

RAPPORT DE MISSION

à Al-Ain

EMIRATS ARABES UNIS

Du 10 au 15 novembre 2001

Par B. Faye



Arrivée de la course, Camélodrome de Dubaï (photo de B. Faye)



CIRAD-EMVT
Département d'élevage et de médecine vétérinaire
TA 30 / A
Campus international de Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5
FRANCE

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
INTRODUCTION	2
CONTENU DE LA CONFERENCE	2
ELEMENTS DE COLLABORATION	4
1. Projet de thèse co-encadrée	4
2. Collaboration avec le laboratoire vétérinaire d'Al-Ain	6
3. Contribution à la rédaction d'ouvrages sur les camélidés	6
CONCLUSION	7
ANNEXES	8

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout particulièrement remercier le service culturel et de coopération de l'Ambassade de France à Abu Dhabi qui m'a permis de participer à la conférence d'Al-Ain pour la seconde fois. L'appui apporté a en effet été déterminant pour que la recherche française dans le domaine de la camélogie soit reconnue. Je remercie également les organisateurs de la Conférence pour l'excellence de leurs prestations.

INTRODUCTION

Il s'agissait de participer à la conférence jumelle internationale sur la production et la reproduction des camélidés organisée par l'Université d'Al-Ain. Le terme « jumelle » est lié au fait que cette conférence comprenait deux manifestations à un mois d'intervalle, la première s'étant tenue les 13-14 octobre à Charleston en Caroline du Sud (USA).

Invité aux deux conférences comme conférencier principal et comme président de session, j'ai participé à la conférence de Charleston avant de venir à Al-Ain. Compte tenu des événements du 11 septembre aux Etats-Unis, de nombreux participants des pays arabes n'avaient pu se rendre à Charleston. Si on ajoute les prudences des partenaires américains qui ont réduit considérablement les interventions prévues, la conférence de Charleston fut très décevante (faible taux de participation, mais surtout mauvaise organisation). La conférence d'Al-Ain est à l'opposé sur le plan de la participation effective et de la qualité de l'organisation. Au demeurant, l'idée d'une conférence « jumelle » apparaît peu opérante : il est difficile de mobiliser une communauté scientifique somme toute relativement restreinte sur le sujet des camélidés par deux conférences à un mois d'intervalle.

J'avais déjà participé à une conférence sur le même thème à Al-Ain en 1998 où j'avais présenté les résultats des travaux de recherche menés en coopération avec l'Institut Agro-vétérinaire Hassan II de Rabat (Maroc) sur le métabolisme des éléments-traces chez le dromadaire. Sur le plan de la coopération avec l'Université d'Al-Ain, contacts avaient été pris avec le Pr Alhadrami, doyen de la faculté des sciences agronomiques, pour co-encadrer une thèse d'un étudiant d'origine tunisienne. Toutefois ce projet n'a pu aboutir faute des financements un moment espérés.

CONTENU DE LA CONFERENCE

Comparée à la conférence de 1998, on peut considérer que le niveau scientifique des interventions s'est amélioré et qu'il existe des dynamiques encourageantes dans quelques pays. Toutefois, ce progrès est très inégal et on reviendra sur certains des aspects abordés au cours des différentes sessions.

La première journée comprenait 7 sessions dont une pour les posters (cf. Annexes). Les thèmes abordés ont été la production, la reproduction, les maladies, la physiologie. J'ai eu l'honneur de la conférence principale de la session Production du dimanche 11 novembre

(séance d'ouverture). La seconde journée comprenait 9 sessions dont une session poster. J'ai présidé la session « production » du lundi 12 novembre (cf. annexes).

Il n'est pas possible de résumer une conférence aussi riche comprenant 104 interventions prévues (en fait environ 80 car comme à l'accoutumée, les chercheurs indiens inondent les congrès de leurs résumés mais parviennent rarement à trouver les fonds pour participer aux congrès internationaux). Notons cependant quelques tendances à juger sur les quelques sessions auxquelles j'ai pu participer :

- on constate un intérêt accru pour la production laitière chez la chamelle et sur les pathologies associées à l'appareil mammaire (plusieurs interventions sur les infections mammaires) et sur la qualité du lait ;
- les travaux sur les technologies de transformation de la viande, sur la commercialisation des produits et sur les attentes des consommateurs sont plutôt nouveaux et permettent de diversifier des approches essentiellement tournées jusqu'à présent vers la production ;
- les travaux de physiologie semblent également se diversifier en ne se concentrant que partiellement sur la physiologie de l'effort, thème de prédilection dans des pays fortement passionnés par les courses de dromadaires ;
- à noter des avancées significatives dans le domaine de la génétique moléculaire avec une conférence passionnante du Pr Hanjin de l'Université de Gansu (Chine) sur la caractérisation des espèces et des races de camélidés. On y apprend notamment que le taux d'homogénéité entre le dromadaire et le chameau de Bactriane est de l'ordre de 90% (soit une distance génétique comparable à celle qui sépare la chèvre du mouton) ;
- plusieurs conférences ont porté sur le métabolisme des lipides et les réserves corporelles (dont la conférence principale que j'ai présentée).

Cependant un certain nombre de présentations restent très descriptives et apportent peu de nouvelles connaissances sur la biologie de l'animal. Il existe de fait une forte variabilité dans la qualité des présentations. En revanche sur le plan formel, on peut se réjouir de l'excellente qualité des supports dans leur ensemble.

On trouvera en annexe, le contenu de la conférence que je présentais. Il s'agit de travaux réalisés en collaboration avec le Pr Bengoumi de l'IAV Hassan II du Maroc et qui porte sur la mise au point d'une grille de notation et d'évaluation de l'état corporel des

dromadaires. Une telle grille qui n'existe encore pas sous une forme objectivée, représente un outil essentiel pour la gestion du statut nutritionnel des animaux. De fait, j'ai eu à répondre à de nombreuses questions et sollicitations ainsi qu'à des propositions de collaborations dans ce domaine avec des représentants du Sultanat d'Oman.

A noter également, la présence du Pr Moussaïev de l'Institut zootechnique de Mynbaevo (Kazakhstan) avec lequel j'avais été en contact lors de ma mission dans ce pays en 1998. Un projet de coopération est en cours avec ce pays dans le domaine de la démarche qualité au sein de la filière des laits traditionnels.

ELEMENTS DE COLLABORATION

1. Projet de thèse co-encadrée

Les entretiens et les contacts au cours de cette conférence internationale ont été nombreux. La communauté scientifique internationale s'intéressant aux camélidés est relativement peu nombreuse et les récents produits proposés par la recherche française sont plutôt bien connus : plusieurs ouvrages et actes de rencontres internationales (Paris en 1990 sur la reproduction, Nouakchott en 1994 sur la production laitière, Ouarzazate en 1999 sur le chamelon, le guide de l'élevage publié en 1997), un numéro spécial de la revue de l'EMVT, un CD-Rom, un site web (<http://camelides.cirad.fr>), une base de données bibliographiques, un *compendium* (en anglais) publié par les CAB, un ouvrage pédagogique en cours, l'organisation d'un cours international appuyé par le CIHEAM à Rabat en mars 2002. Par ailleurs, la France se distingue parmi les pays du Nord comme étant le pays ayant la plus forte production d'articles scientifiques sur les camélidés depuis 10 ans (figure 1). Au niveau mondial la recherche française se situe au 7^{ème} rang mondial après l'Inde, l'Egypte, l'Arabie Saoudite, les Emirats Arabes, le Soudan et le Maroc. L'auteur de ce rapport se place dans les dix premiers auteurs reconnus dans ce domaine.

