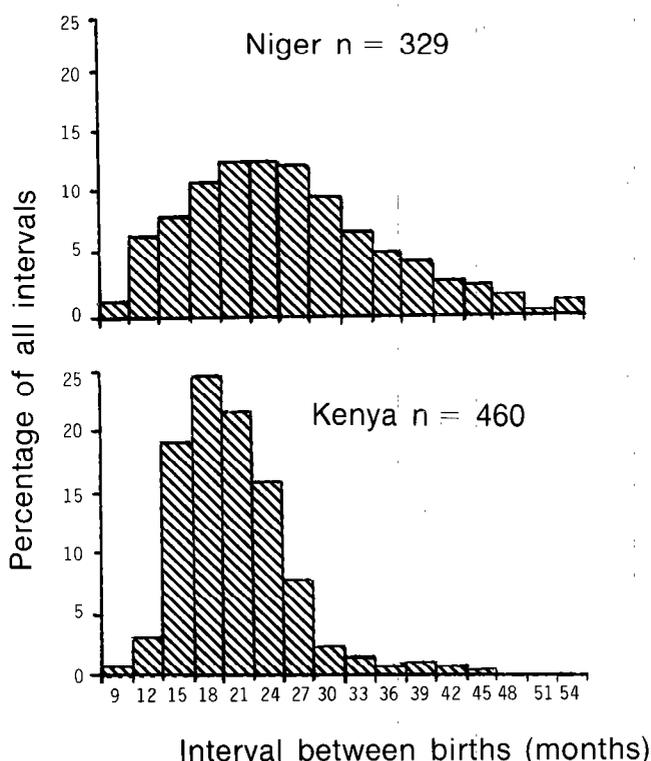


Fig. 1 : Distribution of birth intervals in camels in a traditional pastoral system in Niger and a modern ranching system in Kenya.

heritability of 0.016 ± 0.08 , there being differences in gestation length due to sires ($P < 0.01$) but not to the sex of the calf.

FERTILITY

In this paper « fertility » is not used as a strictly terminological word. Expressions in the available literature are manifold and include calving percentage, reduplication rate, absolute fertility indices and age specific fertility rates. The annual reproductive rate

R. T. Wilson

(ARR = number of young per birth x 365/parturition interval) has been used as a proxy for fertility in small ruminants (47, 48). The annual reproductive rate can be easily calculated and used for direct comparison of different studies. It has a slight disadvantage in that it assumes that all females of breeding age in the herd are in fact reproducing.

In northern Kenya calving percentages of 21.1 and 47.4 per cent have been quoted for « non-treatment » and « treatment » herds (38). Calculated from the calving interval provided, the ARR would be 0.45 and 0.58 young per female per year. On the same basis the ARR on commercial ranches in Kenya would be 0.64 (44).

In southern Somalia an absolute fertility index was calculated as the proportion of young under one year old to females of breeding age. In 1984 this was 0.78 (41) and does, in fact, approximate the ARR and also implies an interval between births of 15.4 months. For three Kenya populations, absolute fertility indices, using the same aerial survey methodology, of 0.90, 0.24 and 0.28 were calculated by the same author (31) : assuming that populations were of equal size, a composite absolute fertility index would be 0.47 with an implied birth interval of 25.5 months. In Darfur in western Sudan a calving percentage of 70 was estimated in 1977, an implied interval of 17.1 months (42). In retrospect, it seems probable that this reproductive rate in Darfur was due to rainfall fluctuations over the preceding years and probably represented a peak in productivity.

In Tunisia the reduplication rate varied from 30.8 per cent in 1971-1972 to 11.5 per cent in 1972-1973 in camels and average 63.6 per cent in the period 1969-1970 to 1972-1973 (8). In traditionally owned herds in the same Tunisian study the reduplication rate was 84.6 per cent in 1972-1973 but only 28.6 per cent in 1973-1974. The reduplication rate was calculated on the assumption that only half the females in a herd could be expected to give birth in any one year and therefore appears to be double the true calving rate. An approximate ARR for Tunisian army camels would be 0.32 and for the Tunisian traditional system it would be 0.28. In a more recent Tunisian study, 63.3 per cent of females were served by the bull and 54.4 per cent were fertile (20).

In northern Niger the ARR was calculated as 0.46 young per breeding female (43). In eastern Niger age specific fertility rates varied from 0.01 to 0.57 at different ages (29). Age specific fertility rates for each year group and a calculation based on 3-year moving average for the eastern Niger sample are shown in figure 2.

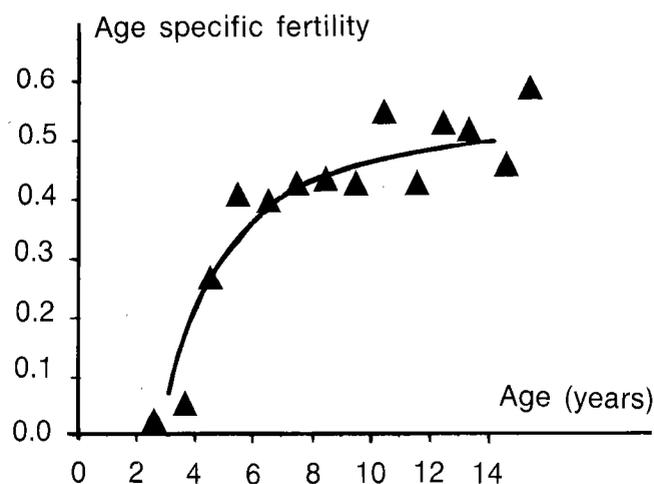


Fig. 2 : Age specific fertility for 2,756 camels in eastern Niger (based on data from Planchenault, 1984 (29)).

LONGEVITY AND LIFETIME PRODUCTION

If it is said that camels produce their first young at four to five years, it is also said that a female can breed up to 20 or even 30 years. Undoubtedly some animals will survive for 20 years but it will indeed be a rare one at 30 years. Most data on age is vague and possibly misleading. In some reports, ageing of camels is done in three simple classes of under one year, one to three years, and four years and over.

In southern Somalia camels were aged from aerial photographs by the length of their spine (41). Animals were grouped in classes of six months from 0 to 2 years old, in annual classes from 2 to 10 years, and in one class only of over 10 years. This last class comprised 14.9 per cent of the population of which 12.1 per cent were females. From the population structures established it was suggested that there had been low fertility about eight years previous to the survey.

Attempts to establish age pyramids in Niger showed population structures that were similar in both the north and in the east of the country. In the Air region the percentage of the population over 10 years was 15.4 per cent of which 12.0 per cent was female (49). In the three eastern regions of Maradi, Zinder and Diffa, an average of 18.0 per cent of six different types of herds was over 10 years old, 5.6 per cent being male and 12.4 per cent female ; between one-third and one-half of the females were usually in the age class of 10-

11 years (33).

In the Air it was considered that the break in the age pyramid at about 10 years could have been due to the effects of the 1968-1973 Sahel drought. The sharp reduction in numbers at about 10 years was also in good agreement, however, with the average lifetime production of young of breeding females (43). Reconstruction of breeding female careers showed that most females in the herd did not exceed four young (Fig. 3). A total of 215 camels had given birth to 573 young or an average of 2.7 per breeding female. Calculated from the age at first parturition and the average interval between parturitions, a female culled after 2.7 young would be aged about 10.8 years. In Kenya the average lifetime production of young was 3.5 per female on commercial ranches (44).

Similar calculations of average production of young were made in eastern Niger (33). In nine different types of herd the average age and productivity of a breeding female varied from 7.6 years and having given birth to 1.9 young to 8.6 years having produced a maximum of 2.4 young.

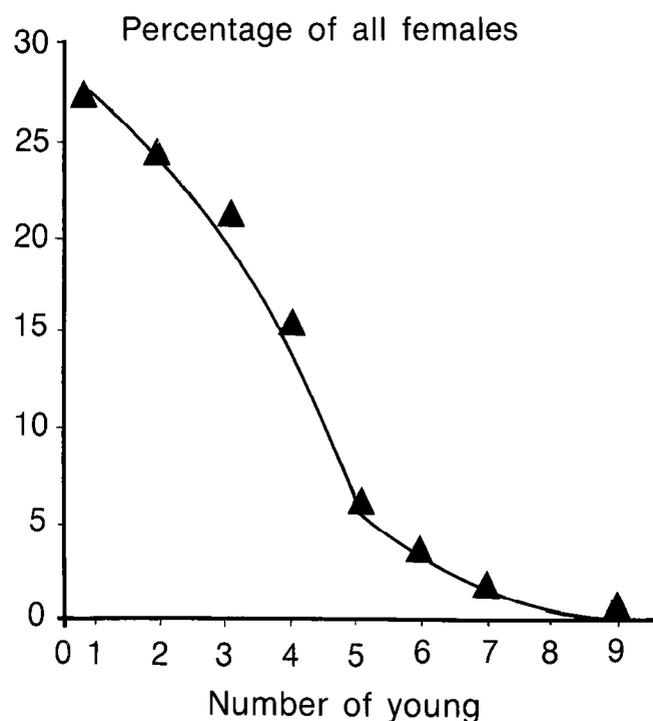


Fig. 3 : Percentage of females of breeding age and having had at least one parturition having given birth to a specified number of young.

SEASONALITY

The most commonly occurring phrase in articles dealing with the reproductive process of the camel is that the female is a seasonally polyoestrus animal. This is usually qualified by comments relating to the rutting season in the male and to the fact that the female is an induced and not a spontaneous ovulator.

Early empirical observations of the seasonality of breeding have been supplemented by abattoir studies and more recently by retrospective career histories and complete records. A summary of some of the literature data (Table II) indicates a marked seasonality

TABLE II Reported breeding seasons of the camel in different areas.

Country	Season	Reference
Pakistan	December-March	51
India	November-February	25
Somalia	April-May	24
Somalia	June + September-November	23
Egypt	December-April	36
Egypt	May-August	14
Sudan	March-August	28
Mali	February/March + August/September	39
Morocco	May-June	10

with most activity in winter in the northern hemisphere. Extended and irregular seasons are not uncommon, however, particularly when the camel is moved to areas outside its normal environment and range (Fig. 4). In zoo conditions in South Africa camels produced young in March, May, August, September and November (6). The author of the South African paper (6) considered that camels bred more or less regularly throughout the year and cited a similar situation at London zoo where young were born in February, April, September and December.

Various factors have been invoked as the trigger for the onset of the rut in the male and enhanced seasonal activity in the female. These include nutritional status, the photoperiod, and temperature and water relations. None provides an entirely satisfactory explanation as yet.

In Somalia there appear to be two main breeding seasons related to the bimodal rainfall pattern (22, 23) but births occur all year. In Djibouti, the little information available (18) also indicates opportunist breeding, perhaps related to the proximity of both the low and erratic rainfall on the Red Sea winter precipitation zone and of the inland and highland summer zone of Ethiopia.

R. T. Wilson

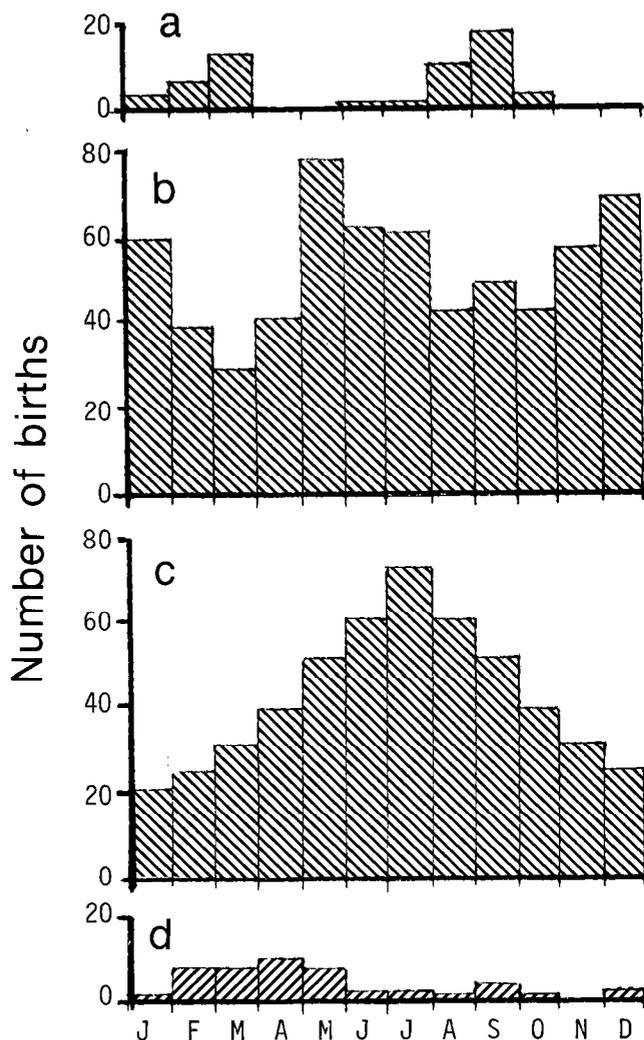


Fig. 4 : Distribution of births in camels in : a. Mali, $n = 62$, (39) ; b. Kenya, $n = 636$ (44) ; c. Niger, $n = 520$ (43) ; d. 11 European zoos, $n = 47$ (6).

In Kenya, in traditional herds there is some breeding all the year round (as indeed there usually is elsewhere) but with apparently greater activity in December/January and May (35) which may or may not have been associated with better nutritional status at conception. On Kenya commercial ranches, in spite of there being breeding all the year round, there were significant ($P < 0.001$) differences among months in the numbers of births with most taking place in May/June and November to January. A regression analysis on births and rainfall (as a proxy for primary productivity of vegetation) at each of 12 to 15 months earlier did not show any correlation between them (44).

In northern Niger there were also significant differences among months in the number of births but the pattern was more pronounced with a distinct peak in the short rainy season (43). The best correlations between assumed conception (12 months prior to parturition) and climatic variables were with minimum temperature, average temperature, maximum temperature and day length. Rainfall was again not significantly correlated with conception but it did improve the correlation when taken in conjunction with the minimum temperature.

CONCLUSION

The general statements that are usually made about the poor reproductive performance of camels appear to be confirmed by the empirical data and by field studies. Ages at first parturition are in general in the region of five years and these are not noticeably reduced even where feed conditions for rapid early weight gain are good. There are thus, for example, no apparent differences between the ages at first parturition under modern ranching and traditional extensive pastoral systems in Kenya. Puberty possibly occurs well in advance of first conception and research additional to that undertaken in Israel on hormone treatment needs to be carried out to determine the reasons for this.

The number of young per birth is almost always one. Multiple ovulations occur relatively frequently but it appears that only one egg is fertilized or there is very early embryonic death of a second foetus. It is probable that there is little advantage to be gained under normal conditions of camel husbandry in attempting to improve reproductive performance through multiple births.

