

Concentration sérique du calcium, phosphore, magnésium, fer, sodium, potassium, chlore et protéine totale chez les dromadaires élevés en zones sahélienne et subhumide du Mali

Total Serum Concentration of Calcium, Phosphorus, Magnesium, Iron, Sodium, Potassium, Chlorine and Protein in Dromedaries Raised in the Sahelian and Sub-humid Zones of Mali

Ouologuem Bara¹, Moussa Mohomodou¹, Traoré Fatoumata², Tangara Moussa³

¹Station de Recherche Agronomique de Sotuba, BP 262

²Société de Distribution de Matériel Avicole (SEDIMA) - BP 1616, Bamako, Mali

³Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Annexe de Bamako, Mali

*Auteur pour la correspondance : ouologuembara@yahoo.fr

Résumé

L'absence de données sur les normes de concentrations sériques des minéraux et des protéines constitue une contrainte pour l'amélioration de la santé et de la productivité des dromadaires. Dans l'objectif de contribuer à combler cette lacune, des échantillons de sang ont été pris sur des dromadaires cliniquement sains, élevés en zones sahélienne (500 - 600 mm de pluies/an) et subhumide (800 - 1100 mm de pluies/an) pour déterminer les concentrations sériques des protéines totales et des minéraux suivants: calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg), potassium (K), sodium (Na), chlore (Cl) et fer (Fe) par les méthodes colorimétriques sur automates de biologie. Les teneurs sériques de la protéine totale, du calcium, du sodium et du fer n'ont pas été influencées par le site. En effet, elles ont été pour la protéine totale de $56,4 \pm 2,0$ g/l à Niono et $53,6 \pm 2,7$ g/l à Sotuba, pour le calcium de $2,75 \pm 0,08$ mmol/l à Niono et $2,55 \pm 0,07$ mmol/l à Sotuba et pour le sodium de $1,33 \pm 5,09$ mmol/l à Niono et $119,0 \pm 16,2$ mmol/l à Sotuba et le fer de $15,4 \pm 1,84$ μ mol/l à Niono et $9,07 \pm 1,21$ μ mol/l à Sotuba. Par contre, les concentrations de phosphore, de potassium et de chlore ont été plus élevées à Niono que sur le site de Sotuba. Elles étaient de $5,53 \pm 0,28$ mmol/l à Niono et $2,49 \pm 0,51$ mmol à Sotuba de pour P, de $3,76 \pm 0,13$ mmol/l à Niono et $2,64 \pm 0,10$ mmol/l à Sotuba pour le K, et $132,64 \pm 2,77$ mmol/l à Niono et $116,27 \pm$

4,99 mmol/l à Sotuba pour Cl. La teneur des protéines, du Ca, du Na, du Cl et du Fe n'étaient pas significativement différentes entre les femelles ($56,7 \pm 2,0$ mmol/l) et les mâles ($53,9 \pm 2,9$ mmol). Mais, celle du phosphore était plus élevée chez les mâles ($5,00 \pm 0,53$ mmol/l) que chez les femelles ($4,39 \pm 0,40$). La même tendance a été observée pour le K ($3,75 \pm 0,18$ mmol/l) pour les mâles et ($3,26 \pm 0,150$ mmol/l) chez les femelles à l'opposé du Mg dont les concentrations étaient de $0,67 \pm 0,043$ pour les femelles et $0,55 \pm 0,05$ mmol/l pour les mâles. En ce qui concerne la teneur en protéine totale, une différence significative a été observée ($P = 0,008$) entre les adultes ($58,9 \pm 1,7$ g/l) et les jeunes ($47,8 \pm 3,2$ g/l). Un pareil constat ($P = 0,001$) a été fait pour la teneur en phosphore chez les jeunes ($4,66 \pm 0,74$ mmol/l) et chez les mâles adultes ($4,59 \pm 0,74$ mmol/l). Les concentrations des autres minéraux n'étaient pas significativement différentes entre les deux catégories. La connaissance de ces valeurs, contribuera à une meilleure prise en charge de la santé des dromadaires et facilitera l'organisation de leur alimentation.

Mots-clés : dromadaires, protéines, minéraux sériques, zones sahélienne, subhumide, Mali.