L'ensemble de ces éléments expliquent du reste le fait qu'il existe une forte demande de collaboration dans le domaine de la « camélogie » d'autant plus que le CIRAD-EMVT a su par le passé animer avec intelligence un réseau d'activités autour des productions camélines grâce au dynamisme de G. Saint-Martin et de P. Bonnet dont les noms sont souvent évoqués par mes interlocuteurs.

Face à ces demandes multiples de collaboration, je me suis ciblé sur un **projet de thèse en co-tutelle avec l'Université d'Al-Ain** dont on trouvera le contenu dans la partie annexe (le sujet porte sur le métabolisme du Sélénium dont on fait apparemment un usage immodéré dans les Emirats). Ce travail de thèse sera réalisé pour la plus grande part dans les Emirats. Seule la partie nécessitant des analyses très spécifiques et le traitement des données nécessitera des séjours de quelques semaines ou mois en France. Sur le plan du financement, seule la partie réalisée en France nécessitera un appui, l'Université d'Al-Ain donnant toute facilités pour la partie terrain et la partie laboratoire mises en œuvre dans les Emirats.

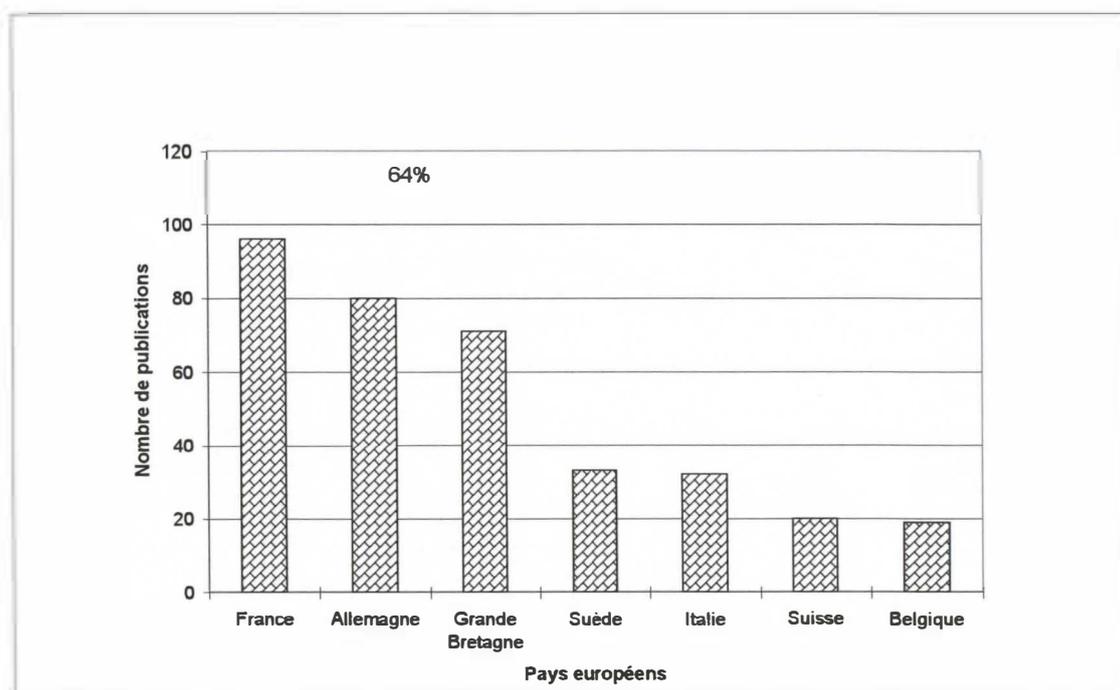


Figure 1. Nombre de publications portant sur les camélidés depuis 10 ans dans les Pays du Nord.

Ce projet de thèse répond d'une part à des enjeux scientifiques bien identifiés par la partie française suite à divers travaux réalisés et publiés dans une période récente, d'autre part à des applications nécessaires dans les Emirats au vu de l'utilisation répandue du sélénium dans la gestion de la reproduction des dromadaires.

Par ailleurs, une candidate a été identifiée. Il s'agit de Mlle Rabiha Sebousi, vétérinaire confirmée de l'Ecole d'El-Harrach (Algérie), directrice d'un laboratoire vétérinaire et associée à l'Université d'Al-Ain. L'avantage d'une telle candidature est la parfaite maîtrise de la langue française. Sous réserve d'un soutien au financement de cette

candidate auquel pourrait contribuer le CIRAD au travers des « appuis aux thèses des pays du Sud », ce projet de collaboration pourrait démarrer dès l'automne 2002 à partir d'une première année d'inscription.

2. Collaboration avec le laboratoire vétérinaire d'Al-Ain

Le laboratoire vétérinaire d'Al-Ain dirigé par le Dr Tarique est le laboratoire de référence pour les 7 émirats. Fort bien équipé il réalise un nombre impressionnant d'analyses (environ 8000 par mois) et de très nombreux diagnostics. Les données concernant les dromadaires représentent en particulier une mine exceptionnelle d'informations épidémiologiques et cliniques visiblement sous-valorisée. La collaboration avec le CIRAD-EMVT a été discutée sur 2 points :

- en matière de maladies infectieuses, des demandes de contacts pour des confirmations de diagnostics de maladies pour lesquels le CIRAD-EMVT est laboratoire de référence mondiale (cas de la Peste des Petits Ruminants). Les adresses mails des collègues les plus concernés ont été donnés ;
- en matière d'analyses biochimiques, un stage de vétérinaire français en Certificat d'Etudes Approfondies Vétérinaires (CEAV) pourrait être proposé sur la base d'une étude épidémiologique intéressant les relations entre les profils biochimiques et les performances physiologiques du dromadaire de course.

Par ailleurs, le laboratoire vétérinaire dispose de tous les moyens nécessaires pour réaliser des analyses de sélénium et pourrait de ce fait contribuer au travail de thèse évoqué dans le paragraphe précédent.

3. Contribution à la rédaction d'ouvrages sur les camélidés

Deux chercheurs m'ont également sollicité au cours de la conférence pour contribuer à la rédaction (en anglais) d'un ouvrage sur les camélidés. Il s'agit du Dr Al-Ani (Jordanie) qui souhaite mon intervention sur les parties concernant les carences minérales, et le Dr Zia-Ur-Rahman (Pakistan) qui prépare un ouvrage sur la physiologie des camélidés et souhaite ma participation pour le chapitre sur le physiologie de la digestion. J'ai donné mon accord de principe à ces participations dont je commence à être coutumier.