Intervals between births are usually about or in excess of two years. In some areas and under some conditions of management, parturition intervals are of 18 months : it might be possible to reduce them even more using more intensive husbandry techniques and by the use of hormones. Whether it is desirable to devote scarce feed resources to intensive camel production, when cattle and small ruminant breeds can probably make better use of that feed, remains an open question. In addition, it is doubtful whether all or even many traditional communities would accept intervals shorter than 18 months in view of the fact that a major objective of their husbandry system is the provision of milk, particularly over the long dry seasons when other domestic species do not provide it.

Lifetime production is low, resulting from late ages at

first parturition, long intervals between births and a comparatively short reproductive life due to culling by owners from 10 years onwards. Reduced ages at first parturition, some shortening of birth intervals and a slightly increased age at culling could easily lead to another young per breeding female career.

The factors leading to the highly skewed seasonal distribution of births in most camel populations are not yet clear. Multi-site factorial experimentation, including nutritional and climatic studies and manipulation, are required in order to elucidate the mechanisms which govern seasonality.

WILSON (R. T.). Reproductive performance of the one-humped camel. The empirical base. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 117-125.

This paper reviews data on the reproductive performance of camels mainly from field studies. A large number of countries from Asia and Africa are covered. Late ages at first parturition (60 months), long intervals between births (24 and more months) and relatively early culling of breeding females (from 10 years) are responsible for a total lifetime production of young of less than three per breeding female. Camels have a marked seasonality of breeding in most areas but the reasons for this are not yet clear. Reproductive performance can be increased by simultaneous improvements in age at first birth, shortened parturition intervals and greater longevity. *Key words* : Dromedary - *Camelus dromedarius* - Reproduction - Parturition - Age - Longevity - Seasonality - Africa - Asia.

WILSON (R. T.). Reproductividad del dromedario. Base empírica. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (1) : 117-125.

Este artículo es una síntesis de los datos obtenidos principalmente a partir de estudios en el campo sobre la reproductividad del dromedario. Conciernen numerosos países de África y de Asia. La edad elevada al primer parto (60 meses), el largo intervalo entre los partos (24 meses y más) y la eliminación relativamente precoz de vacas de vientre (a partir de 10 años) son responsables del número reducido de jóvenes, menos de 3, por vida de vaca de vientre por término medio. El dromedario tiene un ciclo de reproducción muy influido por la estación en la mayoría de las regiones pero los motivos son todavía mal conocidos. La reproductividad puede acrecentarse al reducir, al mismo tiempo, la edad al primer parto, el intervalo de parto y al aumentar la duración de reproducción de la hembra. *Palabras claves* : Dromedario - *Camelus dromedarius* - Reproducción - Parto - Edad - Longevidad - Influencia de la estación - África - Asia.

REFERENCES

1. ADBUNAZAROV (N. K.). Biological characteristics of reproduction in the one-humped camel (in Russian). *Trudy turkmen. sel.-khoz. Inst.*, 1970, **15** : 131-140. (*Anim. Breed. Abstr.*, **39** : 767).
2. AL-METIERY (S. E.), AL-HASHEMY (A. H.). A study on growth rate of camels in Saudi Arabia. Kuwait, Proc. MINEADEP Seminar Camel Prod. Hlth, 20-23 October 1986. (in press).
3. ARTHUR (G. M.), AL-RAHIM (A. T.), AL HINDI (A. S.). The camel in health and disease. 7. Reproduction and genital diseases of the camel. *Br. vet. J.*, 1985, **41** : 650-652.
4. BAKKAR (M. N.), BASMAEIL (S.). Reproduction performance in Najdi camels. Proc. 11th int. Congr. Reprod. Artif. Insem., 1988, **1** : 529.
5. BENIWAL (B. K.), CHAUDHRY (A. L.). Age at first calving in Bikaneri camel. *Indian J. Anim. Sci.*, 1984, **54** : 598-599.
6. BRAND (D. J.). Records of animals bred in the national zoological gardens of South Africa during the period 1908 to 1960. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 1963, **140** : 617-659.
7. BREMAUD (O.). Notes sur l'élevage camelin dans les districts Nord de la République du Kenya. Maisons-Alfort, IEMVT, 1969.
8. BURGEMEISTER (R.). Élevage de chameaux en Afrique du Nord. Eschborn, Office Allemand de la Coopération Technique, 1975. 86 p.
9. CHARNOT (Y.). Synchronisation de la croissance du voile du palais et des testicules pendant le cycle sexuel chez le dromadaire. *Bull. Soc. Sci. nat. phys. Maroc*, 1963, **43** : 49-54.
10. COCKRILL (W. R.). The camelid. An all-purpose animal. Volume II. Uppsala, SIAS, 1985. 544 p.
11. EL-WISHY (A. B.). Reproduction in the female dromedary (*Camelus dromedarius*) : a review. *Anim. Reprod. Sci.*, 1987, **15** : 273-297.
12. EL-WISHY (A. B.), EL-SAWAF (S. A.). Functional activity of the ovaries and uterine horns in fat-tailed sheep and camels (*Camelus dromedarius*). *Fortpfl. Zuchthyg. Haustier-besam.*, 1971, **7** : 181-187.

R. T. Wilson

13. EL-WISHY (A. B.), GHONEIM (I. M.). Breeding activity of the camel (*Camelus dromedarius*). *Anim. Reprod. Sci.*, 1986, **11** : 75-77.
14. EL-WISHY (A. B.), HEMEIDA (N. A.), OMAR (M. A.), MOBARAK (A. M.), EL-SAYED (M. A. J.). Functional changes in the pregnant camel with special reference to foetal growth. *Br. vet. J.*, 1981, **137** : 527-537.
15. FARID (M. F. A.). Camelids bibliography. Damascus, ACSAD, 1981.
16. FIELD (C. R.), SIMPKIN (S. P.). The importance of camels to subsistence pastoralists in Kenya. Nairobi, UNESCO, 1985. (IPAL Technical Report No E-7).
17. GHONEIM (I. M.). The ovary of the pregnant camel with special reference to the corpus luteum. M.V.Sc. Thesis, Cairo, Cairo University, 1985.
18. GODET (J.). Notes sur l'élevage camelin en République de Djibouti. Djibouti, Institut Supérieur des Études et des Recherches Scientifiques et Techniques, 1985.
19. HIRA (L. M.). Camel breeding in India. *Indian Fmg*, 1947, **8** : 504-507.
20. IRA. Rapport d'activité 1985. Médenine, Institut des Zones Arides, 1986.
21. KNOESS (K. H.). Report on the performance of the camels at the camel farm at Kunetra/Sakaka/Al-Jouf. Sakaka, Al-Jouf, Range and Animal Research Development Centre, 1984. (Working Paper No. 2).
22. LEESE (A. S.). A treatise on the one-humped camel in health and disease. Stamford, Haynes and Son, 1927.
23. MARES (R. G.). Animal husbandry, animal industry and animal diseases in the Somaliland Protectorate. *Br. vet. J.*, 1954, **110** : 411-423.
24. MATHARI (B. S.). Camel care. *Indian Fmg*, 1966, **16** : 19-22.
25. MEHTA (V. S.), PRAKASH (A. H. A.), SINGH (M.). Gestation period in camels. *Indian vet. J.*, 1962, **39** : 387-389.
26. MUSA (B. E.), ABUSINEINA (M. E.). Some observations on reproduction in the female camel (*Camelus dromedarius*). *Acta vet. (Beograd)*, 1976, **26** : 63-69.
27. MUSA (B. E.), ABUSINEINA (M. E.). The oestrus cycle of the camel (*Camelus dromedarius*). *Vet. Rec.*, 1978, **103** : 556-557.
28. NUR (H. M.). Some reproductive aspects and breeding patterns of the Somali camel. In : HUSSEIN (M. A.) ed. Camel pastoralism in Somalia. Proceedings from a workshop held at Baydhabo, April 8-13, 1984. Mogadishu, Somali Academy of Sciences and Arts, 1984. (Camel Forum Working paper No. 7).
29. PLANCHENAULT (D.). Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Production cameline. Résultats zootechniques. Maisons-Alfort, IEMVT, 1984. 213 p.
30. RAM (S.), SINGH (B.), DHANDA (O. P.). A note on genetic studies on gestation length, birth weight and intra-uterine development index in Indian camel (*Camelus dromedarius*) and factors affecting them. *Indian vet. J.*, 1977, **54** : 953-955.
31. Results of aerial livestock surveys of Kaputei Division, Samburu District and North Eastern Province. Nairobi, Ministry of Finance and Planning, 1972.
32. RICHARD (D.). Bibliographie sur le dromadaire et le chameau. Maisons-Alfort, IEMVT, 1980. 137 p.
33. RICHARD (D.), PLANCHENAULT (D.), GIOVANNETTI (J. -F.). Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Production cameline. Rapport final. Maisons-Alfort, IEMVT, 1985. 125 p.
34. SCHMIDT (C. R.). Breeding seasons and notes on some other aspects of reproduction in captive camelids. *Int. Zoo Yb.*, 1973, **13** : 387-390.
35. SCHWARTZ (H. J.), DOLAN (R.), WILSON (A. J.). Camel production in Kenya and its constraints. I. Productivity. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1983, **15** : 169-178.
36. SHALASH (M. R.). Some reproductive aspects in the female camel. *Wld Rev. Anim. Prod.*, 1965, **4** : 103-108.
37. SHARMA (S. S.), VYAS (K. K.). Factors affecting gestation length in the Bikaneri camel (*Camelus dromedarius*). *Ceylon vet. J.*, 1971, **19** : 67-68.
38. SIMPKIN (S. P.). A summary of the increased productivity in camels as a result of the application of a veterinary package. Proc. Workshop Camel Mgmt Ecol., 10-13 June 1987, Landskrona, Sweden. Landskrona, Terra Nova, 1987.
39. SWIFT (J. J.). The economics of traditional nomadic pastoralism : the Twareg of the Adar n'Iforas (Mali). D. Phil. Thesis, Brighton, University of Sussex, 1979.
40. TAHA ISMAEL (S. T.). Reproduction in the male dromedary (*Camelus dromedarius*) : a review. *Anim. Reprod. Sci.*, 1987, **15** : 273-297.
41. WATSON (R. M.). A photogrammetric sampling of camels to deduce the age structure of their populations in southern Somalia. Mogadishu, Somali Academy of Sciences and Arts, 1986. (Camel Forum Working Paper No. 12).

42. WILSON (R. T.). Studies on the livestock of Southern Darfur, Sudan. V. Notes on camels. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1978, **10** : 19-25.
43. WILSON (R. T.). Quelques paramètres de la reproduction chez la chamelle de l'Aïr (République du Niger). In : CHEMINEAU (P.), GAUTHIER (D.), THIMONIER (J.), eds. Reproduction des ruminants en zone tropicale. Paris, INRA, 1984. (Colloques de l'INRA n° 20).
44. WILSON (R. T.). Reproductive performance and survival of young one-humped camels on Kenya commercial ranches. *Anim. Prod.*, 1986, **42** : 375-380.
45. WILSON (R. T.), ASTIER (A.). An annotated bibliography of research on the one-humped camel in the 1980s. In prep, 1989.
46. WILSON (R. T.), BOURZAT (D.). Past, present and future research on the one-humped camel in Africa. *J. arid Environ.*, 1988, **14** : 1-15.
47. WILSON (R. T.), DURKIN (J. W.). Livestock production in Central Mali : reproductive components in traditionally managed sheep and goats. *Livestock Prod. Sci.*, 1988, **19** : 523-529.
48. WILSON (R. T.), PEACOCK (C. P.), SAYERS (A. R.). Aspects of reproduction in goats and sheep in south-central Kenya. *Anim. Prod.*, 1984, **38** : 463-467.
49. WILSON (R. T.), WAGENAAR (K. T.). Enquête préliminaire sur la démographie des troupeaux et sur la reproduction dans la zone du projet Gestion des Pâturages et Élevage de la République du Niger. Bamako, CIPEA, 1982. (Document du programme n° AZ 89).
50. WILSON (R. T.), WILSON (M. P.). A bibliography of the camel *Camelus dromedarius* from early times to 1980. Bamako, ILCA, 1982. (Programme Document No AZ 77).
51. YAGIL (R.), ETZION (Z.). Enhanced reproduction in camels (*Camelus dromedarius*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 1984, **79A** : 201-204.
52. YASIN (S. A.), WAHID (A.). Pakistan camels, a preliminary survey. *Agriculture Pakist.*, 1957, **8** : 289-297.

B. Peyre de Fabrègues ¹ ■ Le dromadaire dans son milieu naturel

PEYRE DE FABREGUES (B.). Le dromadaire dans son milieu naturel. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 127-132.

Le dromadaire est l'animal domestique le mieux adapté aux conditions de vie dans les régions arides, et à la rareté de l'eau et du pâturage qui les caractérisent. Son exceptionnelle aptitude à la marche et son éclectisme alimentaire lui permettent de composer sa ration fourragère avec les plantes très dispersées et souvent très épineuses qui constituent les parcours des zones arides. Capable de brouter les végétaux arbustifs hors d'atteinte des autres ruminants, il n'entre guère en compétition avec eux. Ajouté à ses habitudes déambulatoires et à son exclusivité dans les parcours où l'abreuvement est éloigné, cela fait qu'il est le moins enclin à dégrader gravement le milieu végétal. Sa légendaire résistance à la soif en a fait le compagnon indispensable de l'homme pour la conquête des vastes espaces désertiques dans lesquels, sans lui, l'homme n'aurait jamais pu s'installer. *Mots clés* : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Comportement alimentaire - Pâturages - Végétation - Résistance à la sécheresse - Zone aride.

INTRODUCTION

Le dromadaire (18 millions de têtes en 1986) est, de tous les animaux domestiques, le mieux adapté aux régions chaudes, à climat désertique et sub-désertique, des domaines méditerranéen, tropical et sub-tropical.

Ces régions, dans lesquelles son aire de distribution s'étend sur environ 20 millions de km² en Afrique et en Asie sont caractérisées par la rareté de l'eau et de la végétation spontanée.

Ce milieu correspond à la forme la plus pauvre des paysages pastoraux, la dernière avant le désert. Les milieux naturels se voient, en effet, attribuer une vocation pastorale d'autant plus exclusive qu'il est plus difficile d'y vivre, quand aucune agriculture n'y est possible et que les forestiers eux-mêmes n'ont rien pu y planter, avec succès du moins.

Le dénominateur commun des climats de son aire de dispersion semble être la très importante variabilité inter-annuelle de la faible pluviométrie, la longueur et la siccité extrême de la saison sèche et l'importante amplitude thermique, tant nyctémérale que saisonnière.

1. IEMVT, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort cédex, France.

Reçu le 01.12.88, accepté le 04.01.89.

