

L'élevage des grands camélidés : vers un changement de paradigme

FAYE B.

CIRAD-ES, campus international de Baillarguet TA C / dir B, 34398 Montpellier Cedex

RESUME- L'élevage des grands camélidés demeure marginal : 0,4 % du cheptel mondial des herbivores, 0,2 % du lait et 0,4 % de la viande produits en 2007. Pourtant son rôle social, économique, écologique dans les zones désertiques et semi désertiques est largement sous-estimé. Le changement de paradigme avec les évolutions en cours se résume en trois points majeurs : 1) espèce représentant un modèle biologique, soit pour ses capacités exceptionnelles, soit pour ses propriétés physiologiques, biochimiques, immunologiques pouvant être utiles à l'homme ; 2) espèce aux vertus zootechniques subissant une intensification de ses productions ainsi qu'une diversification croissante de ses usages ; 3) élément des écosystèmes arides ou semi arides associé à l'agriculture pluviale, valorisateur des espaces marginaux, atout de la durabilité économique et écologique des régions faiblement productives, notamment face aux changements climatiques. Ces points sont illustrés d'exemples de recherches, celles-ci se structurant autour d'une communauté scientifique en quête de reconnaissance internationale.

Large camelid breeding: towards a paradigm modification

FAYE B. (1)

(1) CIRAD-ES, Campus International de Baillarguet TA C/dir B, 34398 Montpellier Cedex

SUMMARY

Large camelid breeding is quite marginal: 0.4% of the world population of herbivores, 0.2% of milk and 0.4% of meat produced in 2007. Nevertheless, its social, economical, ecological roles in desertic and semi-desertic areas are widely underestimated. Paradigm modification under the current developments could be summarised into 3 main points : (1) species representing a biological model, for its exceptional abilities, or for its physiological, biochemical, immunological particularities potentially useful for human (2) species with zootechnical virtues undergoing an intensification of its productions as well as an increasing diversification of its uses ; (3) elements of the arid or semi-arid ecosystems associated with rainy agriculture valorising margin spaces, assets of economical and ecological sustainability of regions with a low productivity, notably faced with climatic changes. These points are illustrated by research examples, structuring a scientific community looking for international acknowledgement.

INTRODUCTION

L'élevage des grands camélidés demeure marginal à l'échelle de la planète : 0,4 % du cheptel mondial des herbivores, 1,4 % de la biomasse herbivores domestiques (BHD), 0,2 % du lait et 0,4 % de la viande produits à l'échelle mondiale en 2007. Pourtant leur rôle social, économique, écologique dans les zones désertiques et semi désertiques est largement sous-estimé. Animaux hyper adaptés aux milieux arides, le dromadaire et le chameau de Bactriane gardent l'image passéiste d'espèces vouées aux activités de transport des hommes et des marchandises. Cependant, de sévères épisodes de sécheresse dans une période récente au cœur des zones traditionnelles d'élevage camélin, les processus de désertification en plusieurs lieux de la planète au-delà des zones classiquement à vocation caméline et les conflits politiques avec les populations nomades en de nombreux pays (Maroc, Mali, Niger, Tchad, Soudan, Somalie) ont provoqué un intérêt grandissant de la communauté scientifique, des politiques et des agences de développement pour ces espèces.

Cet intérêt renouvelé se concrétise sur le plan de la recherche par un notoire changement de paradigme, ces espèces devenant non seulement des animaux aux vertus zootechniques, mais aussi des modèles biologiques et un paramètre central des écosystèmes désertiques soumis comme tous les autres aux contraintes des changements climatiques. C'est à l'aune de ces trois points qu'il convient de réfléchir aujourd'hui la place des grands camélidés dans les systèmes d'élevage ainsi que la quête d'une connaissance renouvelée de ces animaux, parmi les quelques espèces domestiques associées à un écosystème spécifique. Le présent texte se focalise principalement sur le dromadaire.