CONCLUSION

La recherche française est reconnue dans le domaine de la camélogie. Cette place lui vaut d'être régulièrement invitée dans les rencontres internationales et les projets de développement. Les Emirats disposent de moyens de travail exceptionnels en comparaison de bien des pays du Sud avec lesquels le CIRAD collabore. L'ambition d'une collaboration sera donc de se limiter à faire valoir le savoir-faire français dans ce domaine dans l'objectif d'une coopération basée sur la formation à la recherche permettant de promouvoir les compétences nationales.

ANNEXES

- **Calendrier**
- **Résumé des sessions**
- **Session production du lundi matin (Président B. Faye)**
- **Conférence de Faye *et al.***
- **Projets de thèse**

Calendrier de la mission

Samedi 10 nov.-01

Départ de Montpellier à 6 :30

Arrivée à Dubaï à 23 :30

Départ pour Al-Ain en voiture

Dimanche 11 nov.-01

Arrivée à Al-Ain

Réunion des présidents de séance

Ouverture de la session plénière du congrès

Présentation de mon intervention : « Body condition score in camel: a tool for the management of reproduction » (NB : à noter que cette intervention était la première du congrès).

Nombreux entretiens suite à ma conférence avec Mrs Shalaby et Hussein Ahmed (Egypte, Université du Caire), Al-Ani (Jordanie, faculté vétérinaire), Basmaeil (Arabie Saoudite, Université King Saud), M. Al-Saiady (Arabie Saoudite, Research, nutrition and Tech. Services), Moussaiev (Kazakhstan, Institut de Mynbaevo), Osman Ahmed (UEA, Veterinary Est.), T. Mohammed (UEA, DSV), M. Ayoub (UEA, Université d'Al-Ain).

Déjeuner avec la direction de l'Université

Visite du Djebel Hafeet

Jubilé d'argent de l'Université d'Al-Ain

Lundi 12 nov.-01

Présidence de la session du matin

Entretiens avec Mrs Peter Nagy (Oman), Abu Damir (Al-Ain), Dr A. Bakhsh (Arabie Saoudite).

Participation aux sessions « Physiology » et « Technology »

Entretien avec le Directeur scientifique (Dr Alhadramy) de l'Université d'Al-Ain (projet de thèse).

Mardi 13 nov.-01

Visites de terrain : centre de recherche sur le dromadaire de course d'Al Ain (présentation du Dr Tinson) et Nashalah farm (ferme expérimentale de l'Université).

Entretien avec le Dr Zia-ur-Rahman (Pakistan)

Visite du Camel Reproduction Centre (Dr Lulu Skidmore) dans lequel se trouve en particulier le seul exemplaire au monde du Cama (hybride dromadaire x lama)

Entretien avec les Dr Tarique et Abu Bakr (laboratoire vétérinaire d'Al-Ain).

Mercredi 14 nov.-01

Participation aux séances d'entraînement des chameaux de course au camélodrome d'Al-Ain

Entretien avec Dr Hamid (Al-Shibla Vet. Est.)

Visite de l'élevage de dromadaires de Mr Khaled Baglan à Swehan (Al-Ain) avec le Dr Sebousi

Visite du « camel souk » d'Al-Ain

Départ pour Dubaï.

Jeudi 15 nov. -01

Départ pour Paris et Montpellier.

RESUME DES SESSIONS

Summary Scheduled Sessions

Day	Time	Session		Room	Chairperson
		Name	Type		
Sunday Nov. 11	11:00-13:30	Production	Oral	Ishbilia 2/3	A. Guerouali
	11:30-13:30	Reproduction	Oral	Ishbilia1/3	E. Johnson
	11:30-13:30	Diseases	Oral	Oasis	T. Gahlot
	15:30-18:00	Diseases	Oral	Ishbilia 2/3	F. Al Ani
	16:00-18:00	Production	Oral	Ishbilia 1/3	A. Jasra
	16:00-18:00	Physiology	Oral	Oasis	A. Tinson
	11:30-17:00			Poster	
Monday Nov. 12	08:00-11:10	Production	Oral	Ishbilia 2/3	B. Faye
	08:30-11:10	Diseases & Surgery	Oral	Ishbilia 1/3	U. Wernery
	08:30-11:10	Physiology	Oral	Oasis	G. Basioni
	11:30-13:40	Breeding & Racing	Oral	Ishbilia 2/3	S. Al Shorabi
	12:00-13:40	Diseases	Oral	Ishbilia 1/3	I. Wasfi
	12:00-13:40	Physiology	Oral	Oasis	J. Skidmore
	15:30-18:00	Processing & Marketing	Oral	Ishbilia 2/3	M. Sahani
	16:00-18:00	Physiology & Biotechnology	Oral	Ishbilia 1/3	M. Ayoub
	16:00-18:00	Production & Miscellaneous	Oral	Oasis	A. Al-Jubori
	08:30-13:00		Poster		G. Alhadrami
Tuesday Nov. 12	8:00-12:00	Field trips to:			
		<ul style="list-style-type: none"> • Scientific Center for Racing Camels, H. H. The Crown Prince Sheikh Khalifa Bin Zayed Al Nahyan. • Nahshalah Farm, United Arab Emirates University, Camel Farm. 			

Monday, November 12, 2001

Production : Oral Session : 08:00 - 10:50

Chairperson : **B. Faye**, CIRAD-EMVT, Programme Productions Animales, Campus International de Baillarguet, Montpellier, France.

Room : Ishbilia 2/3

Time	Abstract #	Title
08:00	45	Estimates of Energy and Protein Requirements in Camel at Maintenance, Growth and Lactation for an Intensive Production System. A. Guerouali ¹ and M.F. Wardeh ² . ¹ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Morocco, ² The Arab Center for Studies of Arid Zones and Dry Lands. Damascus, Syria.
08:30	46	Crude Fiber Digestion by Camels in Comparison with other Ruminants. E. A. Gihad, H. M. El-Banna, A. F. El-Kholy and A. A. El-Masooudi. Animal Production Department, Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza , Egypt.
08:50	47	The Effect of Dietary Crude Protein Level and Source of Roughage on Growth Performance of Calf-Camels. M. Abouheif, S. Basmakil, M. Kraidees, Y. El-Shaikh and A. Tag Eldin. Animal Production Department, College of Agriculture, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia.
09:10	48	Effect of Graded Levels of Crude Protein on the Nutrient Digestibility of Rhodes Grass Hay or Dried Salicornia Biomass Diets in Calf-Camels. S. Basmakil, M. Al-Saiady, Y. El-Shaikh, S. Zahran and M. Abouheif. Animal Production Department, College of Agriculture, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia.
09:30	49	Performance of Growing Camels on Two Feeding Regimes. H. M. El-Banna. Department of Animal Production, Faculty of Agriculture , Cairo University, Giza , Egypt.