Abstract

The lack of data on the serum concentration standards of minerals and proteins is a constraint for the improvement of the health and productivity of dromedaries. In order to help fill this gap, blood samples were taken from clinically healthy dromedaries in Sahelian zone (500-600 mm of rain/year) and sub-humid (800-1100 mm of rain/year) to determine the serum concentrations of the total protein and following minerals: calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), chlorine (Cl) and iron (Fe) using colorimetric methods on automated biology machines. Serum contents of total protein, calcium, sodium and iron did not vary according to the site. Indeed, they amounted to 56.4 ± 2.0 g/l in Niono and 53.6 ± 2.7 g/l in Sotuba for total protein; 2.75 ± 0.08 mmol/l in Niono and 2.55 ± 0.07 mmol/l in Sotuba for calcium; 1.33 ± 5.09 mmol/l in Niono and 119.0 ± 16.2 mmol/l in Sotuba for sodium; and 15.4 ± 1.84 μ mol/l in Niono and 9.07 ± 1.21 μ mol/l in Sotuba for iron. On the other hand, concentrations of phosphorus (P), potassium (K) and chlorine (Cl) were higher in Niono than in Sotuba. They stood at 5.53 ± 0.28 mmol/l in Niono and 2.49 ± 0.51 mmol in Sotuba for P; 3.76 ± 0.13 mmol/l in Niono and 2.64 ± 0.10 mmol/l in Sotuba for K; and 132.64 ± 2.77 mmol/l in Niono and 116.27 ± 4.99 mmol/l in Sotuba for Cl. The protein, Ca, Na, Cl and Fe contents did not vary significantly between female dromedaries (56.7 ± 2.0 mmol/l) and male ones (53.9 ± 2.9 mmol). On the other hand, P content was higher among males (5.00 ± 0.53 mmol/l) than it was among females (4.39 ± 0.40). The same trend was observed for K (3.75 ± 0.18 mmol/l among males and 3.26 ± 0.150 mmol/l among females), unlike Mg which concentrations amounted to 0.67 ± 0.043 for females and 0.55 ± 0.05 mmol/l for males. In terms of total protein content, a significant difference ($P = 0.008$) was observed between adult (58.9 ± 1.7 g/l) and young (47.8 ± 3.2 g/l) dromedaries. A similar difference ($P = 0.001$) was observed for phosphorus content, with 4.66 ± 0.74 mmol/l among young dromedaries, compared with 4.66 ± 0.74 mmol/l among adult ones. Concentrations of other minerals were not significantly different between the two categories. Awareness of these values will contribute to improve the management of dromedary health and facilitate the planning of their feeding.

Key words: dromedaries, proteins, serum minerals, Sahelian, sub-humid zones, Mali.

Introduction

Des études récentes sur les particularités du métabolisme des minéraux chez le dromadaire ont montré qu'il se distingue des autres espèces par une adaptabilité remarquable à la sous-nutrition minérale (Faye et Bengoumi, 2000). Cependant, face à des expositions prolongées à cette sous-nutrition, le dromadaire pourrait souffrir de carences en éléments minéraux essentiels (El Khasmi et Faye, 2011). La concentration des métabolites sanguins est sensible aux changements saisonniers dans l'apport de nutriments surtout dans les périodes de pénurie. Par conséquent, elle pourrait être utilisée comme indicateur de l'état nutritionnel des dromadaires (Alia SA Amin *et al.*, 2007). Les informations sur la concentration sérique des minéraux et des protéines des dromadaires n'étant pas disponibles au Mali, la présente étude a été exécutée pour contribuer à combler cette lacune. Elle a été menée à la station de Sotuba et au ranch de Niono pour évaluer l'état nutritionnel des dromadaires.

Matériel et méthodes

Présentation des sites

L'étude a été menée à la Station de Recherche Agronomique (SRA) de Sotuba et celle de Niono. La station de Sotuba, située en zone subhumide, a une pluviosité comprise entre 800 et 1100 mm. Le parcours est dominé par les herbacées *Pennisetum pedicellatum*, *Andropogon pseudapricus* et les ligneux *Dichrostachys glomerata* et *Ziziphus mauritiana*.

Dans la station de Niono, l'étude a été menée au ranch situé à 12 km à l'est de celle-ci. Le pâturage du ranch est dominé par les herbacées *Shoenofeldia gracilis*, *Zornia glochidiata*, *Bracharia* sp et les ligneux *Guiera senegalensis* et *Pterocarpus lucens* sur sol limoneux, tandis que sur sol sableux poussent *Senegalia senegal* et *Balanites aegyptiaca*.

Matériel

Le matériel animal était composé de 53 têtes dont 38 adultes et 15 jeunes. L'âge des adultes variait entre 5 et 10 ans, tandis que celui des jeunes oscillait entre 4 et 18 mois.

Méthodes

Le prélèvement de sang a été effectué sur tous les dromadaires des deux sexes et de toutes les catégories (Photos 1A et 1B) par ponction de la veine jugulaire (Photo 2) le matin avant le départ au pâturage sans dispositif expérimental spécifique. Tous les animaux adultes et jeunes partaient au pâturage le matin et en revenaient le soir. Les

chamelons au pis restaient dans le parc et en plus du lait recevaient le même aliment concentré que tous les autres animaux. Ce concentré était composé de sons de blé, de tourteau de coton et de maïs grain. Les quantités distribuées variaient entre 3 kg et 3,5 kg par tête et par jour pour les adultes et 1 kg pour les jeunes. Le sang est prélevé à l'aide de tubes vacutainer sans anticoagulant munis d'aiguilles avec un adaptateur, portant le numéro de l'animal. Il a été conservé dans la glace au cours du transport. Ensuite, les échantillons prélevés ont été centrifugés à 1 600 tours/min., pendant 10 minutes. Les sérums ainsi recueillis ont été prélevés à l'aide d'une pipette munie d'un embout et transvasés dans des cryotubes, puis conservés à 4°C dans le réfrigérateur jusqu'au jour de l'analyse (Photo 3).