1. UN MODELE BIOLOGIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE

L'adaptation du dromadaire aux conditions désertiques se concrétise par un ensemble de dispositifs anatomique, physiologique, comportemental qui, pris isolément, n'attribuent somme toute qu'un faible avantage comparatif, mais qui, considérés ensemble, donnent sens à la légendaire réputation de l'animal. Les mécanismes de résistance à la sécheresse (Wilson, 1989), à la soif (Schmidt-Nielsen *et al.*, 1959 ; Bengoumi et Faye, 2002), à la chaleur, à la sous-nutrition protéique, énergétique (Bengoumi *et al.*, 2005) ou minérale (Faye *et al.*, 2006), ont été assez largement documentés dans la littérature scientifique. Mais au-delà de ces mécanismes adaptatifs, les grands camélidés ont révélé certaines particularités interrogeant les biologistes car elles peuvent ouvrir des perspectives tant sur le plan des recherches biomédicales que sur le plan industriel. On en retiendra ici deux exemples récents qui ont contribué au renouveau des recherches sur l'espèce : 1) les particularités structurales des immunoglobulines et 2) les propriétés bioactives de la lactoferrine caméline.

1.1. DES IMMUNOGLOBULINES POUR LA SCIENCE

Une des voies thérapeutiques de certaines tumeurs chez l'homme est l'utilisation d'anticorps recombinants dits de « seconde génération » : 1) anticorps humanisés, comme l'Herceptine, utilisée en association avec la chimiothérapie dans certains carcinomes du sein, 2) anticorps chimériques, comme le Rituximab, utilisé dans le traitement de lymphomes B folliculaires. Dans le cadre de la recherche d'anticorps candidats pour générer des formats d'anticorps pour l'immunothérapie et disposer notamment d'anticorps multi spécifiques, les immunoglobulines des camélidés

s'avèrent particulièrement intéressants car dépourvus de chaîne légère (Hamers-Casterman *et al.*, 1993). Des domaines variables d'anticorps simple à chaîne lourde de camélidés, reconnaissant spécifiquement un type d'antigènes, ont été sélectionnés à partir d'animaux immunisés et ont permis de concevoir divers formats d'anticorps chimérisés ou humanisés. Cette découverte ouvre la voie à des applications immuno-thérapeutiques et immuno-diagnostiques de première importance pour la lutte contre certains cancers et contribuent ainsi à s'intéresser aux camélidés comme modèle biologique dans les recherches biomédicales.

1.2. BIO-ACTIVITES DE LA LACTOFERRINE CAMELINE

Parmi les molécules pouvant étayer les hypothèses de propriétés médicinales et thérapeutiques du lait de chamelle (Konuspayeva *et al.*, 2004), la lactoferrine (Lf) s'avère particulièrement prometteuse. En effet, une étude récente a montré que, parmi toutes les Lf spécifiques, la Lf caméline possède l'activité antibactérienne la plus forte (Conesa *et al.*, 2008). D'autres types d'activités (antivirales, antifongiques, anti-inflammatoires, immunostimulantes) ont été relevés et l'intérêt pour la Lf caméline s'avère d'autant plus grandissant qu'elle se présente en plus grande quantité dans le lait de chamelle que la Lf bovine dans le lait de vache (Konuspayeva *et al.*, 2007) et est thermorésistante (El-Agamy, 2000). De plus, ses dérivés polypeptidiques, issus des processus de fermentation naturelle, pourraient montrer des propriétés immunostimulantes et immunoadjuvantes d'intérêt biomédical. Des travaux sont en cours pour tester la bioactivité de la Lf caméline dans des systèmes complexes (lait de vache, produits cosmétiques). Il s'agit d'obtenir des formes « encapsulées » (Acosta, 2009) de la Lf (notamment dans des micelles de caséines comme transporteur), afin de bénéficier de sa bioactivité dans l'alimentation humaine autre que le lait de chamelle, peu accessible à une majorité de consommateurs.

2. LES VERTUS ZOOTECHNIQUES DU

« VAISSEAU DU DESERT »

Il est emblématique de voir combien le grand public s'étonne à l'idée que les grands camélidés puissent être autre chose que des animaux de selle ou de bât, qu'ils sont également pourvoyeurs de lait, de viande, de laine ou de performances sportives, même si à l'aune de la production animale mondiale, ces productions demeurent modestes. Pour autant, il faut souligner l'importance de la productivité zootechnique de cette espèce au regard du contexte des ressources nécessaires pour l'assurer. On en présentera ici deux des principaux aspects : la production laitière et la production de viande

2.1. LA PRODUCTION LAITIÈRE CAMELINE

Celle-ci présente un double enjeu de développement local et de recherche. La production mondiale de lait de chamelle est de l'ordre de 5,4 millions de tonnes (Faye, 2004), mais la majeure partie de cette production est autoconsommée par des populations vivant au sein de régions éloignées de tout bassin de consommation. Toutefois, la croissance urbaine dans les régions désertiques, induisant des changements de comportement alimentaire et économique des consommateurs citadins, a accéléré la marchandisation d'un produit traditionnellement voué au don. Simultanément se sont donc développées des mini laiteries dans les villes des régions désertiques (Mauritanie, Niger, Kenya, Algérie, Maroc, Emirats Arabes Unis, Arabie