LA VÉGÉTATION NATURELLE

Dans ce contexte climatique la végétation est, elle aussi, adaptée, et en premier lieu à l'extrême rareté de l'eau. Les plantes traduisent cette adaptation par de nombreuses caractéristiques dans leur morphologie (réduction de l'appareil aérien pour lutter contre l'évapotranspiration, aphyllie, spinescences, etc.), leur physiologie (cycle très bref des annuelles, puissant enracinement des vivaces, capacité de rester très longtemps en vie ralentie, etc.), leur répartition (grande dispersion dans l'espace).

Par suite, la biomasse végétale pâturable sera peu productive, très dispersée, variable, parfois même imprévisible d'une année à l'autre.

A partir des critères pédomorphologiques qui déterminent la répartition des paysages en zone désertique, on décrit trois types majeurs, qui ont tous en commun la rareté du tapis végétal :

- les **ergs**, qui correspondent aux dunes non fixées et portent une végétation en général assez régulièrement dispersée,
- les **hamadas** et les **regs** qui sont des étendues pierreuses ou au sol couvert de pierres, dont le couvert végétal est réparti irrégulièrement et en fonction des caractères du sol (inexistant sur affleurements, ou profond dans les fractures),
- les **ouadis** (ou **wadi**) et les **dayas** qui sont le fond des vallées fossilisées et des dépressions. La végétation bénéficiant des apports d'eau du ruissellement latéral, y est généralement plus organisée et plus nombreuse qu'alentour.

Il faut y ajouter les **oasis** et les autres sites, rendus très particuliers en raison de la présence d'eau à faible profondeur dans le sol, donnant parfois naissance à des résurgences (**guelta**). Cela ne correspond pas à un type pédomorphologique spécial, mais à des conditions stationnelles particulières dont le résultat, la présence d'eau, est d'une importance cruciale, dans le désert, pour la vie humaine et animale.

Pour le dromadaire, monture du voyageur (méhari), la rareté des points d'eau impose une programmation serrée des voyages et un choix raisonné des itinéraires.

B. Peyre de Fabrègues

res, que seule son endurance permettra de parcourir aux moindres risques.

Parmi les plantes les plus caractéristiques de la végétation des confins désertiques, qui sont l'habitat principal des dromadaires, les genres les plus fréquemment rencontrés sont les suivants :

Dans la péninsule arabe *Acacia* spp. et *Panicum turgidum* caractérisent la steppe, avec *Anabasis* et *Hamada* sur les regs et *Artemisia* et *Calligonum* sur les dunes.

La végétation herbacée constituée de plantes annuelles, susceptibles de germer et de pousser subitement après une pluie, et dont la période de vie active (de verdure) sera parfois très brève, est un pâturage très recherché par les nomades qui la nomment « achem ».

Parmi les plantes fréquentes de l'achem on relève, *Asthenatherum*, *Monsonia*, *Plantago*, *Stipagrostis*, *Moltkiopsis*, *Filago*, etc. Après une averse, sa pousse forme dans les fonds de dépression, un impressionnant tapis de verdure qui attire, de très loin, nomades et troupeaux qui y trouvent un pâturage riche en nutriments et aqueux, très apprécié (6, 16).

Dans les steppes d'Afrique du Nord-Ouest, on rencontre : *Rhus*, *Centaurea*, *Cymbopogon*, *Rumex*, *Randonia*, *Anvillea*, *Gymnocarpos*, *Helianthemum*, *Lasiurus*, *Launea* sur les collines pierreuses ; *Anabasis*, *Calendula*, *Stipagrostis*, *Plantago*, *Launea* sur les piémonts à sol de texture fine ; *Ochradenus*, *Astragalus*, *Zilla*, *Helianthemum*, *Fagonia* accompagnés d'*Acacia tortilis* et *A. gerrardii* sur les talus de berge des ouadis ; *Lycium*, *Anabasis*, *Rantherium* dominant dans les ouadis, associés à *Acacia ehrenbergiana*, *Aerva*, *Panicum turgidum*, *Zilla*, *Rhazya* et parfois, *Hyphaene thebaica* et *Tamarix aphylla* ; *Stipagrostis drarii*, *Cyperus conglomeratus*, *Calligonum*, *Artemisia* et *Acacia monosperma* caractérisent les dunes. Enfin, les croûtes calcaires portent *Haloxylon persicum*, plutôt rassemblé dans les sillons de ruissellement (7, 8, 17).

Sur la bordure Sud du Sahara, dans la frange Nord pré-désertique du Sahel ouest-africain, qui constitue l'habitat principal du dromadaire en zone tropicale, les plantes les plus caractéristiques sont :

— *Panicum turgidum*, *Moltkiopsis*, *Asthenatherum*, *Neurada*, *Fagonia*, *Stipagrostis* et *Cornulaca monacantha* sur les ergs. Dans ce milieu, *Panicum turgidum* est, de très loin, la plante dominante sur les sables dunaires. Par son abondance et sa longue durée de vie active, (elle reverdit à la moindre pluie) elle est souvent la base des pâturages des dromadaires qui la broutent en vert et en sec, en ne laissant que le bas des chaumes, extrêmement raides, de la touffe.

— *Aristida hordeacea*, *A. meccana*, *Tribulus*, *Gisekia* sont fréquentes dans l'achem, avec *Schouwia* certaines années.

Cymbopogon, *Lasiurus*, *Chrysopogon*, *Eremopogon*, *Fagonia*, avec *Acacia ehrenbergiana*, se rencontrent sur les sols compacts ou à surface caillouteuse (observation personnelle).

LE PÂTURAGE

Lorsqu'il n'est pas au repos en train de ruminer, le dromadaire, qui broute en marchant, est capable d'exploiter cette végétation, malgré sa production fourragère faible et dispersée, en y trouvant, normalement, une ration de composition convenable pour ses besoins.

Dans une étude conduite au Kenya, FIELD (*in* : 14) observe que la composition moyenne de la ration ingérée par le dromadaire, par catégorie de plante, est la suivante : arbustes et arbrisseaux 47,5 p. 100, arbres 29,9 p. 100, graminées 11,2 p. 100, herbacées diverses 10,2 p. 100 et lianes 1,1 p. 100.

Bien que la composition de sa ration dépende étroitement de celle de la végétation offerte à son appétit, ceci confirme nettement le caractère de « brouteur » du dromadaire. C'est, pour le comportement au pâturage, ce qui le rapproche des caprins, par opposition aux autres ruminants domestiques.

Sur ces derniers, il a encore l'avantage considérable de pouvoir atteindre, depuis le ras du sol jusqu'à 4 m de haut, des productions végétales comme les feuilles, les fruits, ou les ramilles, même ligneuses et fortement épineuses, dont les autres espèces ne veulent pas.

C'est donc pour ces raisons, parmi d'autres, un herbivore mieux adapté que les animaux paisseurs (bovins et ovins) aux zones arides dans lesquelles la seule végétation réellement pérenne est celle des plantes ligneuses. Au désert, en effet, la pousse des herbages éphémères, qui constituent l'achem, est imprévisible et aléatoire : elle dépend des pluies qui sont toujours localisées.

Cependant, le fait que le dromadaire puisse se contenter des plantes grossières, souvent très épineuses et nombreuses en milieu désertique, ne prouve pas qu'il les préfère. Au contraire, il apprécie les tendres pâturages de l'achem, mais doit, bien souvent, se contenter de ce qu'il trouve sur son chemin.

Et s'il semble supporter le jeûne, il ne se l'inflige ni par goût, ni spontanément !

Naturellement, le dromadaire est plus à son aise dans les zones sub-arides où une pluviométrie suffisante autorise la pousse d'une végétation permanente.

L'homme le maintient dans le désert où, par ses possibilités, il lui est le plus utile, là où la pousse capricieuse du pâturage herbeux, disparaissant ici pour, plus tard, apparaître ailleurs, contraint bêtes et gens au nomadisme, mode de vie auquel le dromadaire s'adapte mieux que les autres animaux domestiques.

Au Sud et au Centre du Sahara, une *Brassicaceae* annuelle et de grande taille (elle peut atteindre 1,5 m de haut), surprenante par sa morphologie absolument inadaptée aux conditions désertiques, *Schouwia schimperi*, constitue un exemple spectaculaire de plante d'acheb et de remarquable pâturage à dromadaire. Elle germe après les pluies, en octobre (au Nord-Ouest du Niger) dans des sols de structure particulière résultant du remplissage, par des sables éoliens, de fentes de retrait de dessiccation. Elle y pousse sans pluies jusqu'en janvier, pour finir par constituer des peuplements presque monospécifiques parfois immenses, de biomasse très élevée (plus de 10 tonnes/ha de matière verte). Les dromadaires en sont extrêmement friands et peuvent y passer toute la saison fraîche sans boire car elle contient assez d'eau pour leurs besoins.

Mais elle ne reparaît pas tous les ans au même endroit, ni avec la même production.

Après février, avec le retour de la chaleur elle sèche brutalement et est détruite par les vents secs.

La répartition et les effectifs des dromadaires dans le cheptel, évalué en biomasse d'herbivores domestiques (BHD), des pays qui en élèvent le plus, montrent bien cette corrélation avec l'importance du domaine désertique dans le pays (WILSON 1984, *in* : 4).

Pays où les dromadaires représentent :

— moins de 1 p. 100 de la BHD : Burkina, Nigeria, Sénégal ;

— de 1 à 8 p. 100 de la BHD : Algérie, Égypte, Éthiopie, Kenya, Libye, Mali, Maroc ;

— de 8 à 20 p. 100 de la BHD : Niger, Soudan, Tchad, Tunisie ;

— plus de 20 p. 100 de la BHD : Djibouti, Mauritanie, Sahara occidental, Somalie.

LE DROMADAIRE AU PÂTURAGE

Aliments

Le mode « ambulatoire » de pacage du dromadaire, qui se déplace beaucoup, et ne broute que de petites quantités de chaque plante -ses bouchées pèsent de

1 g (ex. *Acacia*, *Ziziphus*) à 20 g (ex. *Eremophyton*) (6, 7, 8)- permet une utilisation sans danger de dégradation, de la fragile végétation pâturable des régions arides.



Photo 1 : En novembre 1968 les pâturages d'« Acheb » à Schouwia schimperi-(Jaub. et Spach.), d'une richesse exceptionnelle cette année-là, avaient attiré une multitude de troupeaux de dromadaires qui y ont pâture pendant plusieurs mois.

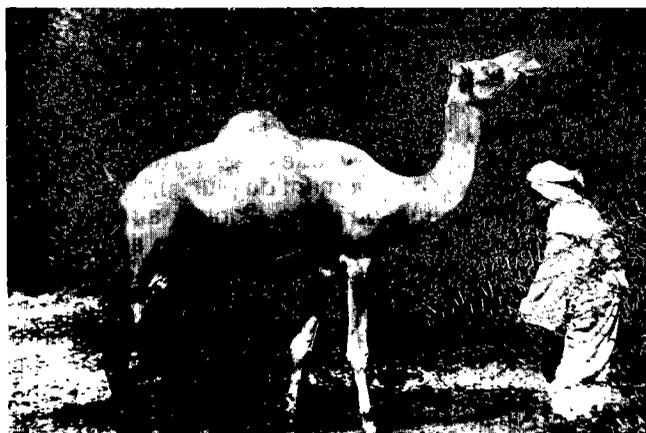


Photo 2 : Par sa capacité à brouter en hauteur, même les plantes les plus épineuses, le dromadaire exploite des productions végétales pour lesquelles il ne concurrence pas les autres animaux domestiques.

La ration, estimée à 8 kg de matière sèche par jour (10 à 40 kg de matière fraîche), est collectée sur de vastes étendues. Selon la production de biomasse végétale utilisable, la surface à exploiter pour y collecter la ration va de 50 m² à 1 500 m² par jour (8).

Le dromadaire peut les parcourir sans fatigue grâce à sa capacité de beaucoup s'éloigner de son point d'abreuvement, spécialement en saison fraîche et quand les plantes, encore vertes, contiennent une quantité notable d'eau (plus de 50 p. 100).

B. Peyre de Fabrègues

En Mauritanie, en année de disette, l'ingesta a pu descendre jusqu'à 2,2 kg de MS par jour (8) ce qui, dans les conditions de travail que subissaient les animaux (marches de 4 à 6 heures par jour, avec 100 kg de charge), semblait correspondre au minimum de survie.

Les chameliers connaissent les risques de cette situation critique ; les dromadaires, en effet, meurent subitement sans présenter des signes très apparents de fatigue excessive. C'est pourquoi, lors des longs voyages à travers le désert, l'animal doit emporter, outre celle de son convoyeur, sa propre ration de survie. Ainsi, les dromadaires de l'azalay d'Agadèz à Bilma, au Niger, organisé pour aller y chercher le sel, emportent à l'aller une forte charge de foin qui leur permettra de traverser le Ténéré.

La durée quotidienne de pacage, plus longue si la température est fraîche et l'abreuvement régulier, est de l'ordre de 8 à 10 heures, mais elle dépend aussi de la difficulté de collecter une quantité notable de fourrages à l'heure. Par exemple quand il broute des feuillages d'*Acacia*, le dromadaire ne dépasse pas une collecte de 1 kg/heure de matière verte, de sorte qu'avec cette nourriture, il ne peut pas ingérer une ration assez volumineuse par jour. De même si la distance de la zone de parcage de nuit au pâturage est trop grande, il ne disposera pas d'assez de temps de pâture pour ingérer une ration suffisante.

Enfin, la consommation des plantes varie beaucoup avec la saison, certaines ne sont appréciées qu'en saison froide (*Gymnocarpus decander*) ou chaude (*Stipagrostis plumosa*), avec les heures de la journée (le crépuscule serait le moment du plus grand appétit), et avec la « présentation » des plantes, ainsi l'acheb tendre et dense, composé de plantes très appréciées, élève beaucoup l'ingestion.

Soit par goût, soit par nécessité, le dromadaire consomme la plupart des essences présentes sur son aire de pâture, à condition d'y avoir été accoutumé très tôt. Ainsi, en cas de changement notable et nouveau pour lui de la composition du pâturage (lors d'une migration par exemple) le dromadaire refusera des plantes pourtant bien appréciées par ses congénères autochtones. Très sensible aux changements de végétation, il peut boudier un pâturage excellent auquel il n'est pas accoutumé, et peut mourir de malnutrition s'il est trop dépaycé et mal conduit.

Plantes toxiques, plantes salées

S'il y a des plantes toxiques dans le pâturage auquel il est habitué, il semble pouvoir en ingérer un peu sans dommage (*Perralderia coronopifolia*, *Datura metel*). *Pergularia tomentosa* et *Retama retam* seraient également toxiques dans certaines conditions. Au contraire,

Hyosciamus muticus brouté sans dommage par les ovins et les caprins est toujours mortel pour le dromadaire, tout comme *Nerium oleander*, le laurier rose.