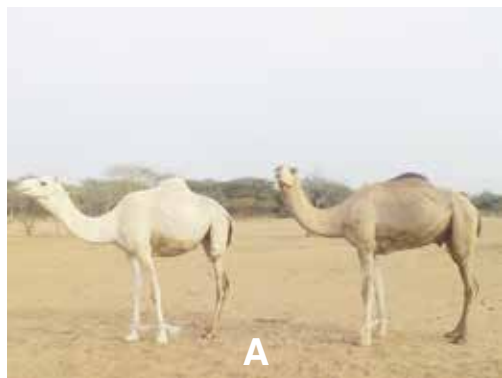


Photo 1 : Dromadaire femelle, mâle et chamelons pour le prélèvement de sang



Photo 2 : Prise de sang dans la veine jugulaire



Photo 3 : Formation du personnel sur les techniques d'analyses du sang

Les analyses ont été effectuées dans le laboratoire de biochimie de l'École Nationale d'Élevage en Santé Animale (ENESA) du Burkina Faso (Ouagadougou). Les paramètres analysés ont été la protéine totale et les minéraux suivants : Ca, P, Mg, K, Na, Cl et Fe. Les dosages ont été faits par les méthodes colorimétriques sur automates de biologie (Thermo Scientifique, Genesys 105Vis Spectrophotomètre d'Absorption) en utilisant un protocole spécifique pour chaque paramètre.

Les données ont été analysées par la méthode de statistique descriptive et l'analyse de variance en prenant comme facteurs la zone écologique, le sexe, la catégorie et l'âge chez les jeunes. Les interactions entre les facteurs de variation ont été prises en compte dans les modèles statistiques. Enfin, une analyse de corrélation entre les éléments a été faite.

Résultats

Teneur en minéraux et protéine totale en fonction du site

Les teneurs sériques de la protéine totale, de calcium, de sodium et de fer n'ont pas été influencées par le site (Tableau 1). Par contre, les concentrations du P, du K et du Cl ont été plus élevées à Niono qu'à Sotuba.

Tableau 1 : Teneur en minéraux et protéine totale en fonction du site

Paramètres	Niono			Sotuba			Moyenne générale	Probabilité
	Moyenne ± ES	Mini	Maxi	Moyenne ± ES	Mini	Maxi		
Protéine totale (g/l)	56,4±2,0	29,8	93,7	53,6±2,7	34,9	66,7	55,7	0,942
Calcium (mmol/l)	2,75±0,08	1,13	4,26	2,55±0,07	2,19	3,01	2,69	0,092
Phosphore (mmol/l)	5,53±0,28	2,24	9,42	2,49±0,51	1,10	6,82	5,17	0,000
Magnésium (mmol/l)	0,68±0,03	0,20	1,089	0,45±0,06	0,19	0,94	0,62	0,003
Potassium (mmol/l)	3,76±0,13	1,77	5,02	2,64±0,10	1,88	3,25	3,45	0,000
Sodium (mmol/l)	133,58±5,09	60,16	272,8	119,0±16,2	55,2	255,5	129,6	0,643
Chlore (mmol/l)	132,64±2,77	100,9	194,21	116,27±4,99	89,23	145,48	128,3	0,018
Fer (µmol/l)	15,40±1,84	0,18	45,4	9,07±1,21	0,92	14,16	13,88	0,06

ES = erreur standard ; Mini = minimum ; Maxi = maximum

Teneurs en minéraux et protéine totale en fonction du sexe

Les résultats sont donnés dans le tableau 2. Les teneurs des protéines, du Ca, du Na, du Cl et du Fe n'étaient pas significativement différentes entre les femelles et les mâles. Par contre, le P et le Mg étaient plus élevés chez les mâles que chez les femelles, tandis que le K était plus élevé chez les femelles que chez les mâles.

Tableau 2 : Teneur en minéraux et protéine totale en fonction du sexe

Paramètres	Femelle			Mâle			Moyenne générale	Probabilité
	Moyenne ± ES	Mini	Maxi	Moyenne ± ES	Mini	Maxi		
Protéine totale (g/l)	56,7±2,0	39,9	93,7	53,9±2,9	29,8	77,4	55,7	0,764
Calcium (mmol/l)	2,728±0,09	1,13	4,26	2,64±0,07	1,632	3,039	2,69	0,493
Phosphore (mmol/l)	4,39±0,40	1,10	9,42	5,00±0,53	1,600	7,201	4,611	0,360
Magnésium (mmol/l)	0,67±0,043	0,20	1,089	0,55±0,05	0,193	1,006	0,62	0,01
Potassium (mmol/l)	3,26±0,150	1,77	4,918	3,75±0,18	1,884	5,015	3,45	0,041
Sodium (mmol/l)	131,22±7,87	60,16	272,8	127,34±8,28	55,22	240,25	129,6	0,548
Chlore (mmol/l)	124,56±2,54	89,23	148,62	134,05±5,14	91,22	194,21	128,3	0,185
Fer (µmol/l)	15,43±2,05	1,48	45,4	11,74±2,03	0,18	34,88	13,88	0,195

ES = erreur standard ; Mini = minimum ; Maxi = maximum

Teneur en minéraux selon la catégorie des animaux

Il a été observé une différence significative entre les adultes et les jeunes par rapport à la teneur en protéine totale et en phosphore (Tableau 3). Les concentrations des autres minéraux n'étaient pas significativement différentes entre les deux catégories d'animaux.