Saoudite, ...) et un élevage laitier camelin périurbain pour satisfaire la demande locale. D'un mode classiquement hyper extensif, l'élevage camelin a subi une radicale évolution vers l'intensification se traduisant par des changements fondamentaux dans la gestion des unités de production : diffusion de l'insémination artificielle, voire du transfert d'embryon, réduction de l'intervalle entre mise bas, alimentation hors-sol, rations riches en concentrés, traite mécanique, sevrage précoce, accélération du taux de réforme, sélection des meilleures laitières. Les conséquences d'une telle évolution sont loin d'être anodines pour la recherche :

- Espèce à cycle reproductif lent (maturité tardive, gestation de treize mois, intervalle entre mises bas de deux ans), l'amélioration des performances par le développement des biotechnologies de la reproduction et son adaptation à une espèce peu prolifique est en enjeu essentiel pour les physiologistes et les zootechniciens cherchant à intensifier le cycle de reproduction. Citons notamment les travaux visant à améliorer le faible taux de survie des spermatozoïdes dans les paillettes congelées, principale contrainte au développement de l'IA dans cette espèce (Deen *et al.*, 2004).
- Herbivore à la physiologie digestive adaptée aux fourrages pauvres et au recyclage de l'urée, l'accès à une alimentation plus riche en énergie rapidement fermentescibles et en protéines de haute qualité induit des risques de troubles alimentaires accrus et nécessite un approfondissement des recherches sur les besoins nutritionnels et les déséquilibres alimentaires qui s'avèrent très différents des bovins (Jouany, 2000).
- Animal laitier à faible production citernale (moins de 20 %), son adaptation à la traite mécanique nécessite une préstimulation appropriée s'appuyant parfois sur l'injection d'ocytocine (Ayadi *et al.*, 2009)
- Espèce ayant subi une faible pression de sélection, elle manifeste néanmoins un potentiel laitier non négligeable mis à profit dans le contexte de changement des systèmes de production laitier.

Les résultats sur la productivité laitière ont été probants puisque si les productions moyennes se situent autour de 2500 litres par an (la lactation chez la chamelle dure de 12 à 18 mois), des rendements atteignant 9000 litres sont décrits pour des races sélectionnées, comme, par exemple, la race *Al-Majaheem* en Arabie Saoudite (Faye, 2004). Des fermes laitières modèles, sur des bases « modernes », se sont ainsi mises en place dans les pays pétroliers (robot de traite, alimentation raisonnée, gestion intensive de la reproduction, sélection des meilleures laitières).

Des recherches sont en cours pour identifier des biomarqueurs (gènes candidats) de la production laitière chez la chamelle. Il s'agit d'analyser les profils de gènes d'expression au cours de la lactation et du développement mammaire afin d'évaluer le potentiel laitier des animaux et d'accélérer la sélection. De tels projets, basés sur une approche transcriptomique, se mettent en place, notamment dans les pays du Golfe, sur la base des travaux réalisés dans d'autres espèces (Sumner et McNamara, 2007).

2.2. L'EMBOUCHE CAMELINE

La consommation de viande caméline est fortement concentrée dans les régions de tradition bédouine ou nomade, mais est surtout le fait des populations urbanisées. Dans les zones rurales, l'autoconsommation familiale par abattage est peu usuelle du fait de la taille importante de l'animal qui nécessite une assemblée importante de

consommateurs. De ce fait, l'utilisation de la viande caméline est limitée aux événements festifs rassemblant un grand nombre de participants. En effet, dans les systèmes traditionnels d'élevage, la viande est plutôt considérée comme un sous-produit de qualité d'autant plus médiocre qu'il provient d'animaux de réforme donnant une viande dure, de texture grossière, insipide. Pourtant, les recherches récentes comparant la viande de bœuf à celle du dromadaire dans les mêmes conditions d'âge suggèrent nettement un avantage comparatif à cette dernière du fait de sa faible teneur en matières grasses (concentrées dans la bosse), de sa faiblesse relative en cholestérol et acides gras saturés, de sa richesse aussi en acides aminés essentiels, de sa richesse en éléments traces tels que le fer, le zinc (Herrmann et Fisher, 2004) ou le sélénium (Seboussi *et al.*, 2009) pour une composition globale comparable à celle du bœuf (Kadim *et al.*, 2008).