Au Sud du Sahara, c'est par exemple *Ipomoea asarifolia*, liane herbacée rampante des zones marécageuses, qui serait fatale au dromadaire, tandis que *Chrozophora senegalensis* et *Callotropis procera*, au latex toxique, sont un peu consommés.

Un caractère remarquable des habitudes alimentaires des dromadaires, est leur attrait pour le sel. Il doivent en absorber régulièrement pour être en bonne santé. Ce besoin semble aller de pair avec les mécanismes particuliers du fonctionnement rénal, pour la régulation de la teneur en eau organique.

Normalement, l'animal est régulièrement conduit dans des pâturages « salés » de plantes halophytes ou supportant les sols salés, ou abreuvé avec de l'eau chargée en sels (NaCl, sels divers et oligoéléments).

Ces plantes, comme *Atriplex* par exemple, sont en général également riches en protéines et en eau, de sorte que le dromadaire peut les pâturer longtemps. Ce sont par exemple les genres *Salsola*, *Traganum*, *Suaeda*, *Zygophyllum*, *Calligonum*, etc.

Au Sud du Sahara, il y a peu de plantes herbacées ou buissonnantes qui contiennent de hautes teneurs en sel. Cependant, au Niger, existe une transhumance dite de « cure salée » durant laquelle les animaux, dromadaires en premier, sont conduits dans des pâturages éphémères de la plaine de l'Irhazer (à l'ouest d'Agadèz), où ils trouvent des sources d'eau chargée en sel en même temps que des herbages temporaires de plantes recherchées.

Abreuvement

Commensal de l'homme en zone désertique, le dromadaire montre, tant par sa frugalité que par sa résistance à la soif, imposée par la rareté des points d'eau, une endurance exceptionnelle.

Cependant, sa légendaire capacité à supporter la soif semble elle aussi peu naturelle.

Quand il y a de l'eau, le dromadaire boit une fois, voire deux, par jour. Il absorbe de 20 à 30 litres si son alimentation est faite de paille sèche. Il se contente de beaucoup moins si le pâturage est très aqueux ; à l'extrême, pâturant des végétaux jeunes et verts, il ne boit pas.

Après plusieurs jours sans boire, on en a vu absorber 130 litres d'eau en une seule prise ; ils doivent alors rester couchés un long moment avant de pouvoir faire un effort.

Comme pour le jeûne, le rationnement en eau d'abreuvement ne va pas sans risque : une erreur d'itinéraire, le tarissement imprévu d'un point d'eau, peuvent lui être fatals.

Sa résistance au manque d'eau, si elle est permise sans dommage physiologique, grâce à des mécanismes de régulation (rénal, thermique, transpiratoire) qui lui sont propres, est avant tout le résultat d'un dressage. L'homme a contraint l'animal à amplifier (à éduquer) cette capacité car cela accroît considérablement l'utilité du dromadaire dans l'environnement du désert.

L'eau lui est indispensable pour ruminer efficacement. En l'absence d'abreuvement il s'amaigrit. Survient une fatigue excessive. Une issue fatale, soudaine, presque sans signes précurseurs est alors de règle, marquant aussi la fin d'un processus métabolique devenu irréversible.

CONCLUSION

C'est à sa polyvalence et à son aptitude, non seulement à survivre, mais encore à produire, voire à travailler dans les dures conditions de l'environnement désertique ou sub-désertique, que le dromadaire doit être considéré par nombre de ceux qui l'éèlèvent comme un « don de Dieu ».

Sans lui, l'homme n'aurait pas pu occuper les vastes espaces hostiles à la vie comme l'ont fait, entre autres,

des Bédouins, Berbères, Touareg, Toubous... La capacité de déplacement qu'il leur a apportée, permettant les longs voyages à travers « l'océan saharien », lui a valu le surnom de « vaisseau du désert ».

De là vient le statut exceptionnel du dromadaire, considéré comme un bien tout à fait à part pour la plupart de ces populations.

Ainsi chez les Toubous des confins nigéro-tchadiens, l'affront résultant du vol d'une chamelle ne peut être, au même titre que l'enlèvement d'une femme, lavé que dans le sang.

Sa capacité remarquable à transformer les maigres ressources fourragères dont il peut se contenter, tout d'abord en lait (base de la diète du chamelier et des siens) ensuite en travail (pour l'indispensable transport), enfin en viande, en peau et en poils, a fait de lui le pourvoyeur de la plupart des produits nécessaires à la vie au désert. Sans lui, tant de conquêtes n'auraient pu avoir lieu.

C'est probablement BULLIET (1975, *in* : 14) qui résume le mieux l'extraordinaire gamme des services et des produits que l'homme tire du dromadaire. Outre le prestige important que sa possession confère, la capacité de survie qu'il apporte par sa résistance et sa grande mobilité, il produit du lait, transporte hommes et marchandises, peut tracter un chariot ou même une charrue, être troqué contre des biens ou des femmes, et enfin finir consommé tout en donnant encore du poil à tisser et du cuir à travailler. Il peut même être exhibé au zoo !

Avec un tel palmarès, comment nier qu'il soit un don de Dieu ?

PEYRE DE FABREGUES (B.). The dromedary in its natural environment. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 127-132.

The dromedary, as a domestic animal, is best adapted to living conditions in arid environment and to the rareness of water and pasture which are typical of such regions. Its exceptional ability to walk as well as its feeding eclecticism allow it to constitute its grazing ration from widely scattered and often very thorny plants which characterize such pastoral areas throughout arid lands. Since it is able to graze shrubs and trees out of reach of other ruminants, it does not compete much with them. In addition to its ambulatory habits and exclusive presence over pastures where long distance water points are a normal situation, these features, as a whole, mean that it is the creature least disposed to severely damage the vegetal environment. Its legendary resistance to thirst has made it an indispensable companion to man in the conquest of wide desert ranges which could never be settled without it. *Key words*: Camel - *Camelus dromedarius* - Feeding behaviour - Pasture - Vegetation - Drought adaptation - Arid zone.

PEYRE DE FABREGUES (B.). El dromedario en su medio ambiente nativo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (1) : 127-132.

El dromedario es el animal doméstico mejor adaptado a las condiciones de vida en regiones áridas y a la rareza del agua y del pasto que las caracterizan. Su aptitud excepcional al andar y su eclecticismo alimenticio le permiten constituir su dieta forrajera en base de plantas muy dispersadas y frecuentemente espinosas que constituyen los pastos nativos de las zonas áridas. Capaz de ramonear los arbustos fuera del alcance de otros ganados, el dromedario no compete con ellos, y esto, añadido a sus usos ambulatorios al pastorear, y a su exclusividad en ambientes en los cuales el agua de abrevadura está muy lejos, hace que tiene la menor propensión a degradar gravemente la vegetación. Su legendaria resistencia a la sed lo ha promovido compañero indispensable del hombre para la conquista de inmensas áreas desérticas dentro de las cuales, sin su presencia, el humano no hubiera tenido capacidad de instalarse. *Palabras claves*: Dromedario - *Camelus dromedarius* - Comportamiento alimenticio - Pasto - Vegetación - Resistencia a la sequía - Zona árida.

B. Peyre de Fabrègues

BIBLIOGRAPHIE

1. BOUÉ (A.). Les chameaux de l'Ouest saharien. *Revue Élev. Méd. vét. pays trop.*, 1948, **2** : 193-201.
2. BOUÉ (A.). L'originalité du chameau. *Élevage et culture en Afrique du Nord*, 1955, **80** : 5-7.
3. CHARNOT (Y.). A propos de l'écologie des camélidés. *Bull. Soc. Sci. nat. phys. Maroc*, 1959, **39** : 29-39.
4. DAHL (G.), HJORT (A.). Dromedary pastoralism in Africa and Arabia. Proceedings of the Khartoum Workshop on Camels. In : W. ROSS COCKRILL, ed. An all-purpose animal. Uppsala, Scandinavian Institute of African Studies, 1979. Vol. 1. Pp. 145-160.
5. ELMI (A. A.). Observations on the browsing and grazing behavior of the camel. In : MOHAMED ALI HUSSEIN, ed. Somali Academy of Sciences, 1984.
6. GAUTHIER-PILTERS (H.). Quelques observations sur l'écologie et l'éthologie du dromadaire dans le Sahara nord-occidental. *Mammalia*, 1958, **22** (1) : 140-151.
7. GAUTHIER-PILTERS (H.). Observations sur l'écologie du dromadaire en moyenne Mauritanie. *Bull. IFAN sér. A*, 1969, **31** (4) : 1259-1380.
8. GAUTHIER-PILTERS (H.). Contribution à l'étude de l'écophysiologie du dromadaire en été dans son milieu naturel (moyenne et haute Mauritanie). *Bull. IFAN sér. A*, 1977, **39** (2) : 385-459.
9. GODET (J.). Notes sur l'élevage camelin en République de Djibouti. ISERST, Sect. Sci. humaines/Enquêtes Pastoralisme, 1985.
10. HAMID BASHIR HAMID. Ecological surveys on camel rearing areas in North-Eastern Sudan. S.I., s.n., 1988. 126 p.
11. HJORT et ORNAS (A.). Camels in development, Sustainable production in African drylands. Uppsala, Scandinavian Institute of African Studies, 1988.
12. HOSTE (C.), PEYRE DE FAGREGUES (B.), RICHARD (D.). Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1984. (Études et synthèses de l'IEMVT n° 12).
13. IEMVT, CILSS, CLUB DU SAHEL. Éléments de stratégie du développement de l'élevage dans les pays sahéliens. Maisons-Alfort, IEMVT, 1980. 118 p.
14. MUKASA-MUGERWA (E.). Le chameau (*Camelus dromedarius*) : Étude bibliographique. Addis-Abeba, Éthiopie, CIPEA Centre international pour l'élevage en Afrique, 1985.
15. NEWMAN (D. M. R.). The feeds and feeding habits of old and new world camels. Proceedings of the Khartoum Workshop on camels. In : W. ROSS COCKRILL, ed. The Camelid, an all-purpose animal. Vol. 1. Uppsala, SIAS, 1979. Pp. 250-292.
16. PRZEZDZIECKI (Cap.). Notes préliminaires concernant l'alimentation des chameaux dans la zone normale du parcours de la compagnie saharienne du Tidikelt. 1942. 74 p.
17. QUEZEL (P.). La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Stuttgart, G. Fischer ; Paris, Masson et Cie, 1965. 336 p.
18. STRANGE (L. R. N.). African pastureland ecology, with particular reference to the pastoral environment of Eastern Africa. Rome, FAO, Food and agriculture organization of the united nations, 1980. (n° 7).

Lexique des mots arabes utilisés dans le texte

Acheb : végétation d'herbacées annuelles apparue après une pluie en région aride.

Azalai : au Sahara, grande caravane rassemblée pour un transport de marchandises.

Daya : littéralement « refuge des eaux ». Petite dépression fermée.

Erg : au Sahara, nom donné aux régions occupées par des dunes.

Guelta : résurgence d'eau, en général permanente, en région aride.

Hamada : au Sahara, plateau constitué par des dalles rocheuses.

Quadi : pluriel de oued. Cours d'eau temporaire en région aride.

Reg : Désert rocheux constitué par un pavage de déflation.

C. PAVAUX ■ Note de lecture

Réflexions sur l'anatomie du dromadaire et sur un ouvrage de référence

SMUTS (M. M. S.), BEZUIDENHOUT (A. J.). *Anatomie du Dromadaire (Anatomy of the Dromedary). Illustrations et photographies de David MAZIERSKI.* Oxford, Oxford University Press, 1987. X-230 p., 367 fig. dont 44 en coul., 178 réf. ISBN 0-19-857188-7. Prix : 1 340 FF. Oxford University Press, Walton Street, Oxford OX2 6DP, UK.

Quelle splendide monographie que ce superbe texte-atlas, illustration parfaite de cet intérêt nouveau qui nous fait, de toutes parts, redécouvrir le chameau.

N'en était-on pas arrivé, naguère encore, à deux doigts de penser que les progrès de la civilisation, le développement des transports, la mise en valeur des zones arides (et partant, la sédentarisation des groupes humains restés jusqu'alors nomades) allaient condamner sans appel cette créature désormais inutile, passée de mode, au demeurant disgracieuse et de caractère difficile ? C'eût été là, à n'en point douter, une erreur et une faute que le siècle à venir ne nous eût sûrement pas pardonnées. On en revient maintenant et fort heureusement.

Il est probable d'ailleurs qu'une première fois déjà, voilà quelque 2 500 ans, quelque part en Arabie ou dans la Corne de l'Afrique, l'homme ait sauvé l'espèce en la domestiquant, car sur ce continent, on a perdu toute trace de ses ancêtres sauvages (cf. analyse bibliographique de l'ouvrage de H. LHOTE).

Quant au Coran, livre de la révélation écrite, (le prophète mourut à Médine en 632, an X de l'Hégire), il cite dans plusieurs sourates, parmi les bienfaits divins, le chameau dont les caravanes parcourent le désert et dont la laine, la viande, le lait, la peau, servent de nourriture, de vêtement et de tente, cependant que dans l'arabe littéral, les expressions qui lui sont consacrées ne sont dépassées en nombre que par celles de l'épée.

Trois cents ans avant J.C., ARISTOTE lui applique déjà logiquement sa méthodologie scientifique : « Et si le chameau n'a pas non plus double rangée de dents bien qu'il n'ait pas de cornes, c'est qu'il lui est plus nécessaire d'avoir l'estomac comme il l'a, que d'avoir des dents de devant » (1). Il précise par ailleurs : « on châtre également les chamelles, lorsqu'on veut s'en servir à la guerre, pour qu'elles ne portent pas de petits » (2).

Mais ce n'est que beaucoup plus tard, quand, aux XVe et XVIe siècles, s'éveille la curiosité zoologique, que les *Histoires Naturelles* de GESNER (laissée inachevée à sa mort en 1565) et d'ALDROVANDI (dont il ne publia, avant sa mort, en 1605, que les quatre premiers volumes) nous donnent les premières représentations imagées de cet étrange animal que Jean-Léon L'AFRICAIN range à côté de l'éléphant et la girafe d'Afrique, parmi « les plus parfaits », « animaux assez plaisants et traitables » (*Voyage en Afrique*, 1550).

Et tout naturellement, au cours des deux grands siècles de la zoologie, le XVIIe et le XVIIIe, le chameau figure en bonne place dans les rapports de voyages qui préparent les oeuvres de LINNÉ, de BUFFON, de DAUBENTON et l'Encyclopédie. Toutefois, il faut attendre les conquêtes coloniales des XVIIIe, XIXe siècles et du début du XXe siècle pour trouver de véritables monographies rédigées par ou pour des militaires soucieux du bon état de leurs effectifs camelins. Leurs noms sont rappelés dans la présentation de ce numéro.