*presented by
Al-Saiady.*

Time	Abstract #	Title
09:50	50	Nutritive Value of Different Tree Leaves and Green Lucerne Fodder for Camels in North Semi-Arid Zone of Gujarat. S. R. Bhagwat, M. B. Pande, and R. A. Dongre. Department of Animal Nutrition and Dairy Science College of Veterinary Science and Animal Husbandry Gujarat Agricultural University, Sknagar-385506, India.
10:10	51	Effect of Dietary Supplementation on Calving Rate in Dromedary Camel. J. Tavakolian ¹ , A. Towhidi ¹ and M. A. Emami ² . ¹ Department of Camel Research, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran, ² Animal Science Department, Agricultural Faculty of Mehrshahr, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Post Office of Mehrvila, P. O. Box # 31375-178, Karaj, Iran.
10:30	52	Effect of Stage of Lactation on the Composition of Milk in Camel (<i>Camelus dromedarius</i>). Zia-Ur-Rahman ¹ , S. A. S. Jaspal ² , F. Mahmood ¹ , and A. Ul-Haq ¹ , ¹ Department of Physiology and Pharmacology, Department of Pathology, ² Department of Parasitology, University of Agriculture, Faisalabad. Pakistan.

Conférence de B. Faye *et al.*

Body condition score in dromedary camel : a tool for management of reproduction

B. Faye ^{1*}, M. Bengoumi ², A. Cleradin ¹, A. Tabarani ² and Y. Chilliard ³

1. CIRAD-EMVT, Programme Productions Animales, Campus International de Baillarguet , TA 30/A , 34398 Montpellier, France
2. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP n°6202, Rabat, Maroc
3. INRA. Unité de Recherches sur les Herbivores, Theix, 63122, Saint-Genes-Champanelle, France

- Corresponding author

Abstract

The ability of camels to cope with food shortage is the result of a long evolutionary process in natural conditions where food availability seasonally fluctuates. In arid conditions, all the adaptive mechanisms and especially body fat mobilisation strategies are of considerable importance in determining reproductive performance. In the camel, the hump is the most important fat storage place accessible to external observation. In a study performed in Morocco on 655 she-camels from different areas, data on body size (circumference and height of the hump, thigh circumference) and on perceptible fat status of different anatomical places (spinous and transverse process of vertebra perceptible or not, hollow of flank present or not, ischial tuberosity and coxal tuberosity prominent or not, ribs visible or not, ...) were collected. Data are treated with cluster analysis in order to identify the types of body conditions. The classes of body conditions can be associated to a specific score. The relationships between this score and fattening ability of the camel has to be deepened with adipocyte measurement. The body scoring appears as a better tool than the hump measuring. Finally, it seems that the body condition score in camel is not mainly linked to the size of the hump.

Introduction

The ability of camels to cope with food shortage is the result of a long evolutionary process in natural conditions where food availability seasonally fluctuates. Lipid deposition and mobilisation is a part of the physiological strategy to anticipate the needs for pregnancy, lactation or food shortage. In arid conditions, all the adaptive mechanisms and especially body fat mobilisation strategies are of considerable importance in determining reproductive performance. For example, Tibary and Anouassi (1997) have observed a lack of ovarian activity in she-camel with very low body score. Usually, the female in all ruminants species losses a part of her fat storage after calving to assure the milk production, its intake ability being not sufficient for the needs. The fat deposition occurs generally after 2 or 3 months beyond lactation peak and becomes important after drying. The fat storage must be enough at the next calving to allow a new reproductive cycle. However this cycle can be disturbed by seasonal food shortage or diseases, leading to reproductive failure.

So, the management of fat storage, appreciated by a body score, is an important tool for the farmer and the veterinarian to assume the best opportunity for reproduction. In the present paper, we propose a body condition scoring scale for camel, set up from after the

observations of animals in the field and in abattoir in order to get a convenient and efficient tool for breeding management.

Materials and methods

This study has been performed in Morocco. It included 2 parts:

- A field study involving 573 she-camels (130 in peri-urban areas and 443 in pastoral zones). A questionnaire was performed with the camel owners at the animal level (breed, age, physiological status, live weight, drinking status. For each camel, the perceptible fat status of different anatomical places (spinous and transverse process of vertebra, hollow of flank, ischial tuberosity and coxal tuberosity, rib, recto-genital zone) were collected. The hump was measured (circumference and height) and the circumference of the thigh as well.
- Measurement and notation on 82 camels in the Dakhla and Laâyoune abattoir. Similar data were collected (measurements of the hump and thigh, notation of anatomical points) before slaughtering. After slaughtering, the weight of the carcass and of the hump were reported.

The qualitative notations were the followings:

- The ribs are (1) individually visible, (2) slightly visible, (3) not very visible (4) not visible;
- The ischial and coxal tuberosities, the shoulder, the scapula, the spinous and transverse process of vertebra are (1) very proeminent, (2) proeminent, (3) slightly proeminent, (4) not visible;
- The hollow of the flank is (1) visible, (2) not visible
- The recto-genital zone is (1) very deep, (2) deep, (3) slightly deep, (4) full of fat.

The notations were performed by visual observation, then confirmed by manual palpation when abundant hair masked the anatomical feature.

Quantitative data were analysed by measuring the correlations between variables and by Principal Components Analysis (PCA). Qualitative data were analysed by multivariate analysis (Factorial Correspondances Analysis and cluster analysis).

Results

Correlations between quantitative variables at the abattoir

All the quantitative variables (HH =height of the hump, CH =circumference of the hump, CT =circumference of the thigh, CW =carcass weight, HW= hump weight) are correlated (tab.1) at $p < 0.05$.

Variables	HH	CH	CT	CW	HW
HH	1.00				
CH	0.96	1.00			
CT	0.69	0.65	1.00		
CW	0.74	0.67	0.90	1.00	
HW	0.80	0.70	0.64	0.79	1.00

Table 1. Correlation matrix of quantitative data measuring the hump size and the global conformation of the camel (n= 82).

Type of conformation in field study

Some incomplete data being discarded, as the whole 469 she-camels from field were retained. The quantitative data (HH,CH,CT) were analysed with a PCA followed by a cluster analysis. Four types of conformation were identified (fig. 1).