La demande urbaine en viande de dromadaire a tendance à augmenter sous l'effet de plusieurs facteurs : 1) la certitude de consommer une viande « saine » (issue de l'élevage extensif, animaux nourris sur parcours naturels, viande réputée pauvre en cholestérol, peu de résidus médicamenteux, ...), 2) un différentiel de prix souvent favorable à la viande caméline, 3) les crises alimentaires affectant la viande de bœuf (par exemple l'épisode de la « vache folle ») qui ont précipité le report des consommateurs vers la viande caméline. A noter que du point de vue du commerce international, il existe une tradition d'embouche caméline à visée exportatrice, notamment depuis les pays de la Corne de l'Afrique vers les pays du Golfe, commerce en grande partie informel (Alary et Faye, 2009), mais de grande importance économique pour certains pays comme la Somalie ou le Soudan.

Dans cette filière aussi, de nouvelles tendances se dessinent donc autour de plusieurs aspects :

- Espèce à croissance lente, une accélération est recherchée par des méthodes d'élevage plus intensives conduisant à la mise en place de feed-lots dans les zones oasiennes (par exemple en Tunisie),
- La connaissance des caractéristiques qualitatives de la viande de dromadaire reste embryonnaire bien qu'un engouement récent pour ces travaux de recherche soit observé (Kadim *et al.*, 2008).
- Les procédés de transformation de la viande se multiplient afin de proposer aux consommateurs, des produits plus « attractifs » répondant à certains critères de modernité (préparation des camelburger par exemple – Ulmer *et al.*, 2004). Ces évolutions vont de pair avec l'apparition de la viande de dromadaire dans les linéaires des supermarchés.
- La normalisation des règles d'abattage et de découpe de la viande, des techniques d'inspection en abattoir, de classification des carcasses sont autant d'éléments en plein développement dans les pays consommateurs où la clientèle urbaine recherche des critères de qualité comparables à ce que l'on trouve dans les viandes d'autres espèces.

Ces évolutions ont un effet notable sur la filière au niveau international. Une réglementation du commerce régional, notamment autour de la Mer Rouge, se met ainsi en place sous l'égide des organismes d'accréditation afin de disposer d'une meilleure adéquation entre l'offre et la demande d'autant plus urgente que des barrières sanitaires (fièvre de la vallée du Rift) perturbent gravement les circuits

traditionnels (Pinauldt, 2009). Conséquemment, l'élaboration des normes sanitaires (liste officielle des maladies, liste des techniques de référence pour les analyses de laboratoire) est en cours par l'office international des épizooties (OIE), à Paris.

2.3. LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS

Au-delà des productions de lait et viande, le dromadaire est considéré comme l'archétype même de l'animal multi usages. Si sa condition d'animal de bât ou de selle lui reste attachée dans l'imagerie traditionnelle, il est notable que son usage comme animal producteur de laine ou comme animal de course est moins connue.

Si la qualité de la laine de dromadaire est médiocre, en revanche celle du chameau de Bactriane a conquis une notoriété incontestable depuis les travaux de sélection des races lainières et l'amélioration des techniques de transformation. La Mongolie exporte désormais des produits finis de type cachemire de grande qualité (Indra *et al.*, 2003). On peut rappeler également que la laine d'alpaca et de vigognes (petits camélidés andins) est un des rares produits « camélins » intégrant le marché international.

L'utilisation du dromadaire à des fins de performance sportive est un fait culturel essentiel des pays du Golfe. Cette activité a généré de nombreux travaux sur la physiologie de l'effort, la sélection génétique des « champions », l'alimentation sportive et les biotechnologies de la reproduction (Saltin et Rose, 1994).