Après la seconde guerre mondiale pourtant, l'Europe en pleine expansion, semble « oublier » quelque peu le chameau qui n'est plus l'objet que de publications, certes nombreuses, mais toujours fragmentaires et souvent pauvrement illustrées. Et de fait la consultation des *Acta Anatomica*, *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica*, *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, *British Veterinary Journal*, montre que les recherches proviennent souvent de Khartoum, du Caire, d'Assiout, d'Ankara, d'URSS, de Téhéran et de l'Inde ; et les lecteurs de cette Revue se souviennent sans doute des apports de TAYEB (1950, 1951, 1952, 1953), d'EL HAGRI (1954), de DELLMANN *et al.* (1968) entre autres, sans oublier CURASSON (1947) qui représente à lui seul l'exception qui confirme la règle pour les auteurs français. Il y a donc bien longtemps qu'une somme sur le sujet, comparable à celle que nous présentons ici, n'avait vu le jour. En deux pages d'avant-propos, le professeur D. COHEN, à qui les auteurs dédient ce livre, en explique la genèse : en 1981, une convention est signée entre l'Université Ben Gurion (Israël) et l'Université de Prétoria (Afrique du Sud) pour « la concrétisation de projets scientifiques d'intérêt commun ». De septembre 1982 à mai 1984, deux anatomistes, les Pr. M. M. S. SMUTS et A. J. BEZUIDENHOUT viennent de Prétoria à Beer-Sheva, alors que M. D. MAZIERSKI, dessinateur scientifique, est recruté depuis les USA. Au cours de ces deux années universitaires, dix animaux sont utilisés : quatre pour la préparation des os et six pour la dissection des cadavres.

L'ouvrage est conçu comme un « Texte-Atlas », un recueil d'images de la plus grande qualité, que le texte se borne à présenter et à légèrer en suivant la nomenclature officielle des *Nomina Anatomica Veterinaria* (1983).

Avant toute autre considération, en effet, il faut louer le travail de cet artiste scientifique complet qu'est D. MAZIERSKI ; sa maîtrise de la photographie, de la plume et du pinceau est totale. A côté d'illustrateurs tels que W. HEINEMANN, G. KAPITZKE, G. SPITZER, V. GUBE ou encore B. KRAMER, J. POOLE, W. P. HAMILTON, pour n'en citer que quelques-uns parmi tous ceux à qui nous devons notre iconographie d'anatomie animale, il est, au plan mondial, parmi les meilleurs. L'emploi judicieux de la couleur, pour faire ressortir, sur 44 planches, les vaisseaux sanguins, les noeuds lymphatiques et les nerfs, confère aux topographies vasculo-nerveuses une clarté remarquable.

Les auteurs, quant à eux, ont eu le grand mérite d'avoir su engager et guider, dans son travail, un tel collaborateur, et aussi d'avoir réalisé eux-mêmes de si belles et nombreuses dissections.

L'ouvrage comprend neuf chapitres, inégalement développés, l'appareil locomoteur représentant à lui seul 48 p. 100 du texte et des illustrations. Chaque partie suit l'ordre d'exposition systématique, sauf toutefois pour les viscères qui, à l'exception des organes urinaires et reproducteurs, sont regroupés selon la topographie : Tête (et Cou), Thorax et Abdomen.

Mais, toute oeuvre étant perfectible, je ferai ici deux remarques. La première porte sur la figure 5-18 (p. 159) qui montre les branches de l'artère mésentérique crâniale : l'anse spirale du côlon y semble comme retournée sur elle-même - ce qui paraît impossible du fait des

1. ARISTOTE. Les parties des animaux. Livre III, 14. Paris, Collection des Universités de France, « Les Belles Lettres », 1969.

2. ARISTOTE. Histoire des animaux. Livre IX, 50. Paris, Collection des Universités de France, « Les belles Lettres », 1969.

dispositions vasculaires - et par ailleurs n'est irriguée que dans sa moitié dorsale ; ce dessin sera sûrement repris pour une édition ultérieure. Ma seconde critique concerne la bibliographie ; elle aussi devra être revue et complétée ; on s'étonne par exemple de n'y pas trouver mention des *Recherches anatomiques sur les Camélidés* de F. X. LESBRE, alors que des apports mineurs sont rappelés. Cela dit, l'ouvrage, par ailleurs, semble d'une rare excellence et c'est sur ce point-là que je veux insister pour finir.

Selon l'espoir du Pr. D. COHEN, cette publication « printed in Hong-Kong » n'est que la première d'une série qui sera consacrée à la biologie et à l'économie du chameau, animal jusqu'alors sous-exploité par l'homme, comme source de nourriture, spécialement dans des pays du monde où la faim sévit le plus. Demain, le chameau ne fera donc plus figure de « parent pauvre » dans notre littérature scientifique professionnelle : le voilà sauvé une seconde fois !

C. PAVAUX
Professeur titulaire de la chaire d'anatomie,
École Nationale Vétérinaire de Toulouse

I Analyses bibliographiques

Les 18 articles originaux de ce numéro spécial abordent souvent des sujets très précis. Ils donnent certainement au lecteur, novice dans l'approche du dromadaire, l'envie d'élargir ses connaissances en la matière. D'où cette rubrique qui cite les principaux ouvrages parus au cours des cinq dernières années, avec l'adresse précise de l'éditeur et, lorsqu'ils sont connus, leurs prix. Ces documents ont été rédigés par des scientifiques ayant acquis une longue expérience de terrain que des réunions internationales ou l'intérêt d'un éditeur ont ainsi permis de porter à la connaissance du public.

Ces analyses ont été complétées par la récapitulation, en ordre chronologique de parution, des 72 articles de la Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux avec, exclusivement ou partiellement, le dromadaire pour sujet. Les mots clés des 52 premiers d'entre eux ont été ajoutés a posteriori par les rédacteurs de ce numéro spécial.

REVUE MONDIALE DE ZOOTECHNIE, 1986, (57). FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italie.

Avant d'aborder les analyses proprement dites, signalons ce n° 57 (1986) de la *Revue Mondiale de Zootechnie* presque exclusivement consacré au dromadaire et aux problèmes de l'élevage sahélien.

YAGIL (R.). Le chameau. Autosuffisance en protéines animales dans les zones frappées par la sécheresse. Pp. 2-10.

Se fondant sur le potentiel et l'aptitude exceptionnels du dromadaire aux conditions d'existence en zones arides, l'auteur préconise l'exploitation en grand de cet animal pour assurer les disponibilités alimentaires des populations vivant dans un milieu chroniquement frappé par la sécheresse. Il s'agit d'une communication présentée lors de la conférence internationale sur le droit à la nourriture tenue en juin 1984 à Montréal. La plupart des renseignements ont trait à la lactation et se retrouvent soit dans l'ouvrage du même auteur consacré à la physiologie du dromadaire et signalé ci-après, soit dans une publication de l'OAA/FAO de 1982 et intitulée *Camels and camel milk* (Production et Santé animales n° 26).

KNOESS (K. H.), MAKHUDUM (A. J.), RAFIQ (M.), HAFEEZ (M.). Potentiel laitier de la chamelle, plus particulièrement au Penjab pakistanais. Pp. 11-21.

L'article est très documenté tant pour le cas du Pakistan que pour la production laitière des chammelles, selon diverses sources. Malheureusement les références ne vont pas au-delà de 1981, les essais de contrôles laitiers et les essais des auteurs ayant été réalisés en 1981 au Penjab. La fabrication de beurre et de Ghee est évoquée, ainsi que celle du Khoa (pâte de lait évaporé) mais non celle du fromage.

CRISTOFORI (P.), ARIA (G.), SEREN (E.), BONO (G.), AXMED Sh. AADEN, HUSSEIN M. NUR. Somalie. Aspects endocriniens de la reproduction de la chamelle. Pp. 22-25.

Cet article expose le résultat d'une enquête sur les caractères endocriniens de la chamelle à partir de l'examen de 76 femelles choisies au hasard en 1983 à l'abattoir de Mogadiscio (Somalie). Les taux de progestérone et d'oestrogènes ont été mesurés sur des échantillons de sérum par radio-immunologie. L'auteur compare les taux obtenus chez les 53 femelles vides à ceux des 23 femelles à différents stades de gestation. Il souligne la nécessité d'approfondir les recherches pour mieux connaître la physiologie de la reproduction chez la chamelle.

HASHIM (N. H.), WASFI (I. A.). Royaume d'Arabie Saoudite. Traitement à l'ivermectine des chameaux atteints de gale sarcoptique. Pp. 26-28.

La gale sarcoptique est une maladie ubiquiste et souvent grave chez le dromadaire. La découverte de l'ivermectine doit modifier un pronostic toujours réservé chez les animaux âgés ou dénutris ce qui est fréquemment le cas en zone aride. L'injection sous-cutanée du produit à la dose de 1 ml/kg de poids vif à 2 semaines d'intervalle constitue certainement un progrès sensible par rapport aux thérapeutiques classiques, traditionnelles ou non, que les éleveurs ont toujours quelque difficulté à appliquer. Les examens cliniques parasitologiques et les analyses chimiques ont montré l'efficacité et l'innocuité du produit pour l'animal. L'analyse statistique a permis de mesurer les différences de taux d'infestation avant et après traitement. La date exacte des essais n'est pas connue (1984 ?). Cependant, la réaction est lente, de l'ordre d'une semaine, ce qui ne convainc pas les éleveurs habitués à des résultats rapides et démonstratifs avec les organochlorés ou phosphorés. De plus, l'animal resterait contagieux pendant la même période. Ces résultats sont à rapprocher de ceux de TAGER-KAGAN et ROBIN sur l'efficacité de l'ivermectine contre les parasites du dromadaire (*Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, 39 (3-4) : 333-340).

Les maladies des Camélidés. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 1987, 6 (2) : 309-495. (Prix : 140 FF). OIE, 12 rue de Prony, 75017 Paris, France.

Ce numéro spécial regroupe les 10 communications d'un thème technique de la 55ème session générale de l'Office International des Epizooties consacré aux maladies des Camélidés. L'analyse d'un questionnaire distribué aux 30 pays signalant la présence de Camélidés, fait l'objet d'un premier rapport et d'un bilan des maladies du dromadaire et des autres Camélidés (M. M. FASSI-FEHRI). Il est ensuite fait état des programmes de recherche dans différents pays africains (D. BOURZAT et R. T. WILSON) avant d'aborder une série de synthèses sur les maladies bactériennes (I. E. MUSTAFA), les maladies à protozoaires (H. OUELLI et A. DAKKAK) dont la trypanosomose (D. RÖTTCHER et collab.), les helminthoses (A. DAKKAK et H. OUELLI), la gale (D. RICHARD puis D. SCHILLINGER) et sur les dominantes pathologiques rencontrées au Soudan (A. M. SHOMMEIN et A. M. OSMAN) et en URSS (K. N. BUCHNEV et collab.). Les contacts avec les scientifiques soviétiques sont rares et leur littérature d'un accès difficile. Cette dernière revue a le mérite de donner l'occasion à des chercheurs de l'Institut de Recherche Vétérinaire d'Alma-Ata, (Kazakhstan), de faire connaître leurs travaux sur le chameau de Bactriane, notamment sur la variole, l'ecthyma contagieux, les staphylococcies, la pneumonie infectieuse et la paratuberculose.

BONNET (P.). L'élevage du dromadaire en zones arides : un exemple d'enquête zootechnique réalisée au Butana et dans le Gash au Soudan. Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. 120 p. (Rapport de stage de DESS). IEMVT, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort cédex, France. Ce document est la présentation d'une enquête zootechnique réalisée au Soudan dans le Butana et le Gash portant sur 17 000 dromadaires. Avant d'aboutir à la description de la méthodologie et des difficultés d'utilisation d'un questionnaire basé sur trois feuilles d'enquête (caractéristiques du troupeau, composition et carrière des femelles), l'auteur s'efforce de présenter le milieu en fonction de son utilisation par le dromadaire. Il procède ensuite à une description graphique détaillée de l'extérieur de chaque race puis à une présentation de l'élevage du dromadaire en milieu naturel : mouvements migratoires, systèmes d'élevage, utilisation.

HIGGINS (A.). The camel in Health and Disease. London, Baillière Tindall, 1986. 168 p. ISBN 0-7020-1167-3. Baillière Tindall, Harcourt Brace Jovanovich, Foots Cray High street, Sidcup, Kent DA 14 HP, UK.

En une série de 10 articles, pour la plupart déjà édités dans le *British Veterinary Journal*, 14 auteurs anglo-saxons et saoudiens effectuent, en se basant sur leur propre expérience en Afrique de l'Est et au Proche-Orient, une synthèse bibliographique des connaissances acquises au début des années 80 sur la pathologie et la conduite du dromadaire et du chameau. Trois publications abordent de façon détaillée la parasitologie, intérêt majeur de cet ouvrage : les protozoaires affectant le dromadaire sont étudiés ainsi que tous les parasites externes du dromadaire et du chameau avec une iconographie très démonstrative ; une revue des helminthes est également donnée. A partir de données sur la séméiologie des camelins et leur conduite en captivité, des informations intéressantes sont également apportées sur leur anesthésiologie. Puis un article sur la chirurgie des camelins aborde de façon détaillée et originale (nombreux clichés) les affections de l'appareil locomoteur et leur traitement. En revanche, les maladies infectieuses sont passées très rapidement en revue avec quelques omissions. De même un article, trop général, sur la reproduction aurait gagné à être davantage orienté vers sa pathologie encore mal connue.

Cet ouvrage n'est donc pas le traité de pathologie cameline tant attendu depuis celui de CURASSON, mais il présente l'avantage d'offrir au praticien un guide actualisé des principales affections auxquelles il peut être confronté.

HJORT (A.). Camels in development. A sustainable production in African drylands. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of African Studies, 1988. 165 p. (ISBN 91-7106-281-5). SIAS, PO Box 1703, S-751 47 Uppsala, Sweden.

On sait que la Suède et la Somalie (qui compterait cinq millions de dromadaires en 1987) réalisent depuis 1982 un programme conjoint de modernisation de la production cameline conçu selon les principes de l'approche intégrée.

Cet ouvrage retrace les connaissances et les opinions d'une dizaine de chercheurs (africains, indien, sud-américain) et d'autant de collègues des pays nordiques, sur le rôle que le dromadaire peut jouer dans la production de lait et de viande dans les régions frappées par la sécheresse et écologiquement vulnérables. Leur rencontre, largement financée par la Norvège, s'est déroulée en Suède du 20 au 22 octobre 1987 à l'initiative de l'Institut suédois pour les Études africaines (SIAS). On regrettera l'absence de représentants des pays sahéliens et de l'Afrique du Nord qui auraient certainement eu leur mot à dire. La coopération suédoise proprement dite s'inscrit dans un programme plus vaste sur l'homme et son existence en zone aride, programme dont le financement et la mise en oeuvre ont été confiés à la SAREC (agence suédoise pour la recherche en coopération avec les pays en développement). Un chercheur péruvien, Julio SUMAR, a présenté une communication sur l'élevage et la reproduction des Camelidés sud-américains dans les Hautes Andes (Alpaga, Vigogne, Guanaco, Llama). Un chercheur indien, N. D. KHAMA, du Centre de Recherche Cameline de Bikaner au Rajasthan a traité du comportement des chamelons de race Bikaner, de leurs caractéristiques et de leur élevage.