Tableau 3 : Teneur en protéines, Ca, P, Mg, K, Na, Cl et Fe dans le sérum chez les adultes et les jeunes dromadaires

Paramètres	Adultes			Jeunes			Moyenne générale	Probabilité
	Moyenne ± ES	Mini	Maxi	Moyenne ± ES	Mini	Maxi		
Protéine totale (g/l)	58,9±1,7	39,9	93,7	47,8±3,2	29,8	66,7	55,7	0,008
Calcium (mmol/l)	2,72±0,07	1,13	4,26	2,64±0,11	1,63	3,26	2,69	0,748
Phosphore (mmol/l)	4,59±0,35	1,10	9,42	4,66±0,74	1,6	8,36	4,61	0,001
Magnésium (mmol/l)	0,62±0,04	0,19	1,09	0,61±0,06	0,21	1,00	0,62	0,983
Potassium (mmol/l)	3,49±0,14	2,36	5,01	3,39±0,27	1,77	4,99	3,45	0,823
Sodium (mmol/l)	127,24±7,10	55,22	272,80	135,61±9,47	67,58	240,2	129,6	0,545
Chlore (mmol/l)	129,12±2,57	89,23	162,76	126,29±6,64	91,22	194,21	128,3	0,373
Fer (µmol/l)	13,63±1,42	0,37	34,88	14,46±3,72	0,18	45,4	13,88	0,575

ES = erreur standard ; Mini = minimum ; Maxi = maximum

Teneur en protéine totale et en minéraux en fonction de l'âge des chamelons

Les concentrations en protéine totale et en fer sont données dans le tableau 4. Pour la protéine totale, les valeurs obtenues ont augmenté jusqu'à 6 mois. Par la suite la tendance n'était pas nette, les valeurs variaient en dents de scie. Pour le fer, le pic de la concentration a été atteint à 6 mois d'âge. Par la suite elle a continué à chuter jusqu'à 18 mois. Toutefois, il n'y a pas de différence selon les âges des chamelons par rapport à la protéine et au fer.

Tableau 4 : Teneur en protéine totale et fer en fonction de l'âge des chamelons

Âge (mois)	Nombre	Protéine Totale (g/l)				Fer (µmol/l)			
		Moyenne	ES	Mini	Maxi	Moyenne	ES	Mini	Maxi
4	2	31,4	1,6	29,8	33,0	12,5	12,3	0,2	24,7
5	2	46,2	0,3	45,9	46,6	18	16,3	1,7	34,3
6	4	50,7	45,0	43,9	63,2	26,39	8,83	3,69	45,4
7	1	41,7	*	41,7	41,7	14,21	*	14,21	14,21
12	1	48,1	*	48,1	48,1	12,18	*	12,18	12,18
14	1	34,9	*	34,9	34,9	9,97	*	9,96	9,96
17	2	65,2	0	65,2	65,2	3,51	2,03	1,48	5,54
18	2	52,0	14,7	37,3	66,7	3,51	2,58	0,92	6,09
Probabilité		0,174				0,730			

ES = erreur standard ; Mini = minimum ; Maxi = maximum
*quantité de sérum insuffisante

Les teneurs du Ca, du P et du Mg étaient statistiquement semblables chez les chamelons dont les âges sont compris entre 4 mois et 18 mois (Tableau 5).

Tableau 5 : Teneur en calcium, phosphore et magnésium dans le sérum en fonction de l'âge des chamelons

Âge (mois)	Nombre	Calcium (mmol/l)				Phosphore (mmol/l)				Magnésium (mmol/l)			
		Moy.	ES	Mini	Maxi	Moy.	ES	Mini	Maxi	Moy.	ES	Mini	Maxi
4	2	2,88	0,08	2,80	2,97	*	*	*	*	0,64	0,03	0,60	0,67
5	2	3,13	0,13	3,00	3,26	5,35	1,78	3,58	7,13	0,69	0,10	0,59	0,79
6	4	2,59	0,32	1,63	3,06	5,45	1,46	3,98	8,36	0,78	0,11	0,57	1,00
7	1	2,83	*	2,82	2,82	6,33	*	6,32	6,33	0,87	*	0,87	0,87
12	1	2,44	*	2,44	2,44	6,03	*	6,03	6,03	0,64	*	0,64	0,64
14	1	2,57	*	2,57	2,57	0,016	*	0,01	0,01	0,28	*	0,28	0,27
17	2	2,28	0,34	1,94	2,62	3,88	2,28	1,6	6,16	0,49	0,11	0,38	0,61
18	2	2,37	0,14	2,23	2,52	4,36	2,46	1,9	6,81	0,29	0,08	0,21	0,37
Probabilité		0,69				0,230				0,12			

ES = erreur standard ; Mini = minimum ; Maxi = maximum ; Moy. = moyenne
*quantité de sérum insuffisante

Il a été observé une différence statistiquement significative dans la teneur en potassium selon l'âge des chamelons (Tableau 6). Les concentrations les plus élevées ont été observées entre 4 mois et 7 mois. Ensuite, elles ont baissé et sont restées presque constantes entre 12 et 18 mois. Les teneurs du sodium et du chlore n'avaient pas de tendance nette et il n'a pas été observé de différence statistique due à l'âge des chamelons.