3. LA PLACE DES GRANDS CAMELIDES DANS LES ECOSYSTEMES DESERTIQUES

L'éremologie (la science des déserts selon Monod, 1992) a évolué avec les implications internationales liées au processus de désertification dans le monde. Les zones arides sont désormais prises en compte en tant qu'écosystèmes complexes incluant deux types de ressources, des ressources pauvres mais pérennes et des ressources abondantes mais transitoires en cas de pluie. Les stratégies d'utilisation des zones arides par les animaux tels que le dromadaire s'inscrivent dans cette situation ambivalente marquée par l'élasticité et la flexibilité du comportement

3.1. LE DROMADAIRE, UN ELEMENT DE LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION

Selon certains, le dromadaire contribue significativement à la lutte contre la désertification par son comportement physiologique et alimentaire (Stiles, 1988). Ce dernier contribuerait à une utilisation rationnelle des ressources naturelles : plus grande variabilité des plantes consommées (Rutagwenda *et al.*, 1990), ration plus riche en arbres fourragers, pâturage ambulatoire, utilisation plus grande des espaces autour des points d'eau du fait des délais d'abreuvement. A cela s'ajoute une anatomie podale peu agressive pour le milieu limitant l'effet du piétinement (Arnautovic, 1997).

3.2. PRODUCTIVITE ET VALORISATION DES ZONES DESERTIQUES : LA PLUS-VALUE DES GRANDS CAMELIDES

Le dromadaire est l'une des rares espèces domestiques à valoriser, par son élevage, des écosystèmes désertiques. Ainsi, il a été montré au Niger que le bassin laitier d'Agadez pouvait fournir huit tonnes de lait de chamelle commercialisable par jour (Chaibou et Faye, 2006). Les évolutions actuelles montrent également que, par la diversification des usages notamment agricoles (labour, hersage, semis), le dromadaire contribue aussi de plus en

plus au maintien d'une activité rurale dans les zones arides à agriculture pluviale (Pacholek *et al.*, 2000). Plus globalement, le dromadaire est un élément essentiel de l'équilibre entre les ressources naturelles, la productivité agricole et le maintien d'une vie rurale dans les marges désertiques de la planète. Il est remarquable atout de l'écologie pastorale de par son comportement alimentaire. Son utilisation multi usage (Hjort af Hornas et Ali Hussein, 1993) est la garantie d'une valorisation non industrielle des régions désertiques. La commercialisation des produits (lait, laine) sur les marchés locaux ou régionaux sait s'appuyer sur l'image « naturelle » du désert. Dans certains cas, de véritables produits de « terroir » peuvent être proposés, contribuant à la valorisation identitaire de l'activité d'élevage, comme par exemple le lait fermenté (*shubat*) d'Asie Centrale (Konuspayeva *et al.*, 2004). Enfin, avec le renchérissement du prix des carburants, son utilisation comme animal de traction redevient à la mode dans des pays comme l'Inde.

3.3. LES SYSTEMES D'ELEVAGE CAMELIN FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES.

Le dromadaire, espèce adaptée aux régions arides et aux fourrages pauvres, continue de suivre l'aridification des milieux comme il l'a fait lors de sa pénétration saharienne au début de l'ère chrétienne. Il s'en suit une augmentation de son aire de répartition en termes géographiques mais aussi sociaux, son usage dépassant les ethnies traditionnellement chamélières. Les modifications de son utilisation soulignées plus haut, l'obligent à une confrontation à des milieux plus contrastés (milieu agricole) et plus instables sur le plan climatique semblant favoriser l'émergence de nouvelles pathologies dont l'élucidation demeure complexe et dont les conséquences se traduisent souvent par une surmortalité en grande partie inexpliquée (Roger *et al.*, 2000).

CONCLUSION

L'élevage des grands camélidés subit actuellement une mutation liée à trois tendances majeures : la course à l'innovation biomédicale qui incite à chercher sans cesse de nouvelles biomolécules pour lesquelles les grands camélidés sont des pourvoyeurs potentiels, la globalisation de l'économie qui pousse à l'intégration marchande des productions camélines, les changements climatiques qui resituent les grands camélidés dans la dynamique de leurs écosystèmes. Ces mutations contribuent à restructurer la communauté des camélologues au sein d'une société savante (ISOCARD) qui vise à donner à la recherche sur les camélidés, une authentique reconnaissance à la hauteur des grands enjeux auxquels cette espèce est appelée à répondre.