Tout au long de leurs travaux, les participants ont souligné, comme gage de succès et de progrès et ce, quelle que soit leur nation d'origine, la nécessité de tenir compte des liens incontournables qui existent entre l'homme, l'animal et le milieu. Le rôle du dromadaire

dans la vie traditionnelle, littéraire, religieuse et affective des pasteurs a fait l'objet de plusieurs exposés, d'autant plus significatifs que dans nombre de pays, des conflits armés incessants sont au coeur même de leur existence quotidienne.

Les conclusions du séminaire reprennent les thèmes, les recommandations et les idées débattues et demandent que les motivations et les préoccupations des éleveurs ne soient jamais oubliées par les décideurs dans la conception, la mise en oeuvre et le remodelage éventuel des programmes et des projets. En résumé, un ouvrage exceptionnellement dense et éclectique.

HOSTE (C.), PEYRE de FABREGUES (B.), RICHARD (D.). Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1985. 162 p. (Coll. Études et Synthèses de l'IEMVT n° 12). ISBN 2-85985-961-1. (Prix 120 F). IEMVT, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort cédex, France.

Cet ouvrage, écrit sous la direction de D. RICHARD, dresse un bilan très documenté des zones d'élevage, des pâturages, des races et de leur localisation géographique, de la pathologie, des modes d'exploitation et de la production. Mais les informations sont plus rares concernant la physiologie, la génétique, la nutrition, la régulation thermique et les mécanismes qui la gouvernent, ainsi que l'aptitude à la résistance. On regrettera aussi le peu d'informations sur le phénomène social de la possession d'un troupeau camelin et la place de ce troupeau dans l'économie et la vie affective des ethnies et des pays touchés par les récentes sécheresses.

Dans cette synthèse des connaissances pratiques, telles qu'on pouvait les appréhender en 1983, RICHARD rappelle opportunément, qu'en dehors des nécessités militaires, le dromadaire a souvent été étudié de façon individuelle et statique, comme une étrange curiosité naturelle. Sa conclusion n'en est que plus fondée. Il n'existe pas encore de normes précises de productivité ni de références économiques sur l'avenir de cette spéculation. Cependant, pour certains auteurs le rendement numérique et les taux d'exploitation des troupeaux seraient, dans les conditions d'un faire-valoir traditionnel, comparables à ceux des bovins élevés dans un contexte similaire, ce qui reste à affiner par des études plus précises.

C'est peu pour promouvoir une spéculation rationnelle capable de contribuer efficacement à la réhabilitation et au développement des zones arides. L'urgence de créer des centres de recherche et des unités de production est soulignée. Certains pays l'ont compris et l'Inde, par exemple, possède de telles stations. Sans doute en est-il de même en URSS. Enfin, la Somalie conduit depuis 1982 un projet de recherche-développement en coopération avec la Suède dont il est rendu compte dans cette même rubrique. (cf. supra). Le Soudan, le Maroc, la Tunisie et la Mauritanie, le Niger et le Tchad font de même avec la coopération française et la CEE.

Bien que cet ouvrage de référence soit en voie d'épuisement, il nous a paru utile de le signaler en ajoutant qu'une refonte est devenue indispensable, l'IEMVT se devant de la mettre en oeuvre sans tarder.

LHOTE (H.). Chameau et dromadaire en Afrique du Nord et au Sahara. Recherches sur leurs origines. Avant-propos de M. K. Merbah, préface de M. Y. Coppens. Alger, ONAPSA, 1987. 161 p. ISBN 2-85809-140-4. (Prix : 175,50 FF). Groupe media international, 9 rue du Château-d'eau, 75010 Paris, France.

Qui d'autre que Henri LHOTE, après un demi-siècle de vie saharienne, pouvait le mieux parler des origines du chameau et du dromadaire en Afrique du Nord, au Sahara et au Sahel ? Le problème qu'il semble bien avoir résolu est celui de l'apparition du genre *Camelus* sur le continent africain. Entre les restes fossiles d'un chameau à 2 bosses découvert en 1887 et en 1955, baptisé *C. thomasi*, dans une sablière du Sud oranais et datant de quelques millions d'années, et la présence récente (moins de 2 000 ans) du dromadaire au Maghreb et au Sahara, se situait un hiatus que seule la paléontologie, la préhistoire et le talent d'Henri LHOTE pouvaient combler en expliquant la présence dans le même site de deux espèces du même genre, l'une disparue, l'autre actuelle. Alors que le détroit de Behring était encore une bande de terre reliant l'Amérique à l'Europe, les ancêtres du genre *Camelus* à 2 bosses quittent le continent américain. Un autre rameau, celui du Llama, évolue sur ce même continent, donnant naissance aux 4 espèces actuelles domestiques et sauvages. C'est en Asie que s'effectue la différenciation entre *Camelus bactrianus* et *Camelus dromedarius*. Le premier préférera les terres froides du Nord de la Caspienne, l'autre les climats chauds

de l'Asie Mineure et de l'Arabie. La domestication des deux espèces se fait à une époque inconnue. Le mérite de L'HOTE est de les suivre dans leurs migrations propres ainsi que dans leurs différents habitats nord-africains. La route du dromadaire emprunte l'Iran, la Palestine, Suez et l'Égypte et longe la côte sud méditerranéenne jusqu'au Maghreb.

Selon l'auteur l'hypothèse d'un pont terrestre entre le Sud de l'Espagne et le Nord du Maroc n'est pas crédible, non plus qu'une migration maritime à une époque où le gouvernail et la voile n'étaient pas connus.

La route du chameau à deux bosses emprunte le Sud de la mer Rouge, l'Afrique orientale et le Sud du Soudan pour atteindre ces mêmes rivages maghrebins et disparaître avec les grands bouleversements de l'ère quaternaire.

A l'opposé, l'arrivée en Afrique du Nord de *C. dromedarius* est récente, corrélative du dessèchement progressif qui a peu à peu éliminé le cheval comme animal porteur, les deux espèces ayant cependant coexisté pendant plusieurs siècles.

Nous ne saurions trop recommander la lecture de cet ouvrage non seulement à tous ceux que le chameau intéresse, mais à tous les amis du Sahel et du Sahara. Avec près de 200 références, il s'agit là d'une somme. COPPENS parle « d'un hymne à la gloire de cet animal soumis et digne » dont la disparition était encore donnée pour certaine voire imminente, alors que tout porte à croire qu'il n'en est rien. Puisse ce numéro spécial contribuer à son essor, complétant ainsi l'oeuvre scientifique et littéraire d'Henri L'HOTE pour le faire mieux connaître et apprécier.

MARIE (M.). Bases endocriniennes de la fonction sexuelle chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). Th. Doct. Université Paris VI. Rabat, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 1987. 204 p. I.A.V. Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, Maroc.

Ce document présente une partie des travaux menés depuis plusieurs années par le Département de Reproduction de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Rabat, Maroc) sur la reproduction du dromadaire. Le suivi physiologique et comportemental de 6 femelles et de 5 mâles pendant 4 années a permis à l'auteur de décrire les variations saisonnières de l'activité sexuelle de ces animaux en s'attachant à relier les manifestations sexuelles extérieures, l'activité gonadique tissulaire et hormonale (testostérone, oestradiol et progestérone) et le fonctionnement de l'hypophyse, dosage de l'hormone lutéinisante (LH). Les modifications histologiques et physiologiques qui accompagnent la saillie et la gestation sont également étudiées, ainsi que l'influence de la gonadectomie et la réaction à des traitements hormonaux (GnRH notamment). Regrettons, avec l'auteur, que l'utilisation de l'hormone de stimulation folliculaire (FSH) hétérologue n'ait pas permis le dosage de celle-ci pour compléter l'étude. Soulignons enfin les efforts louables pour aboutir à des conclusions pratiques, comme, par exemple, la possibilité d'effectuer un diagnostic précoce de gestation par dosage de la progestérone 12 jours seulement après l'accouplement.

Séminaire CCE-CTA sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire, Ouargla, Algérie, 28 février-1er mars 1988. Montpellier, CIHEAM, 1988. CIHEAM, 11 rue Newton, 75116 Paris, France.

En réunissant la plupart des scientifiques africains et européens intéressés par l'alimentation et la nutrition du dromadaire, ce séminaire a permis de faire le point des connaissances actuelles et de confronter les travaux des différentes équipes. Sur 21 communications, 15 ont abordé des thèmes spécifiques suivants :

— les ressources alimentaires : la synthèse de D. RICHARD sur quelques acquis en matière d'ingestibilité et de digestibilité et celle de B. FAYE sur le comportement alimentaire ont été précédées de l'exposé par une équipe algérienne (Mme LONGO et collab.) de travaux originaux sur le recensement des pâturages sahariens consommés par le dromadaire, sur leur composition chimique et sur leur digestibilité *in vivo* en comparant plantes vivaces et plantes annuelles ;

— la physiologie digestive : comparativement aux différents ruminants et aux Camélidés, W. von ENGELHARDT puis R. KAY rappellent les particularités anatomiques, histologiques et sécrétoires de l'appareil digestif du dromadaire pour présenter ensuite les mécanismes lui permettant de s'adapter aux conditions fréquemment rencontrées dans les zones arides (privations d'eau prolongées, fourrages grossiers). Une équipe égyptienne (E. A. GIHAD et

collab.) fait part d'un essai comparant l'utilisation de l'eau et des aliments de trois régimes différents par des dromadaires, des ovins et des caprins ;

— le métabolisme : dans un article fondamental, M. F. A. FARID analyse l'aptitude du dromadaire à maintenir les équilibres thermique et hydrique dans un environnement hostile. Il s'appuie ensuite sur dix années d'expérimentation pour comparer les métabolismes hydrique et minéral de dromadaires et d'ovins maintenus expérimentalement dans des conditions très sévères ;

— les relations nutrition-autres fonctions : la pathologie nutritionnelle (carences, intoxications) en Afrique du Nord est présentée rapidement ; des données fragmentaires sur la croissance des chameaux en Tunisie sont exposées ainsi que quelques éléments de discussion sur le thème nutrition-reproduction ;

— besoins et recommandations : à partir de trop rares acquis dans ce domaine, D. RICHARD et R. T. WILSON font état des normes estimées à l'occasion de leurs publications antérieures (analysées infra et supra).

Certains scientifiques ont également saisi l'opportunité de cette réunion pour réaliser des synthèses bibliographiques, souvent de qualité, sur des thèmes dont ils sont spécialistes mais pour d'autres ruminants : métabolisme des lipides et métabolisme énergétique, digestion microbienne, production laitière, ... Les organisateurs de cette rencontre concluent sur la nécessité de soutenir des programmes de recherche sur la plupart des thèmes abordés. Par rapport aux autres ruminants, les connaissances sur l'alimentation et la digestion du dromadaire présentent encore d'importantes lacunes : les besoins restent à définir avec précision, les capacités d'ingestion et l'utilisation des aliments sont imparfaitement connues.

WILSON (R. T.). The camel. London, Longman, 1984. 223 p. ISBN 0-582-77512-4. (Prix : 25 \$). Longman Publisher, 5 Bentrinck street, London W1M 5RM, UK.

Si HOSTE, PEYRE de FABREGUES et RICHARD ont délibérément orienté leur ouvrage vers l'élevage, WILSON, a plutôt cherché à réaliser une synthèse exhaustive des connaissances sur le « chameau ». A partir de sa propre expérience, notamment celle acquise au Soudan, et de 2 164 références bibliographiques, éditées *in extenso* en fin d'ouvrage, il aborde la phylogénèse des Camélidés, la répartition des différentes races, l'anatomie, la physiologie, la reproduction, la nutrition, la pathologie, la conduite et la productivité pour conclure sur l'avenir du dromadaire qui est, plus que le chameau de Bactriane, l'objet essentiel cet ouvrage.

Rédigé en 1980, ce travail ne bénéficie donc pas des nombreux travaux conduits très récemment et que ce numéro spécial s'efforce de faire connaître. La physiologie de la reproduction et celle de la nutrition paraîtront insuffisantes après la lecture de la thèse de MARIE et des actes du séminaire de Ouargla ; de même, les quelques lignes, traitant de la production fromagère, sembleront obsolètes.

Néanmoins, WILSON a ordonné ce livre en fonction de l'avenir du dromadaire qu'il prévoit, dès cette époque et fort justement, davantage orienté vers la production laitière et bouchère que vers le transport. Et ce souci, associé aux efforts déployés pour aborder la biologie et la productivité en la comparant à celles d'autres espèces dans des écosystèmes identiques, incitera tous les scientifiques, partant à la découverte du dromadaire, à s'arrêter sur cet ouvrage, d'autant plus que l'édition, très généreusement imagée, est agréablement à consulter et qu'elle est proposée à un prix fort raisonnable.

YAGIL (R.). The desert camel. Comparative physiological adaptation. In: Comparative animal nutrition. Vol. 5. Basel, Karger, 1985. XII + 164 p. ISBN 3-8055-4065-5. S. Karger AG, PO Box, CH-4009 Basel, Switzerland.

Préfacé par le Docteur BERLYNE, professeur de médecine à l'Université d'État de New York, cet ouvrage, trop modestement qualifié de monographie, décrit par appareil et par fonction les mécanismes physiologiques qui caractérisent et expliquent l'adaptation à un régime hypohydrique et l'aptitude à la survie du dromadaire en milieu désertique.

L'extension des zones arides, la situation de disette, et dans quelques cas la famine qui ont caractérisé depuis 20 ans l'environnement économique de l'aire d'élevage du chameau d'Arabie, justifient pleinement le regain d'intérêt pour un producteur de lait, de viande,

de poils et de travail, sans oublier la peau dont les usages sont multiples (cordes, tentes, sacs, etc.).

L'épithélium cutané n'est cependant pas traité séparément comme un organe alors qu'il joue un rôle dans les échanges thermiques et la régulation. Les mécanismes concernés sont examinés en premier lieu par fonction, au nombre desquelles figurent la nutrition, la thermorégulation, le métabolisme de l'eau et celui de l'urée. Viennent ensuite les grands appareils étudiés pour leur spécificité. L'importance, pour la survie, du métabolisme de l'urée est bien montrée ainsi que la physiologie des érythrocytes, notamment en matière d'osmose. Concrètement le chameau dispose des mêmes mécanismes physiologiques que tous les mammifères homéothermes (YAGIL préférant l'expression endothermes pour montrer qu'il s'agit d'une régulation interne), mais il les utilise d'une façon plus efficace.