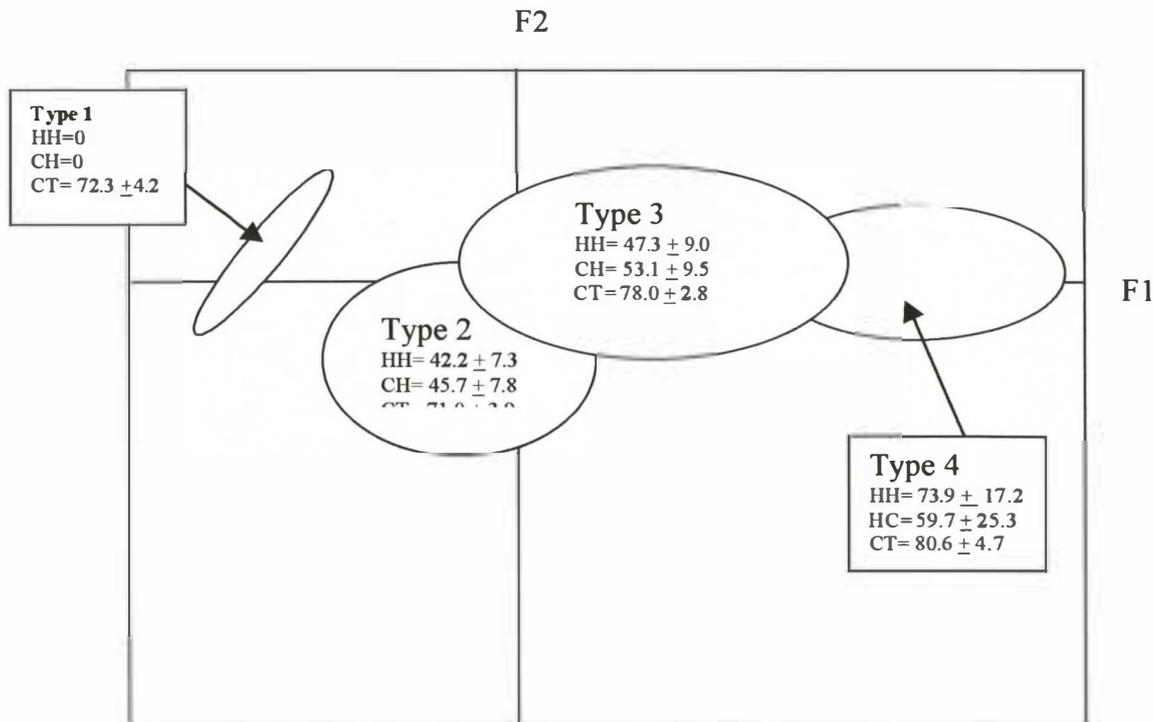


Figure 1. Projection on the first factorial plan (F1,F2) of the classes according to the quantitative data (measures of the hump and of the thigh).

A part of the animals are characterised by the absence of the hump in spite of medium TC (type 1). The 3 other types have an increase of hump size correlated to increasing TC.

Assessment of the hump weight

On the basis of the full data involving the 655 measures in field and in abattoir, the current equation can be used for Moroccan camel for assessing the hump weight:

$$\text{sqrtHW} = 0.083 \text{ HH} + 0.000096 \text{ CH} + 1.587 \quad \varepsilon = 0.331 \quad p < 0.0001$$

However, the prediction by adding CH value is not improved. So the following predictive equation can be suggested:

$$\text{SqrtHW} = 1.59 + 0.0836 \text{ CH} \quad \varepsilon = 0.571 \quad p < 0.0001$$

The examination of the residues showed a better adjustment with big humps.

Class of body condition score in field study

The multivariate analysis was applied on the 469 she-camels retained in the previous analysis. After classification, 4 classes of body condition score were identified on the factorial plan (F1,F3) which was the most discriminating plan (fig. 2). This four classes could be interpreted as 4 notes of the body condition score which can be appreciated by palpation/observation of the anatomical features (visibility of the coxal, ischial and shoulder tuberosity, visibility of

ribs and vertebra, hollow of the flank, depth of the recto-genital zone under the tail). The four classes of animals can be interpreted as four body condition scores of (1) very thin, (2) thin, (3) good, (4) fat camels.

Relationships between conformation and body condition score

The cross-table (tab.2) confirms some relationships between the 4 types of conformation and the four notes of body condition score. However, in the type 1 (without hump), a third of the animals has been classed in note 3 (i.e with a good body condition score). A majority of type 2 corresponds to thin animals (note2). For the type 3, the repartition between very thin, good and fat animals is unclear, even if a majority of the camels (65.4%) are classified in good or fat animals. The type 4 is clearly representative of fat animals.

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4
Type 1	35.5	3.2	38.7	22.6
Type 2	5.6	52.8	13.9	27.8
Type 3	29.7	5.0	26.9	38.5
Type 4	16.3	10.0	24.0	49.5

Table 2. Repartition (in %) of the camels in each type of conformation according to their type of body condition score (note).

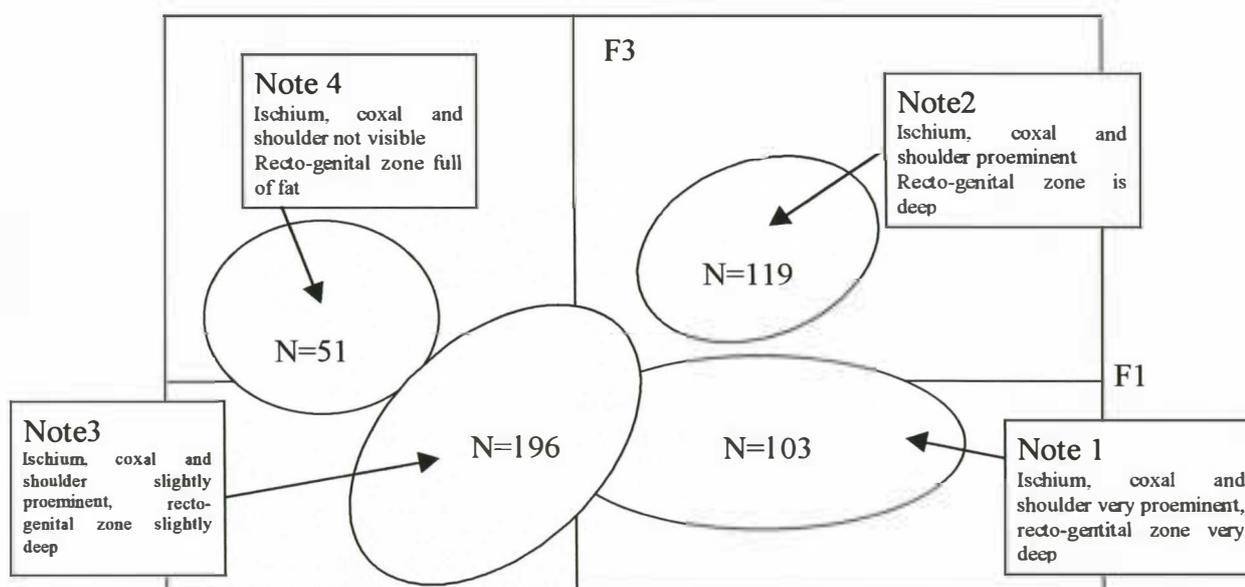


Figure 2. Projection on the factorial plan (F1,F3) of the classes of qualitative data (anatomical features) corresponding to the body condition score.