Tableau 6 : Concentration du potassium, sodium et chlore en fonction de l'âge des chamelons

Âge (mois)	Nombre	Potassium (mmol/l)				Sodium (mmol/l)				Chlore (mmol/l)			
		Moy.	ES	Mini	Maxi	Moy.	ES	Mini	Maxi	Moy.	ES	Mini	Maxi
4	2	3,79	0,11	3,63	3,85	136,05	5,6	130,45	141,65	132,9	26,2	106,6	159,1
5	2	4,43	0,04	4,39	4,47	140,1	9,18	130,92	149,28	128,1	3,56	124,54	131,65
6	4	3,84	0,42	3,11	4,99	135,22	6,45	119,01	150	142,2	17,9	113,8	194,20
7	1	4,92	*	4,92	4,92	153,82	*	153,82	153,82	116,28	*	116,28	116,28
12	1	2,05	*	2,05	2,05	139,7	*	139,7	139,7	113,27	*	113,27	113,27
14	1	3,25	*	3,25	3,25	108,38	*	108,38	108,38	145,48	*	145,48	145,48
17	2	2,12	0,36	1,77	2,48	115,6	17,1	98,5	132,7	120,63	5,01	115,61	125,64
18	2	2,29	0,40	1,88	2,693	153,9	86,3	67,6	240,2	93,57	2,35	91,22	95,92
Probabilité		0,029				0,986				0,645			

ES = erreur standard ; Mini = minimum ; Maxi = maximum ; Moy. = moyenne
*quantité de sérum insuffisante

Corrélation générale entre les minéraux

Il a été observé une corrélation positive significative de faible à moyenne entre les teneurs du phosphore et du chlore ($r = 0,37$; $P = 0,007$), entre le sodium et le magnésium ($r = 0,31$; $P = 0,027$), le fer et le potassium ($r = 0,37$; $P = 0,008$), entre le fer et le potassium ($r = 0,53$; $P = 0,042$) et entre le potassium et le chlore ($r = 0,54$; $P = 0,036$).

Par ailleurs, il a été observé une corrélation négative significative entre l'âge et le calcium ($r = - 51$; $P = 0,05$), l'âge et le phosphore ($r = - 0,54$; $P = 0,037$) et entre l'âge et le potassium ($r = - 0,78$ et $P = 0,001$).

Discussion

L'étude des constituants du sang fournit un avantage précieux sur la santé générale des animaux. L'observation d'un écart de certains paramètres du sang à partir de leurs limites physiologiques pourrait être un indicateur pour le diagnostic d'un état pathologique. La connaissance des métabolites sanguins chez le dromadaire contribue à la compréhension de la physiologie de cette espèce (Babeker *et al.*, 2011). Ces paramètres biochimiques sont facilement influencés par différents facteurs.

Protéïnémie: la teneur en protéine sérique totale a varié entre 29,8 g/l et 93,7 g/l à Niono et 34,9 g/l et 66,7 g/l à Sotuba avec des moyennes respectives de 56,4 g/l et 53,6 g/l. Ces moyennes sont comparables aux données de Yadav et Bissa (1998), qui ont rapporté des concentrations des protéines sériques comprises entre 5,6-7,3 g/dl soit 56 et 73 g/l et à ceux de Romdhane *et al.* (2003) qui ont varié entre 56 g/l et 78 g/l. Vyas *et al.* (2011) ont eu une valeur de $5,63 \pm 0,18$ g/dl (soit 56,3 mmol) chez le dromadaire en post-partum. Nos moyennes sont plus faibles que celles d'Osman *et al.* (2003), mais nos intervalles contiennent leurs valeurs. Nos moyennes ont été plus élevées que celles de Baraka *et al.* (2000) sur des dromadaires sains ($9,2 \pm 0,60$ g/l).

Calcémie: la teneur moyenne en calcium a été de 2,78 mmol/l (1,13 et 4,26) à Niono et 2,55 mmol/l (2,19 et 3,01) à Sotuba. Ces résultats sont comparables à ceux de Romdhane *et al.* (2003) qui variaient entre 1,0 et 2,8 mmol avec une moyenne de 2,4 mmol/l. Faye et Mulato (1991) ont trouvé une teneur moyenne de 9,5 mg/dl avec des extrêmes de 8,5 et 11,3 mg/dl à Djibouti. En Éthiopie, Temesgen *et al.* (2012) ont trouvé des concentrations de 5,91 mEq/l durant la saison des pluies et 4,79 mEq/l durant la saison sèche ce qui est comparable à nos résultats. Nos résultats sont légèrement plus élevés que ceux de Baraka *et al.* (2000) qui ont obtenu $1,58 \pm 0,16$ mmol/l.