Ainsi, l'aptitude à absorber rapidement de grandes quantités d'eau dans le courant sanguin est un mécanisme d'adaptation important pour ces animaux confrontés à des périodes de sous-abreuvement chronique. Alors que chez les bovins et la chèvre l'absorption d'une grande quantité d'eau au-delà des possibilités osmotiques entraîne la mort par hémolyse, chez le chameau, elle permet la reprise rapide d'une fonction rénale particulièrement résistante à la déshydratation et à l'élévation des taux d'urée et de chlorure de sodium.

Les derniers chapitres, consacrés à la lactation et à la reproduction, montrent les améliorations possibles de ces deux fonctions dès lors qu'elles s'incrustent dans une gestion rationnelle de l'élevage camelin. Les carences actuelles sont dénoncées mais cette espèce n'a pas le privilège, en zone aride comme ailleurs, d'un relatif abandon quant à sa subsistance. Il est même évident que pour un musulman, le chameau, fréquemment cité par le Coran comme un don particulier et précieux de Dieu, doit faire l'objet de soins attentifs bien plus que les autres espèces. Cependant, les pressions sociales et économiques font que l'on peut craindre, à long terme, sa disparition avec celle du mode de vie qui caractérise son propriétaire.

En concluant, YAGIL souligne que beaucoup des moyens utilisés par le dromadaire pour s'adapter au milieu, résultent d'une synthèse poussée des différents systèmes dont dispose l'organisme, soit pour lutter contre la perte de l'eau corporelle, soit pour la prévenir. Cette adaptation met en oeuvre des changements d'ordre anatomique, physiologique, biochimique et comportemental. Mais il est clair, selon l'auteur, que le dromadaire ne dispose en lui-même d'aucun mécanisme spécifique pour survivre, se contentant d'intégrer avec le maximum d'efficacité un ensemble de réactions et d'aptitudes classiques, connues et utilisées par d'autres espèces vivant en milieu sec et

aride mais ne disposant pas d'un pouvoir de synthèse comparable. Une bibliographie riche de 367 citations et un index complètent ce remarquable ouvrage dont le caractère assez récent des informations données (1984) n'est pas le moindre mérite. On peut toutefois regretter le peu de références concernant les auteurs francophones et les conditions d'exploitation en milieu sahélien et sub-saharien (Algérie, Tunisie et tous les pays du Sahel), le Maroc faisant exception. A l'évidence, l'auteur a pensé avant tout au chameau d'Arabie ou du Moyen-orient par opposition au chameau d'Asie ou de Bactriane. Mais en matière de physiologie les différences, si elles existent, doivent être bien minces. Une traduction française devrait, sans tarder, être mise en chantier.

Bien que ne faisant pas l'objet d'une analyse particulière, Hilde GAUTHIERS-PILTERS, disparue voici 6 ans n'est pas absente de nos mémoires et il n'est guère d'auteurs récents qui ne fassent référence à ses travaux, dès qu'il s'agit du dromadaire. L'un de ses derniers ouvrages, sans doute le plus achevé, écrit en collaboration avec Anne DAGG est aujourd'hui épuisé (*). Le bulletin de l'ACSAD (**), lui consacre une longue notice où ses qualités humaines sont autant appréciées que ses mérites de chercheur. Enfin, la réédition de *Méharées* (***) nous offre l'occasion de rendre un déférent hommage au savant et à l'homme qu'est Théodore MONOD et à la longue carrière de celui qui se considère, non sans humour, comme le dernier voyageur de l'ère du dromadaire.

A. H. ROBINET, G. SAINT-MARTIN

(*) GAUTHIERS-PILTERS (H.), DAGG (A. I.). The Camel. Its evolution, ecology, behaviour and relationship to man. Chicago, Illinois, The University of Chicago Press, 1981. 208 p.

(**) ACSAD, Camel Newsletter n° 1, Vol. 1, avril 1984.

(***) Actes Sud, Arles, France.

Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux

1. CURASSON (G.). Les tests anatomiques de l'adaptation du chameau au milieu désertique. 1947, 1 (1) : 29-36. *Mots clés* : Dromadaire - Adaptation - Désert.
2. BOUÉ (A.). Cicatrisation imparfaite de l'ouraque chez une chamelle. 1948, 2 (2) : 117. *Mots clés* : Dromadaire - Appareil uro-génital - Embryologie.
3. BOUÉ (A.). La masse sanguine chez le chameau. 1948, 2 (2) : 117-118. *Mots clés* : Dromadaire - Hématologie.
4. BOUÉ (A.). La résistance des hématies à l'hémolyse chez le chameau. 1948, 2 (2) : 118. *Mots clés* : Dromadaire - Hématologie.
5. BOUÉ (A.). Les chameaux de l'Ouest saharien. 1948, 2 (4) : 193-201. *Mots clés* : Dromadaire - Ethnologie - Algérie - Maroc - Mauritanie.
6. BOUÉ (A.). Essai de barymétrie chez le dromadaire nord-africain. 1949, 3 (1) : 13-16. *Mots clés* : Dromadaire - Barymétrie - Afrique du Nord.

7. DOUTRESSOULLE (G.), TRAORÉ (S.). L'élevage dans la Boucle du Niger. 1949, 3 (1) : 17-28. *Mots clés* : Dromadaire - Bovin - Ovin - Caprin - Équin - Asin - Élevage - Race - Commercialisation - Pastoralisme - Développement - Niger.
8. BOUÉ (A.). Un cas de fibromatose cervicale diffuse chez le chameau. 1949, 3 (1) : 45-46. *Mots clés* : Dromadaire - Tumeur.
9. BOUÉ (A.). Quelques anomalies dentaires chez le chameau. 1949, 3 (1) : 46-47. *Mots clés* : Dromadaire - Dent.
10. JOUSSELIN. Notes sur la pathologie du dromadaire. De quelques traitements indigènes. 1949, 3 (2) : 105-108. *Mots clés* : Dromadaire - Pathologie - Thérapeutique vernaculaire - Mali.
11. TAYEB (M. A. F.). L'appareil urinaire du chameau. 1949, 3 (4) : 175-180. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Appareil uro-génital.
12. TAYEB (M. A. F.). Les cavités nasales, le larynx, les organes annexes de l'appareil respiratoire du chameau. 1950, 4 (1) : 21-24. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Appareil respiratoire.
13. BOUÉ (A.). La remonte d'une unité méhariste : son caractère polymorphe. Conditions d'une homogénéité moyenne. 1950, 4 (3) : 139-144. *Mots clés* : Dromadaire - Méhariste - Extérieur - Transport - Dent - Age.
14. TAYEB (M. A. F.). Les muscles de la tête du chameau. 1950, 4 (3) : 145-149. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Système musculaire - Tête.
15. TAYEB (M. A. F.). L'appareil glandulaire de la tête du chameau. 1950, 4 (3) : 151-155. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Glande salivaire - Glande occipitale - Appareil lymphatique.
16. TAYEB (M. A. F.). La cavité buccale du chameau. 1950, 4 (3) : 157-160. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Cavité buccale.
17. TAYEB (M. A. F.). Étude sur l'anatomie de l'ovaire et du corps jaune de la chamelle. 1950, 4 (4) : 177-182. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Appareil uro-génital - Ovaire - Femelle.
18. CHAVANNE (P.), BOUÉ (A.). Taux normaux de l'urée et du glucose sanguins chez le dromadaire nord-africain. 1950, 4 (4) : 183. *Mots clés* : Dromadaire - Urée - Glucose - Dosage - Sang - Afrique du Nord.
19. BOUÉ (A.). L'originalité du chameau. 1951-52, 5 (3) : 109-114. *Mots clés* : Dromadaire - Élevage - Adaptation - Abreuvement - Alimentation - Transport - Sahara.
20. TAYEB (M. A. F.). L'appareil génital mâle du chameau. 1951-52, 5 (4) : 203-212. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Appareil uro-génital - Mâle.
21. TAYEB (M. A. F.). Les organes génitaux de la chamelle. 1953, 6 (1) : 17-21. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Appareil uro-génital - Femelle.
22. TAYEB (M. A. F.). Étude sur les nerfs pneumogastrique et spinal du chameau. 1953, 6 (3) : 167-168. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Système nerveux.
23. EL HAGRI (M. A. A.), MORCOS (M. B.). Quelques caractéristiques anatomiques des systèmes nerveux et musculaire du membre thoracique du chameau. 1954, 7 (2) : 81-85. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Système nerveux - Système musculaire.
24. EL HAGRI (M. A. A.), MORCOS (M. B.). Étude du système artériel du membre thoracique du chameau. 1954, 7 (3) : 165-169. *Mots clés* : Dromadaire - Anatomie - Système cardio-vasculaire.
25. HANSEN (H. J.), SHAMS ELDIN MOSTAFA (M.). Ostéochondrose cervicothoracique chez le chameau. Étude comparée des lésions des disques intervertébraux. 1958, 11 (4) : 439-446. *Mots clés* : Dromadaire - Ostéochondrose - Morphologie - Histologie - Égypte.
26. GRUVEL (J.), GRABER (M.). Quelques résultats d'enquêtes récentes sur la globidiose du dromadaire au Tchad. Note préliminaire. 1965, 18 (4) : 423-428. *Mots clés* : Dromadaire - *Globidium cameli* - Coccidiose - Épidémiologie - Tchad.

27. GRUVEL (J.), BALIS (J.). La trypanosomiase à *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire au Tchad et ses principaux vecteurs. 1965, **18** (4) : 435-439. *Mots clés* : Dromadaire - Trypanosomose - *Trypanosoma evansi* - Épidémiologie - Tchad.
28. GRABER (M.). Étude dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire du Thiabendazole sur divers helminthes des animaux domestiques. II. Dromadaire. 1966, **19** (4) : 527-543. *Mots clés* : Dromadaire - Helminthe - Anthelminthique - Thiabendazole - Thérapeutique - Toxicité.
29. GRABER (M.). Étude préliminaire de la biologie d'*Haemonchus longistipes* (Railliet et Henry, 1909) du dromadaire (*Camelus dromedarius*). Résultats obtenus au laboratoire. 1967, **20** (2) : 213-225. *Mots clés* : Dromadaire - *Haemonchus longistipes* - Biologie - Prophylaxie - Tchad.
30. GRABER (M.), TABO (R.), SERVICE (J.). Enquêtes sur les helminthes du dromadaire tchadien. Étude des strongyloses gastro-intestinales et de l'haemoncose à *Haemonchus longistipes*. 1967, **20** (2) : 227-254. *Mots clés* : Dromadaire - Helminthe - *Haemonchus longistipes* - Description - Pathogénie - Tchad.
31. QUÉVAL (R.), GRABER (M.), BRUNET (J.). Étude de la protidémie et des constantes hématologiques des Camélidés en fonction des helminthes dont ils sont porteurs. 1967, **20** (3) : 437-449. *Mots clés* : Dromadaire - Hématologie - Protéine sanguine - Helminthe - Anthelminthique - Thérapeutique - Thiabendazole - Tchad.
32. MAURICE (Y.), PROVOST (A.), BORREDON (C.). Présence d'anticorps antibovipestiques chez le dromadaire du Tchad. 1967, **20** (4) : 537-542. *Mots clés* : Dromadaire - Peste bovine - Anticorps - Sérologie - Tchad.
33. MAURICE (Y.), BARES (J. F.), BAILLE. Enquête sérologique sur les rickettsioses chez le dromadaire au Tchad. 1967, **20** (4) : 543-550. *Mots clés* : Dromadaire - Rickettsiose - Néorickettsiose - Sérologie - Tchad.
34. DELLMANN (H. D.), BLIN (P. C.), FAHMY (M. F. A.). Contribution à l'étude de l'anatomie microscopique du tube digestif chez le chameau. 1968, **21** (1) : 1-32. *Mots clés* : Dromadaire - Histologie - Tube digestif.
35. SOUTEYRAND-BOULENGER (J. D.). Muscle articulaire de la hanche chez les Camélidés. 1968, **21** (3) : 289-292. *Mots clés* : Camélidé - Anatomie - Hanche.
36. PROVOST (A.), MAURICE (Y.), BORREDON (C.). Note sur la peste bovine expérimentale du dromadaire. 1968, **21** (3) : 293-296. *Mots clés* : Dromadaire - Peste bovine - Infection expérimentale - Tchad.
37. MAURICE (Y.), QUÉVAL (R.), BARES (J. F.). Enquête sur l'infection à virus parainfluenza 3 chez le dromadaire tchadien. 1968, **21** (4) : 443-449. *Mots clés* : Dromadaire - Virus parainfluenza 3 - Sérologie - Tchad.
38. PERREAU (P.), MAURICE (Y.). Épizootologie de la pasteurellose des chameaux au Tchad. Enquête sérologique. 1968, **21** (4) : 451-454. *Mots clés* : Dromadaire - *Pasteurella multocida* - *Pasteurella haemolytica* - Épizootologie - Sérologie - Tchad.
39. GRABER (M.). Essais de traitement du parasitisme gastro-intestinal du dromadaire au moyen du Tétramisole. Premières observations. 1969, **22** (2) : 229-236. *Mots clés* : Dromadaire - Parasite gastro-intestinal - Anthelminthique - Tétramisole - Thérapeutique - Tchad.
40. DAYNES (P.), RICHARD (D.). Note sur les helminthes (et quelques autres parasites) du dromadaire en Éthiopie. 1974, **27** (1) : 53-56. *Mots clés* : Dromadaire - Parasitologie - Helminthe - Éthiopie.
41. PROVOST (A.), HAAS (P.), DEMBELLE (M.). Premiers cas au Tchad de botulisme animal (type C) : intoxication de dromadaires par l'eau d'un puits. 1975, **28** (1) : 9-11. *Mots clés* : Dromadaire - Botulisme - *Clostridium botulinum* - Tchad.
42. SCHILLHORN-VAN-VEEN (T. W.), BELLO (S. I.), FOLARANMI (D. O. B.). *Onchocerca armillata* (Railliet and Henry, 1909) from a new host, *Camelus dromedarius*. 1976, **29** (3) : 227-228. *Mots clés* : Dromadaire - *Onchocerca armillata* - Nigeria.
43. TRONCY (P. M.), OUMATE (O.). Expérimentation au Tchad du Tartrate de Morantel pour le contrôle des nématodes gastro-intestinaux du dromadaire (*Camelus dromedarius*). 1976, **29** (3) : 229-232. *Mots clés* : Dromadaire - Tartrate de Morantel - Nématode - Thérapeutique.
44. DOMENECH (J.). Enquête sérologique sur la brucellose du dromadaire en Éthiopie. 1977, **30** (2) : 141-142. *Mots clés* : Dromadaire - Brucellose - Sérologie - Épidémiologie - Éthiopie.
45. DOMENECH (J.), GUIDOT (G.), RICHARD (D.). Les maladies pyogènes du dromadaire en Éthiopie. Symptomato-