In the present study, the variability seems high and the different types of score occur in the population. However, it is possible that extreme values were not present in the studied population. It could be expected that very thin animal (notably those affected by trypanosoma) and very fat animals (feed-lot animals) may exist in a more wide population. So, the final proposed scoring scale includes 2 other notes (0 and 5) in order to be comparable to score used for cattle (fig.3).

Discussion

The most important part of the adipose tissue in camel is in the hump (on average 44% of the whole fat according to unpublished results from Tunisia) and around the kidney and viscera, but fat storage can occur on other parts of the carcass (shoulder, sternum, flank, ribs, thigh and neck.). On fat animal, fat storage is abundant also in recto-genital zone (Prat, 1993). The general repartition of fat storage in camel is quite different from that in other ruminants as cattle (Robelin, 1986), sheep (Atti and Khaldi, 1987) and goat (Morand-Fehr and Branca, 1987). In cattle, the fat part represents around 20% of the carcass (mainly subcutaneous). In camel, the fat percentage is on average 8% of the carcass (unpublished results from Tunisia).

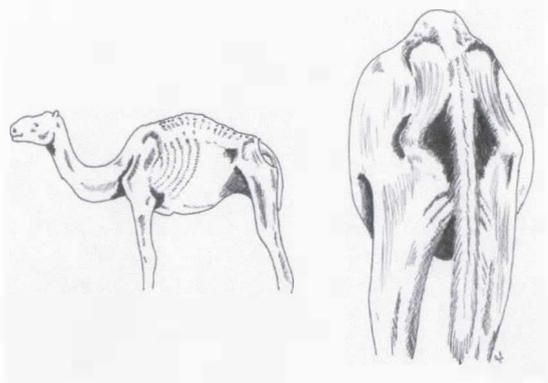
The variability of the hump weight is very high in all the class of body condition score and some animals with a good conformation can be characterised by the absence of hump (type 1). Its indicates that the hump could not be the best indicator of the fat status of camel as it has been already suggested from the measurement of the adipocyte patterns (Faye *et al.*, 2001). The fatness of camel is not necessarily linked to the hump size. Probably genetic factors must play an important role for the hump size. The thigh conference seems to be an interesting indicator which is commonly used by the butchers.

The present body condition scoring scale on camel includes 6 notes from 0 to 5 similar to the dairy cattle scale proposed by Bazin (1984). Further investigations are currently performed to assess the threshold score for good reproductive performance and confirm if low score (below 2/2.5) is linked to reproduction failure as for sheep (Abrecia *et al.*, 1991) or cattle (Dohoo *et al.*, 2001).

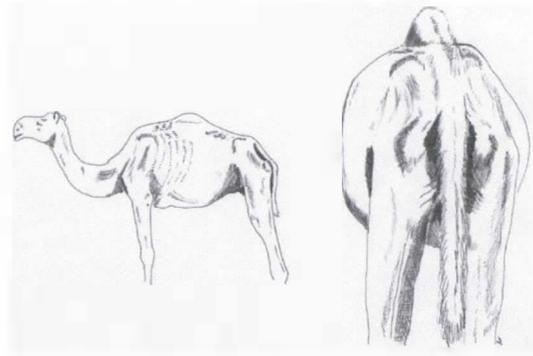
References

- Abacia J.A., Forcada F., Sierra I., 1991. Influence de l'état corporel sur la cyclicité et le taux d'ovulation chez la brebis Aragones. In: Etat corporel des brebis et chèvres. Options méditerranéennes. CIHEAM publ., n°13, Série séminaires, 117-122
- Atty N., Khaldi G., 1987. Caractéristiques de croissance chez les agneaux de trois races tunisiennes. In: L'évaluation des ovins et des caprins méditerranéens. Proc. of the Symposium Philostios, Fonte Boa, Portugal, 22-25 sept. 1987, CEE publ., 375-381
- Bazin S., 1984. Grille de notation de l'état corporel des vaches Holstein. Document ITEB, Paris, 24 p.
- Dohoo I.R., Tillard E., Stryhn H., Faye B., 2001. The use of multilevel models to evaluate sources of variation in reproductive performance in dairy cattle. *Prev. Vet. Med.*, 50, 127-144
- Faye B., Bengoumi M., Messad S., Chilliard Y., 2001. Fat storage and adipocyte patterns in camel: a tool for management of reproduction. *Advances in Reproduction*, 5, issue 3, 10c, 8 p.
- Morand-Fehr P., Branca A., 1987. Méthodes d'estimation de l'état corporel des chèvres reproductrices. In: L'évaluation des ovins et des caprins méditerranéens. Proc. of the Symposium Philostios, Fonte Boa, Portugal, 22-25 sept. 1987, CEE publ., 182-201
- Prat M.L., 1993. L'alimentation du dromadaire. Veterinary doctorate Thesis, ENV Alfort (France), 125 pp.
- Robelin J., 1986. Composition corporelle des bovins: évolution au cours du développement et différences entre races. PhD thesis on natural sciences, University of Clermont-Ferrand II, France, 319 p.

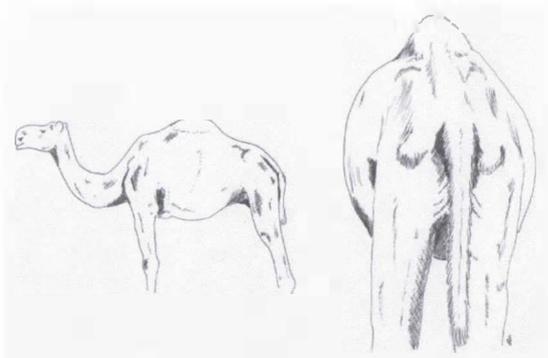
- Tibary A., Anouassi A., 1997. Theriogenology in camelidae. Anatomy, physiology, pathology and artificial breeding. Actes Editions Publ., Rabat, Maroc, 489 p.