Phosphoremie: la teneur moyenne en phosphore a varié de 1,1 à 9,4 mmol/l avec une moyenne de 4,6 mmol/l. Nos résultats sont comparables à ceux de Barakat *et al.* (2007) qui ont signalé une moyenne de $3,79 \pm 0,49$ mmol/l et ceux de Babeker *et al.* (2011) qui ont trouvé une teneur de $6,09 \pm 0,41$ mg/dl soit 1,97 mmol/l. Romdhane *et al.* (2003) ont rapporté une teneur moyenne de 1,6 mmol et variant entre 0,7 et 3,4 mmol, teneur légèrement inférieure à nos résultats. Baraka *et al.* (2000) ont signalé une valeur de $1,28 \pm 0,12$ mmol/l, qui est plus faible aussi que la moyenne de la présente étude.

En fonction du sexe, la phosphoremie a été de 1,60 à 7,20 mmol/l avec une moyenne de $5,00 \pm 0,53$ mmol/l pour les mâles; chez les femelles, elle a varié de 1,10 à 9,42 mmol/l

avec une moyenne de $4,38 \pm 0,40$ mmol/l. Barakat et Fattah (1970) ont rapporté des valeurs de $4,7 \pm 0,01$ mEq/l chez les chameaux égyptiens adultes des deux sexes.

Magnésie: en fonction du site, les valeurs obtenues ont varié de 0,19 à 1,08 mmol/l avec une moyenne de $0,68 \pm 0,03$ à Niono et de 0,19 à 0,94 mmol/l avec une moyenne de $0,44 \pm 0,06$ mmol/l pour Sotuba. Nos résultats sont comparables à ceux de Romdhane *et al.* (2003) dont les valeurs variaient entre 0,6 mmol et 1,4 mmol. Faye et Mulato (1991) ont signalé des teneurs variant entre 1,1 et 3,9 mg/dl avec une moyenne de 2,3 mg/dl.

La magnésie obtenue en fonction du sexe a varié de 0,19 à 1,00 mmol/l avec une moyenne de $0,54 \pm 0,04$ mmol/l pour le mâle et de 0,19 à 1,08 mmol/l avec une moyenne de $0,66 \pm 0,04$ mmol/l pour les femelles. Nos résultats sont comparables à ceux de Kumalu *et al.* (sans date) qui ont rapporté une valeur de $0,72 \pm 0,10$ mmol/l dans la détermination des minéraux des fluides extracellulaires chez le dromadaire dans la région Nord-Est du Nigéria. Mais nos résultats sont inférieurs à ceux de Singh *et al.* (2015) et d'Aichouni (2011) qui ont obtenu respectivement $1,90 \pm 0,07$ mmol/l chez les chamelles en lactation et 1,19 mmol/l chez le mâle et 1,03 mmol/l chez la femelle. Ils sont inférieurs aux résultats obtenus par Osman *et al.* (2003) qui ont rapporté des valeurs de $2,16 \pm 0,19$ mmol/l chez la chamelle, et à ceux de Temesgen *et al.* (2012) obtenus en Éthiopie durant la saison des pluies, 2,29 mEq/l. Par contre nos résultats sont plus proches de ceux de ces auteurs obtenus durant la saison sèche, 1,14 mEq/l.

Kaliémie: les teneurs observées ont varié de 1,76 à 5,01 mmol/l avec une moyenne de $3,75 \pm 0,12$ mmol/l pour Niono et 1,88 à 3,24 mmol/l avec une moyenne de $2,63 \pm 0,10$ mmol/l à Sotuba. Ces résultats sont plus bas que ceux de Romdhane *et al.* (2003) qui ont varié entre 4,9 et 7,6 mmol avec une moyenne de 5,9 mmol. En Éthiopie, Temesgen *et al.* (2012) ont obtenu 4,79 mEq/l durant la saison des pluies et 5,6 mEq/l en saison sèche.

La kaliémie en fonction du sexe a varié de 1,88 à 5,01 mmol/l avec une moyenne de $3,74 \pm 0,18$ mmol/l pour les mâles et de 1,76 à 4,91 mmol/l chez les femelles avec une moyenne de $3,25 \pm 0,15$ mmol/l. Ces résultats sont comparables à ceux d'Osman *et al.* (2003) qui ont obtenu une valeur de $4,0 \pm 0,2$ mmol/l chez la chamelle et ceux de Sing *et al.* (2015) qui ont rapporté une valeur de $4,45 \pm 0,06$ mmol/l chez les chamelles allaitantes. Ils sont aussi semblables à ceux de Kalamu *et al.* (sans date) qui ont rapporté une valeur de $4,65 \pm 0,16$ mmol/l dans les fluides extracellulaires au Nord-Est du Nigéria. Aichouni (2011) a rapporté une valeur de 6,69 mmol/l pour les mâles et de 5,52 mmol/l pour les femelles du Sud-ouest de l'Algérie. Ces résultats

ont été supérieurs aux résultats de l'étude. Le sexe semble avoir un effet significatif sur la kaliémie quelle que soit la zone d'étude. Baraka *et al.* (2000) ont obtenu $25,75 \pm 2,35$ mmol/l, ce qui est beaucoup plus élevé que nos résultats.