- gie. Étiologie. 1977, **30** (3) : 251-258. *Mots clés* : Dromadaire - Maladie pyogène - *Corynebacterium* - *Streptococcus* - *Lactobacillus* - Éthiopie.
46. BALIS (J.), RICHARD (D.). Action trypanocide du chlorhydrate de chlorure d'Isoméamidium sur *Trypanosoma evansi* et essai de traitement de la trypanosomiase du dromadaire. 1977, **30** (4) : 369-372. *Mots clés* : Dromadaire - Isoméamidium - *Trypanosoma evansi* - Trypanocide - Éthiopie.
47. BALIS (J.). Note sur la toxicité de l'Isoméamidium par injection intraveineuse chez quelques mammifères domestiques et spécialement chez le dromadaire. 1977, **30** (4) : 373-375. *Mots clés* : Dromadaire - Bovin - Caprin - Équin - Isoméamidium - Toxicologie.
48. DELAVENAY (R. P.). Emploi du Nitroxylin chez le dromadaire. Essais de toxicité et d'efficacité réalisés en Éthiopie. 1978, **31** (2) : 171-177. *Mots clés* : Dromadaire - Nitroxylin - Toxicologie - Thérapeutique - Éthiopie.
49. DOMENECH (J.). Étude bactériologique de *Corynebacterium pseudotuberculosis* et de *Corynebacterium pyogenes* isolés chez le dromadaire en Éthiopie. 1980, **33** (2) : 123-126. *Mots clés* : Dromadaire - *Corynebacterium* - Bactériologie - Éthiopie.
50. MAJEED (M. A.), HUR (G.), RAHMAN (Z.), AHMAD (A.). Effects of sex and season on 10 haematological values of normal adult one-humped camel. 1980, **33** (2) : 135-141. *Mots clés* : Dromadaire - Hématologie.
51. SIDYA OULD BAH, CHAMOISEAU (G.), MOHAMED LEMINE OULD BIHA, SIDI MOHAMED OULD AHMED FALL. Un foyer de rage cameline en Mauritanie. 1981, **34** (3) : 263-265. *Mots clés* : Dromadaire - Rage - Mauritanie.
52. ANDREANI (E.), PROSPERI (S.), SALIM (A. H.), ARUSH (A. M.). Serological and bacteriological investigation on brucellosis in domestic ruminants of the Somali Democratic Republic. 1982, **35** (4) : 329-333. *Mots clés* : Dromadaire - Bovin - Ovin - Caprin - Brucellose - Sérologie - Bactériologie - Somalie.
53. MAHIN (L.), SCHWERS (A.), CHADLI (M.), MAENHOUDT (M.), PASTORET (P.-P.). Réceptivité du dromadaire (*Camelus dromedarius*) à l'infection par rotavirus. 1983, **36** (3) : 251-252. *Mots clés* : Dromadaire - Infection par rotavirus - Maroc.
54. TAGER-KAGAN (P.). Résultats d'enquêtes sur les helminthiases du dromadaire dans le département de Zinder (Rép. du Niger) ; leur évolution dans l'année, moyens de lutte. 1984, **37** (1) : 19-25. *Mots clés* : Dromadaire - Helminthe - *Haemonchus longistipes* - Niger.
55. MAHAMUD HAGI MOHAMED, ABDULHAMID HAGI MOHAMED, LOCATELLI (A.). Water deprivation effects on the hematological and hematochemical pictures of *Camelus dromedarius*. 1984, **37** (3) : 313-317. *Mots clés* : Dromadaire - Privation d'eau - Hématologie - Somalie.
56. CHAMOISEAU (G.), BAH (S. O.), AHMED VALL (S. M. O.). Un cas de tuberculose pulmonaire chez un dromadaire. 1985, **38** (1) : 28-30. *Mots clés* : Dromadaire - Tuberculose - Mauritanie.
57. HASSAN (A. K. M.), MUSTAFA (A. A.). Isolation of *Pasteurella multocida* type B from an outbreak of haemorrhagic septicaemia in camels in the Sudan. 1985, **38** (1) : 31-33. *Mots clés* : Dromadaire - Pasteurellose - *Pasteurella multocida* - Soudan.
58. NGUYEN-BA-VY, RICHARD (D.). Titrage des anticorps contre le virus de la variole des dromadaires par la méthode de séroration des plages sur des cellules IB-RS₂. 1985, **38** (3) : 223-228. *Mots clés* : Dromadaire - Variole - Anticorps - Séroration des plages - Cellules IB-RS₂.
59. ZAIN ELDIN (E. A.), ELKHAWAD (S. E.), KHEIR (H. S. M.). A serological survey for *Toxoplasma* antibodies in cattle, sheep, goats and camels (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. 1985, **38** (3) : 247-249. *Mots clés* : Dromadaire - Bovin - Ovin - Caprin - *Toxoplasma* - Anticorps - Soudan.
60. ABU DAMIR (H.), TAGELDIN (M. H.), WAHBI (A. A.). Note on a case of generalised hydatidosis in a dromedary. 1985, **38** (3) : 253-257. *Mots clés* : Dromadaire - Hydatidose - *Echinococcus granulosus* - Soudan.
61. TAGELDIN (M. H.), SID AHMED EL SAWI (A.), IBRAHIM (S. G.). Observations on colloid goiter of dromedary camels in the Sudan. 1985, **38** (4) : 394-397. *Mots clés* : Dromadaire - Goitre colloïde - Carence - Iode - Soudan.
62. ADESIYUN (A. A.). Production of enterotoxins by strains of *Staphylococcus aureus* isolated from camels in Nigeria.

- 1985, **38** (4) : 423-427. *Mots clés* : Dromadaire - *Staphylococcus aureus* - Entérotoxine - Nigeria.
63. ABU ELZEIN (E. M. E.). Bluetongue in camels : a serological survey of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. 1985, **38** (4) : 438-442. *Mots clés* : Dromadaire - Fièvre catarrhale du mouton - Soudan.
64. ALI (B. H.), HASSAN (T.), MALIK (K. H.). The efficacy of furazolidone against experimental infections with *Trypanosoma evansi* in camels and mice in Sudan : comparisons with quinapyramine and suramin. 1986, **39** (2) : 197-201. *Mots clés* : Dromadaire - Souris - Infection expérimentale - *Trypanosoma evansi* - Trypanocide - Furazolidone - Quinapyramine - Suramine - Soudan.
65. DELATOUR (P.), OUHSINE (A.), KESSABI (M.). Pharmacocinétique de l'oxfendazole et du fébantel chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). 1986, **39** (2) : 207-210. *Mots clés* : Dromadaire - Anthelminthique - Oxfendazole - Fébantel - Pharmacocinétique.
66. TAGER-KAGAN (P.), ROBIN (B.). Résultats de l'expérimentation de l'ivermectine (IvomecND) sur les parasites du dromadaire au Niger. 1986, **39** (3-4) : 333-340. *Mots clés* : Dromadaire - Anthelminthique - Ivermectine - Nématode - Strongle gastro-intestinal - *Haemonchus* - *Impalaia* - Niger.
67. CHARTIER (C.), CHARTIER (F.), LEPERS (J. P.), PESCE (J. L.). Étude préliminaire de quelques paramètres sanguins usuels du dromadaire mauritanien (*Camelus dromedarius*). 1986, **39** (3-4) : 395-401. *Mots clés* : Dromadaire - Hématologie - Mauritanie.
68. SALUZZO (J. F.), CHARTIER (C.), BADA (R.), MARTINEZ (D.), DIGOUTTE (J. P.). La fièvre de la vallée du Rift en Afrique de l'Ouest. 1987, **40** (3) : 215-223. *Mots clés* : Dromadaire - Animal domestique - Rongeur - Homme - Fièvre de la vallée du Rift - Zoonose - Épidémiologie - Pouvoir pathogène - Afrique occidentale.
69. ABBAS (B.), EL ZUBEIR (A. E. A.), YASSIN (T. T. M.). Survey for certain zoonotic diseases in camels in Sudan. 1987, **40** (3) : 231-233. *Mots clés* : Dromadaire - Brucellose - Fièvre-Q - Toxoplasmose - Zoonose - Anticorps - Soudan.
70. EL SANOUSI (S. M.), ABDELRAHMAN (S. B.), OSMAN (A.). Studies on the properties of *Clostridium sordellii* and *Clostridium novyi* (A, B) with special reference to their fatty acids. 1987, **40** (3) : 247-251. *Mots clés* : Dromadaire - Bovin - Ovin - *Clostridium sordellii* - *Clostridium novyi* - Acide gras.
71. ANOSA (V. O.). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Part I. 1988, **41** (1) : 65-78. *Mots clés* : Homme - Animal - Trypanosomose - Modification hématologique - Biochimie.
72. ANOSA (V. O.). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Part II. 1988, **41** (2) : 151-164. *Mots clés* : Homme - Animal - Trypanosomose - Modification hématologique - Biochimie.

■ Informations

Annonce

Recherche d'articles et de références : l'IEMVT recherche des articles et des références bibliographiques sur le dromadaire et le chameau (anatomie, physiologie, élevage, pathologie,...) pour la publication d'une bibliographie et la création d'une base de données. Ce projet est préparé par D. RICHARD, G. SAINT-MARTIN et M.-F. NITCHEMAN. Contacter Mme NITCHEMAN ou M. SAINT-MARTIN à :

IEMVT
10 rue Pierre Curie
94704 Maisons-Alfort cédex
France
Tel : 43.68.88.73

Announcement

Call for articles and references : articles on and references to dromedary and camel (anatomy, physiology, breeding, pathology,...) are being sought by the IEMVT for publication of a bibliography and preparation of a data basis on the subject. This effort is prepared by D. RICHARD, G. SAINT-MARTIN and M.-F. NITCHEMAN. Interested parties should contact Mrs. NITCHEMAN or Mr. SAINT-MARTIN at :

IEMVT
10, rue Pierre Curie
94704 Maisons-Alfort cédex
France
Tel : 43.68.88.73

L'ITC (International Trypanotolerance Centre) recrute son directeur.

Le Conseil directeur sollicite les candidatures au poste de directeur de l'ITC.

L'ITC est un Institut de recherche international indépendant chargé de l'étude de la trypanotolérance des bovins comme source de bénéfice pour les propriétaires de bétail dans les régions tropicales humides, infestées par les glossines, en Afrique de l'Ouest et Centrale. Dans cette perspective, des programmes de recherche ont été entrepris dans divers domaines : production, nutrition (développement des pâturages notamment), trypanosomose, helminthose, entomologie de la glossine et amélioration génétique. Les programmes se déroulent en station et dans les villages voisins en collaboration avec les propriétaires de bétail.

Des programmes conjoints sont en cours avec l'International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD), l'International Livestock Center for Africa (ILCA), l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), l'Overseas Development Administration (ODA) de Grande-Bretagne, le Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (CRTA); plus récemment, un programme d'amélioration génétique a été entrepris avec des laboratoires européens et américains : il comprend à la fois l'étude des standards d'élevage et de sélection et une étude génétique qui a pour but l'identification du ou des gènes responsables de la trypanotolérance.

L'ITC a trois stations principales, l'une près de la côte, où se situent la direction et les principaux laboratoires, et deux à l'intérieur des terres, reliées par des routes praticables et le radio téléphone. Le personnel scientifique comprend 12 agents recrutés à l'étranger et 10 agronomes et vétérinaires gambiens. Ils travaillent actuellement avec un effectif de plus de 100 personnes et plusieurs centaines de travailleurs agricoles recrutés dans les villages. Il est prévu, à l'avenir, d'étendre les liens régionaux avec les pays limitrophes en établissant des activités communes.

L'ITC a été constitué par l'Act of the Gambia Parliament 1982. Le rôle principal du directeur sera la coordination des activités scientifiques du Centre pour définir ses buts en accord avec les décrets de l'Act.

Les candidats au poste de directeur devront avoir une solide expérience scientifique, une expérience de terrain, et un intérêt personnel pour les bovins. Le directeur devra être très motivé par l'amélioration de la qualité de vie du village qui est le but de la recherche. Une connaissance professionnelle de l'anglais et du français est obligatoire. Les candidats devront être titulaires d'un Ph.D. ou équivalent (3ème cycle d'études universitaires) et avoir au minimum 10 ans d'expérience de direction d'équipes pluridisciplinaires.

Les candidats sélectionnés devront se rendre en Gambie où s'effectuera la sélection définitive. La rémunération sera décidée par accord bilatéral mais restera dans les normes internationales et en accord avec l'expérience et la qualification.

Pour des renseignements complémentaires et l'envoi des candidatures, s'adresser à : The Institute of Cancer Research, The Hadow Laboratories, 15 Cotswold Road, Belmont, Sutton, Surrey SM2 5NG, UK. FAX : 01-642 9598.

INTERNATIONAL TRYPANOTOLERANCE CENTRE : DIRECTOR

The Governing Council invites applications for the post of Director of ITC.

ITC is an independent international research Institute committed to the management of trypanotolerance in cattle as a resource for the benefit of livestock owners in the tsetse-infested humid tropics of West and Central Africa. To this end, research programmes have been initiated in production, nutrition including pasture development, trypanosomiasis, helminthiasis, tsetse entomology and genetic improvement. The programmes operate on station and in the surrounding villages with the co-operation of local livestock owners.

Collaborative programmes are in operation with the International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD), International Livestock Center for Africa (ILCA), l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), the Overseas Development Administration (ODA) of the British Government, the Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (CRTA) and, more recently, with laboratories in Europe and America on a genetic improvement programme which includes both standard breeding and selection and genetic mapping with the aim of identifying the gene or genes responsible for trypanotolerance.

ITC has three main stations, one near the coast, where the headquarters and main laboratories are located, and two inland, connected by good roads and radio telephone. There are 12 internationally recruited staff and 10 Gambian veterinary and agricultural scientists. They are presently supported by a staff of over 100 and several hundred agricultural workers recruited from the villages. It is intended in the future to extend the regional links with adjoining countries by the establishment of further jointly agreed activities.

ITC was established by Act of the Gambia Parliament 1982. The primary role of the Director will be the co-ordination of the scientific activities of the Centre to enact its aim as laid down in the Act.

Applicants for the Directorship should have a strong scientific background, as well as field experience and a personal interest in cattle. The Director will need to be highly motivated towards the improvement in the quality of village life to which end the research is directed. A working knowledge of English and French is essential. Applicants should hold a Ph.D. or equivalent and have a minimum of ten years experience in research and/or livestock development in tropical Africa, with some experience in leading multidisciplinary teams.

Short-listed candidates will be expected to travel to the Gambia where the final selection for Director will be made. Salary will be by agreement but within internationally accepted scales and according to experience and qualifications.

Further particulars may be obtained from and applications should be made to the office of the Chairman of ITC Council, Professor A. J. S. DAVIES at the following address : The Institute of Cancer Research, The Hadow Laboratories, 15 Cotswold Road, Belmont, Sutton, Surrey SM2 5NG, UK. FAX : 01-642 9598.