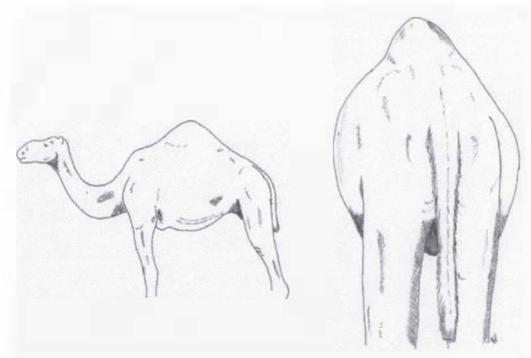
Note 0



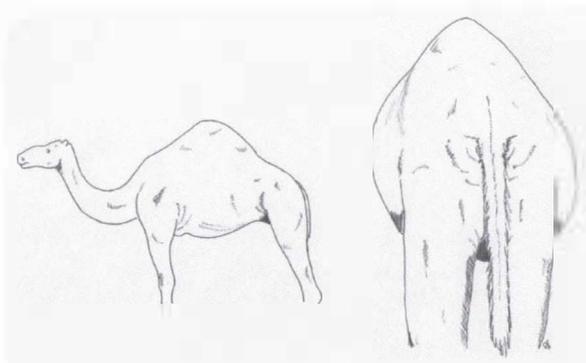
Note 1



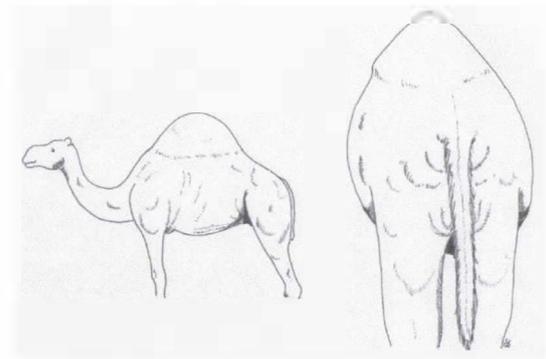
Note 2



Note 3



Note 4



Note 5

Figure 3. Body condition score (0 to 5) of the dromedary camel

PROJET DE THESE

L'adaptation des grands camélidés à la sous-nutrition minérale : le métabolisme du sélénium et le rôle des séléno-protéines dans les mécanismes de stockage-déstockage.

Enjeux scientifiques

Le dromadaire est connu pour sa résistance à la soif, à la chaleur, à la sous-nutrition protéique. Il a développé face aux contraintes du milieu désertique un ensemble de facultés physiologiques remarquables qui lui ont conféré une légendaire réputation. On sait également la capacité peu commune de cette espèce à ingérer des fourrages et de l'eau salés sans affecter ses fonctions métaboliques. Le dromadaire étant habitué à survivre dans l'univers minéral des zones arides et semi-arides, on peut s'étonner de l'intérêt de travaux portant précisément sur la nutrition minérale chez les camélidés. Pourtant, les carences minérales sont assez largement répandues chez les espèces domestiques, notamment en Afrique, et le dromadaire n'échappe pas aux risques d'une alimentation déficitaire en éléments minéraux majeurs ou mineurs. Depuis une dizaine d'années, de nombreux travaux fondamentaux et appliqués ont été menés sur le métabolisme minéral chez le dromadaire par diverses équipes notamment au Maroc, à Djibouti, en Jordanie, dans les Emirats Arabes et en France. Les résultats semblent indiquer un ensemble de particularités accentuant encore la capacité de cette espèce à résister aux conditions d'un milieu caractérisé non seulement par son aridité, mais aussi par la faiblesse épisodique des ressources minérales alimentaires disponibles.

Tout se passe chez le dromadaire comme si son métabolisme était tourné vers une anticipation des périodes de sous-nutrition minérale. Il signe son adaptation à ces périodes de restriction alimentaire par divers mécanismes : augmentation des capacités d'absorption en cas de pénurie, plus grande capacité de stockage de certains éléments minéraux, plus grande tolérance à certains électrolytes, maintien des activités enzymatiques de base en dépit des situations déficitaires.

L'adaptation au désert signifie un ensemble de petits perfectionnements métaboliques qui pris isolément n'apportent qu'un avantage comparatif somme toute restreint, mais qui pris dans leur ensemble, donnent sens à la réputation de cette espèce, seule capable

parmi les grands mammifères domestiques, à survivre dans les conditions que lui impose les milieux désertiques.

Cependant des zones d'ombre importantes subsistent dans la compréhension de certains de ces mécanismes, et notamment dans le métabolisme du sélénium dont on connaît le rôle dans la protection cellulaire.

Problématique de recherche

Le sélénium, dont les besoins quotidiens sont faibles chez les herbivores (1 ou 2 milligrammes par jour) intervient dans de nombreux processus biologiques anti-oxidatifs. A ce titre, il joue un rôle essentiel dans la protection des cellules et on lui attribue de ce fait, un effet positif dans la prévention des cancers chez l'homme. Un déficit dans la ration conduit à une pathologie autrefois fréquente dans les élevages de veaux en batterie : la *maladie du muscle blanc* qui se traduit par une dégénérescence musculaire (notamment du muscle cardiaque) accompagnée d'une décoloration caractéristique qui a donné le nom à la maladie.

Il existe très peu de données sur le sélénium chez les camélidés bien qu'il soit certain que des carences aient été décrites au Maroc et en Chine. A l'inverse, des données non publiées en provenance du Sultanat d'Oman ont montré que des valeurs de séléniémie très supérieures à la normale semblaient être associées à des pathologies aux formes diverses où prédominent des paralysies. Dans un essai comparant la vache et le dromadaire (Bengoumi M., Essamadi A.K., Tressol J.C., Chacornac J.P., Faye B., *Comparative effect of selenium concentration and erythrocyte glutathione peroxidase activity in cattle and camels*. Anim. Sci., 1998, 67, 461-466), une complémentation en sélénium par voie orale (selon une quantité correspondant aux valeurs recommandées chez la vache laitière soit environ 2mg/j) a montré un comportement très différent entre les deux espèces. En effet, dans une phase préalable dépourvue d'apport supplémentaire en sels de sélénium, la concentration en sélénium plasmatique chez le dromadaire (20.8 ± 3.2 ng/ml en moyenne) était presque de moitié inférieure à celle des bovins (33.2 ± 3.9). Pendant la période de supplémentation qui a duré plusieurs mois, les valeurs se sont inversées, passant à 51.1 ± 5.6 ng/100ml chez la vache (soit presque un doublement de la valeur) et à 129.6 ± 30.2 chez le dromadaire, soit une valeur 6 fois plus importante. Les valeurs maximales observées ont été respectivement de 64.5 ng/ml chez la vache et 200.4 ng/ml chez le dromadaire. Autrement dit, alors que l'augmentation chez les bovins a été multipliée par 2, chez le dromadaire, la séléniémie a été multipliée par un facteur 10 pour une supplémentation orale identique. Après un arrêt d'un mois de cette

supplémentation, le taux de sélénium plasmatique est redevenu « normal » chez le dromadaire, soit un niveau inférieur à celui de la vache.

L'extraordinaire augmentation du taux de sélénium circulant dans cette espèce lors de supplémentation tend à indiquer que la séléniémie plasmatique représente un indicateur extrêmement sensible de l'apport de sélénium dans la ration. Le métabolisme de cet élément semble donc tout à fait particulier chez le dromadaire. Mais dans l'état actuel des connaissances, on ne peut affirmer s'il s'agit d'une sensibilité particulière de cette espèce aux déficits ou à l'intoxication. Du fait d'une déplétion aussi rapide que l'augmentation quand s'arrête la supplémentation orale, ce que l'on peut dire, c'est que le dromadaire semble absorber (et excréter) le sélénium de façon plus efficace que la vache.