Natrémie et chlorémie : la teneur en sodium de nos animaux a varié entre 55,22 mmol/l et 272,8 mmol/l avec une moyenne de 129,6 mmol/l. Si nos moyennes étaient plus faibles que celles de Romdhane *et al.* (2003) qui étaient dans l'intervalle de 148 - 180 mmol/l, avec une moyenne de 160 mmol/l, mais nos valeurs extrêmes incluaient les données de ces auteurs. Par contre notre moyenne (129,6 mmol/l) concordait avec celle obtenue par Omer *et al.* (sans date) qui ont rapporté une valeur de $127,29 \pm 3,08$ mmol/l chez les chameçons sevrés à un âge supérieur à 1 an. Mais nos résultats moyens ont été inférieurs à celui d'Al-Rukibat *et al.* (2014) qui ont rapporté $199,3 \pm 40,49$ mmol/l chez les jeunes chameaux cliniquement normaux, dont l'âge était compris entre 9-12 mois. Nos résultats étaient comparables aussi à ceux de Temesgen *et al.* (2012) qui ont obtenu en Éthiopie, 192 mEq/l (142 - 243 mEq/l) durant la saison des pluies et 170 mEq/l (8,5 - 204 mEq/l) en saison sèche. D'après ces auteurs, la teneur en Na sérique du dromadaire est considérée généralement plus élevée que chez les autres ruminants. Les valeurs plus élevées observées au cours de la saison des pluies pourraient être expliquées par le fait que certains éleveurs supplémentent leur troupeau en cette période. Baraka *et al.* (2000) ont trouvé $109,83 \pm 5,65$ mmol/l. La moyenne est plus faible que les nôtres, mais elle entre dans l'intervalle de nos valeurs extrêmes. Par contre, nos résultats sur le chlore ont été plus élevés que celui de Baraka *et al.* (2000) qui était en moyenne de $31,47 \pm 0,32$ mmol/l.

Fer : la concentration du Fe a été en moyenne de 13,88 $\mu\text{mol/l}$ dont 15,4 à Niono et 9,09 $\mu\text{mol/l}$ à Sotuba. Il n'a pas été observé de différence entre adultes et jeunes ($13,63 \pm 1,42$ $\mu\text{mol/l}$ contre $14,46 \pm 3,72$ $\mu\text{mol/l}$). Il n'y a pas de différence selon l'âge des chameçons. Osman *et al.* (2003) ont obtenu $80,2 \pm 16,0$ $\mu\text{g/dl}$. Yassien (2003) avait trouvé au Soudan des concentrations variant entre 16,7 et 432,5 $\mu\text{g/dl}$ avec une moyenne $169 \pm 209,9$ $\mu\text{g/dl}$. Faye *et al.* (2005) ont trouvé 190,3 $\mu\text{g}/100$ ml (fer). Cette concentration était significativement plus élevée chez les mâles (213,1 $\mu\text{g}/100$ ml) que chez les femelles (177,8). Les animaux âgés de plus de 8 ans ont une plus haute concentration (283 $\mu\text{g}/100$ ml) que les jeunes, 174,1/100 ml pour 3 - 4 ans d'âge et 171,5/100 ml pour les 5 - 7 ans d'âge. En Éthiopie, Temesgen *et al.* (2012) ont signalé une teneur de Fe (76 mEq/l en saison des pluies et 80 mEq/l durant la saison sèche).

Actuellement, il est difficile d'avancer des raisons pour expliquer ces différences entre nos résultats et ceux de la littérature tant les facteurs comme la géographie, le sexe, l'âge, les conditions d'alimentation et d'abreuvement, le stress, peuvent influencer la

concentration des minéraux sériques et des protéines. Par conséquent, il est nécessaire de répéter ce genre de recherche dans différentes conditions écologiques et d'élevage de notre pays afin d'établir des normes de concentration de ces constituants biochimiques sériques pour les dromadaires maliens. Pour y arriver, une description détaillée des conditions d'élevage et de manipulations des animaux est nécessaire pour une meilleure comparaison des résultats. C'est dans ce sens que les nouvelles recherches doivent s'orienter.

Conclusion

Ce travail a été réalisé pour posséder des référentielles biologiques des valeurs usuelles de minéraux sériques et des protéines chez le dromadaire. Il est loin d'être parfait, mais constitue néanmoins une base pour des approfondissements de ce domaine de la physiologie de cette espèce. Nos résultats peuvent constituer une référence pour l'évaluation de l'état nutritionnel des dromadaires et d'éventuelles carences alimentaires qui pourraient être diagnostiquées à l'état sub-clinique. D'autres travaux futurs seront nécessaires pour consolider nos résultats. La mise en place d'un laboratoire de biochimie animale faciliterait les analyses ultérieures.