- Acosta, E.** 2009. *Current opinion in colloid and interface Sci.*, 14, 3-15
- Alary, V., Faye, B.**, 2009. *Proc. of the 2nd conference of ISOCARD, 12-14 march 2009, Djerba (Tunisia)*
- Arnautovic, I.**, 1997. *J. Camel Pract. Res.*, 4 (2), 287-293
- Ayadi, M., Hammadi M., Khorchani, T., Barmat, A., Atigui, M., Caja, G.**, 2009. *J. Dairy Sci.*, 92, 1452-1459
- Bengoumi, M., Faye, B.**, 2002. *Revue Sécheresse*, 13, 121-129
- Bengoumi, M., Tabarani, A., Sghir, i A., Faulconnier, Y., Faye, B., Chilliard, Y.**, 2005. *Animal Res.*, 54, 383-393
- Chaibou, M., Faye B.**, 2006. *Revue Africaine de Santé et Productions Animales (RASPA)*, 4, 9-13
- Conesa, C., Sanchez, L., Rota, C., Pérez, M.D., Calvo, M., Farnaud, S., Ewans, R.W.**, 2008. *Comp. Biochem. & Physiol., Part B.*, 150, 131-139
- Deen, A., Vyas, S., Jain, M., Sahani, M.S.**, 2004. *Israel J. Vet. Med.*, 2004, 59, 24-27
- El-Agamy, E.I.**, 2000. *Food Chemistry*, 68, 227-232
- Faye, B.**, 2004. *Proc. of the 34th meeting FAO/ICAR (International Committee for Animal Recording). Session on camelids. 28 mai-3 juin 2004, Sousse (Tunisie)*
- Faye, B., Bengoumi, M., Seboussi, R.**, 2006. *Proc. Of Int. Scientific Conf. on camels (Part 4), Qassim Univ. (Publ.)*, 10-12 May 2006, Saudi Arabia, 1593-1615
- Jouany, J.P.**, 2000. *INRA Prod. Anim.*, 13, 165-176
- Hamers-Casterman, C., Atarhouch, T., Muyldermans, S., Robinson, G., Hamers, C., Songa, E.B., Bendahman, N., Hamers, R.**, 1993. *Nature*, 363, 446-448
- Herman, K., Fisher, A.**, 2004. *In: Milk and meat from the camel (Farah Z. and Fisher A., Eds), ETH publ., Zurich (Switzerland), pp. 132-136*
- Hjört af Ornäs, A., Ali Hussein, M.**, 1993. *In: The multi-purpose camel : interdisciplinary studies on pastoral production in Somalia, EPOS, Hjort af Ornäs (Ed.), Uppsala University, Sweden, 31-42*
- Indra, R., Magatch, A., Batsour, L.**, 2003. *Le chameau mongol, Université d'Oulan-Bator publ.*, 235 p.
- Jouany, J.P.**, 2000. *INRA Prod. Anim.*, 13, 165-176
- Kadim, I.T., Mahgoub, O., Purchas, R.W.**, 2008. *Meat Sci.*, 80, 555-569
- Konuspayeva, G., Loiseau, G., Faye, B.**, 2004. *3R*, 11, 47-50.
- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G. and Levieux, D.**, 2007. *J. Dairy Sci.*, 90, 38-46.
- Monod, T.**, 1992. *Sécheresse*, 1(3), 7-24
- Pacholek, X., Vias, G., Faye, B., Faugère, O.**, 2000. *Elevage camelin au Niger : référentiel zootechnique et sanitaire. Publ. Coopération Française, Niamey, Niger.* 93 p
- Pinault, G.**, 2009. *EchoGéo*, 8, 1-13
- Roger, F., Diallo, A., Yigezu, L.M., Hurard, C., Libeau, G., Mebratu, G.Y., Faye, B.**, 2000. *J. Camel Pract. Res.* (7)2, 163-166
- Rutagwenda, T., Lechner-Doll, M., Schwartz, H.J., Schultka, W., Von Engelhardt, W.**, 1990. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 35, 179-192
- Seboussi, R., Faye, B., Askar M., Hassan, K., Alhadrami, G.**, 2009. *Biol. Trace Elem. Res.*, 128, 45-57
- Saltin, B., Rose, R.J.**, 1994. *Acta Physiol. Scand., suppl.* 617, 95 p.
- Schmidt-Nielsen, K.**, 1959. *Sci. Am.*, 200, 140-151
- Stiles, N.** 1988. *La recherche n°201*, 948-952
- Sumner, J. M., McNamara, J. P.**, 2007. *J. Dairy Sci.* 90, 5237-5246
- Ulmer, K., Herman, K., Fisher, A.**, 2004. *In: Milk and meat from the camel (Farah Z. and Fisher A., Eds), ETH publ., Zurich (Switzerland), pp. 137-225*
- Wilson, R. T.**, 1989. *Ecophysiology of the camelidae and desert ruminants. Springer Verlag, Berlin.*