Généralement, le sélénium est transporté dans le sang par des protéines spécifiques (les sélénoprotéines) dont la glutathion-péroxidase est la mieux connue. De ce fait, la corrélation entre sélénium et glutathion-péroxidase est élevée. On ne sait pas, à l'heure actuelle, s'il existe une sélénoprotéine particulière au dromadaire. Dans l'essai cité plus haut, seule la glutathion-péroxidase érythrocytaire (libellée GSH-Px) a été dosée. Contrairement au sélénium, il ne semble pas y avoir de différence entre les 2 espèces pendant la période d'absence de complémentation et la période de complémentation qui suit. Il est observé cependant, une augmentation significative de l'activité de la GSH-Px chez les deux espèces et de façon similaire pendant la phase d'apport de sels de sélénium. Pendant cette phase, la corrélation entre le taux de sélénium dans le plasma et l'activité de la GSH-Px apparaît plus élevée chez le dromadaire (coefficient de corrélation de 0,94) que chez la vache ($r=0,68$) même si elle est hautement significative dans les deux cas. Comme pour les autres espèces donc, la GSH-Px est un bon indicateur du statut en sélénium du dromadaire. En revanche, dès que s'arrête la complémentation, les courbes divergent : alors que l'activité de la GSH-Px stagne chez la vache, elle continue d'augmenter chez le dromadaire atteignant en moyenne 13172 ± 1720 UI/100gHb.

La poursuite d'une telle augmentation est évidemment à mettre en relation avec la forte quantité de sélénium "stockée" dans le plasma de dromadaire. En effet, la biosynthèse de GSH-Px, enzyme séléno-dépendante, est induite par le sélénium circulant. Quand l'apport supplémentaire en sélénium s'arrête, la biosynthèse perdure chez la vache par l'utilisation du sélénium stocké pendant la phase de supplémentation et du fait de la longue demi-vie de l'enzyme. Chez le dromadaire, le "stockage" étant plus important et la demi-vie de l'enzyme probablement plus longue, l'activité de la GSH-Px continue de croître. On sait en effet que la demi-vie de cet enzyme est liée à la demi-vie des hématies. Or, la durée de vie des globules

rouges des dromadaires est réputée pour être plus longue que chez la plupart des autres espèces .

Cette apparente capacité à “stocker” (le terme est délibérément mis entre parenthèse car nous ne sommes pas sûr qu’il s’agisse d’une réelle forme de stockage) le sélénium en grande quantité chez le dromadaire représente également une **forme évidente d’adaptation à la sous-nutrition minérale**. Cette capacité permet en effet à cette espèce de maintenir une activité enzymatique quand l’élément fait défaut à l’instar de ce qui a été observé pour les autres éléments-traces.

Les urines représentent généralement la voie d’excrétion privilégiée pour le sélénium. A notre connaissance, on ne dispose d’aucune mesure chez le dromadaire. Il est cependant reconnu que le rein dans cette espèce a une grande capacité de recycler l’eau, l’urée et les électrolytes. Or, le rein du dromadaire a la particularité de présenter une activité enzymatique supérieure à celle du foie, contrairement à la plupart des espèces de mammifères. Par ailleurs, le rein du dromadaire présente une concentration en sélénium supérieure à celle du foie. Il semble donc que le dromadaire soit capable de réguler efficacement l’excrétion urinaire de sélénium, favorisant ainsi son stockage pendant les phases favorables.

Plan de thèse

Partie I. Revue bibliographique complète sur le métabolisme des minéraux mineurs chez les camélidés et focalisation sur le métabolisme du sélénium chez différentes espèces de mammifères

Partie II. Mise en place de deux expérimentations sur dromadaires au Emirats Arabes (Université d’Al-Ain) :

- Test de la résistance à des surcharges en sélénium dans la ration alimentaire à plusieurs niveaux d’apports.
- Analyse des voies de stockage et d’excrétion du sélénium.

Partie III. Etudes en laboratoire (partenariat avec le laboratoire de biochimie C –Unité INSERM du CHU de Grenoble).

- Etudes des sélénoprotéines de transport du sélénium chez le dromadaire
- Dynamique des concentrations tissulaires du sélénium

Partie IV. Discussion et Recommandations pratiques sur la complémentation minérale du dromadaire.

Références

- Bengoumi M., Faye B., El Kasmi K., Tressol J.C., 1995. Facteurs de variation des indicateurs plasmatiques du statut nutritionnel en oligo-éléments chez le dromadaire au Maroc. I. Valeurs usuelles et variations physiologiques. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 48, 271-276.
- Bengoumi M., Faye B., De La Farge F., Olson W.G., Rico A.G., 1997b. Clinical enzymology in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*) Part I. Enzyme activities and distributions of AST, ALT, GGT, AP and LDH in liver, kidney, muscle, myocardium and blood. J. Camel Pract. Res., 4, 19-23.
- Bostedt H., Schramel P., 1990. The importance of selenium in the prenatal and postnatal development of calves and lambs. Biol. Trace Elem. Res., 24, 163-171.
- Daniels L.A., 1996. Selenium metabolism and bioavailability. Biol. Trace Elem. res., 54, 185-199.
- Faye B. and Bengoumi M., 1994. Trace-element status in camels. A review. Biol. trace Element Res, 41, 1-11.
- Faye B. and Bengoumi M., 1997. Données nouvelles sur le métabolisme des principaux éléments-traces chez le dromadaire. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 50, 47-53.
- Ganther H.E., Hafeman D.G., Lawrence R.A., Serfass R.E., Hoekstra W.G., 1976. Selenium and Glutathione peroxidase in health and disease - A review. In: A.S. Prasad (Ed.), Trace Elements in human health and disease. Academic Press, New York, 165-234.
- Hamliri A., Khallaayoune K., Johnson D.W., Kessabi M., 1990a. The relationship between the concentration of selenium in the blood and the activity of glutathione peroxidase in the erythrocytes of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). Vet. Res. Comm., 14, 27-30.
- Hamliri A., Olson W.G., Johnson D.W., Kessabi M., 1990b. Evaluation of biochemical evidence of congenital nutritional myopathy in the two-week prepartum fetuses from selenium-deficient ewes. J. Am. Vet. Med. Assoc., 51, 1112-1115.
- Liu Z.P., Ma Z., Zhang Y.J., 1994. Studies on the relationship between sway disease of bactrian camels and copper status in Gansu Province. Vet. Res. Comm., 18, 251-260.

- Ma Z., 1995. Studies on sway disease of chinese bactrian camels. Epidemiological and aetiological aspects. Report of International Foundation for Science Project, Stockholm, Sweden, 17 p.
- Yagil R., 1985. The desert camel: comparative physiological adaptation. Ed. Karger. Basel, Switzerland, 163 p.

Calendrier

Année 1 : Revue bibliographique – Mise en place des essais terrain.

Année 2 : Travaux de laboratoire – Analyse des données.

Année 3 : Rédaction des articles et de la thèse.

Mots clés

Camélidés – Adaptation - Métabolisme - Sous-nutrition - Sélénium

Priorité thématique

Biodiversité, mécanismes de l'évolution

Ecologie des populations

Ce travail s'inscrit dans une thématique générale sur l'adaptabilité métabolique des espèces domestiques tropicales aux écosystèmes tropicaux. Cette thématique est l'un des axes centraux du programme Production animale.