Références

- Aichouni Ahmed M., 2011. Etude du potentiel reproductif et exploration de certains paramètres hématologiques et histologiques chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) au Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse en vue de l'obtention du diplôme Doctorat d'Etat, 201p.
- Al-Rukibat Raida et Bani Ismail Zuhair, 2014. Analyse biochimique du sérum et de liquide synovial chez les jeunes chameaux cliniquement normaux (*Camelus dromedarius*).
- Journal scientifique de l'Université King Faisal (Sciences Appliquées de base), 11(1) 1431 (2010): 161-167.
- Alia SA Amin, Khalid A., Abdoun Abdalla, M. Abdelatif, 2007. Seasonal Variation in Blood Constituents of One-humped Camel (*Camelus dromedarius*). Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 1 250-1 256.
- Babeker E A., Elmansoury Y.A. H. et Suleem A.E., 2011. L'influence des saisons sur le sang de constituants de dromadaire (*Camelus dromedarius*). 2011, Science line Publication. Journal en ligne des animaux et les aliments pour la recherche, 3(1): 01-08 (2013) ISSN 2 228-7 701p.
- Barakat M.Z. et Fattah M.A. 1970. Biochemical Analyse de la normale Camel sang. Zentble Médecine Vétérinaire. 17: 550-557.

- Baraka T.A., El-Sherif M.T., Kubesy A.A., Illik J., 2000. Clinical studies of selected ruminal and blood constituents in dromedary camels affected by various diseases. *Acta Vet. Brno*, 69, 61-68, https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb_2000069010061.pdf.
- Barakat. S.M., Turkey. I.Y., El Bashir S.M., Ali S. A. and Omer S. A.,2007. Comparison of some blood constituents in stabled and grazing camels (*Camelus dromedarius*) in Sudan. *Journal of Science and Technology* 2007, [17], 8: 21-26.
- El Khasmi and Faye B., 2011. Parathyroid Hormone-Related Peptide and Vitamin D in Phosphocalcic Metabolism for Dromedary Camel. Review Article, *Iranian Journal of Applied Animal Science* (2011) 1(4): 203-211.
- Faye B. et Bengoumi M., 2000. Le dromadaire face à la sous nutrition minérale: un aspect méconnu de son adaptabilité aux conditions désertiques. *Sécheresse* 11 : 155-161.
- Faye B., Seboussi R., Mostafa A., 2005. Trace elements and heavy metals status in Arabian camel. *J. Camel Res. Pract.*, 12, 1-6.
- Faye B., Mulato C., 1991. Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti, *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 44 (3) : p. 325-334.
<https://pdfs.semanticscholar.org/8651/8e7a2cba9380f891ffe1bd613b7361745f13.pdf>.
- Kamalu T.N., OKPE G.C. and William A. (sans date). Minerals content of extracellular fluids in Camel and cattle in the North East Sahel region of Nigeria. *Nigerian veterinary journal*, 24(1): 13-20.
- Omer S.A., Salawa M. E. Khougali, H. Agab and Gussey, H.A. Samad (sans date). Studies on some biochemical and haematological indices of Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). 7p.
- Osman P.I., Tag El Asfia A., Al-Busadah Co. and Khalid Ahmed I., 2003. Trace-Elements Status in Saudi Arabian Camels: A comparative study. Final report, 23-3-1424 H. (24-5-2003 G.), 38 p. https://www.kfu.edu.sa/ar/Deans/Research/Documents/20_23.pdf.
- Romdhane S. B., Romdane M.N., Feki M.,Sanhagi H., Kaabachi N. et M'Bazaa A., 2003. Valeurs usuelles des principaux constituants biochimiques sériques du dromadaire (*Camelus dromedaries*). *Revue Méd. Vét.*, 154(11) : 695-702.
- Sing Sajjan, Dedar R.K., Legha R.A., Bala P.A. et Patil N.V., 2015. Minéraux et électrolytes profil chez la chamelle en allaitement et gestantes indiennes. *Journal of Camel Practice and Research*, IP- 59, 90, 174-186p.
- Temesgen D., Mohammed Y. K. and Beneberu S., 2012. Critical macro and micro minerals concentration in the blood serum of camel (*Camelus dromedarius*) in Jijiga district, Eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 24, Article 60. Retrieved March 24, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/4/desa24060.htm>.

- Vyas S., Saini N., Das Kiradoo B., Lukha A., Nand K., Gorakh L.T.A. et Krishna M.L., 2011. Profil minéral Biochemical et tracer en post-parturiente Dromadaire (*Camelus dromedarius*). Indien Journal d'Animal les sciences 81, juin 2011(6): 586-587 p. http://camelides.cirad.fr/fr/science/drom_sous_nut.html, 12:51 le 09 mars 16: (Adaptation du dromadaire à la sous-nutrition minérale (septembre 2001)).
- Yadav S.B. and Bissa U.K., 1998. Factors Affecting Some Blood Constituents in Camel. Proceedings of the Third Annual Meeting for Animal Production under Arid Conditions, © 1998 United Arab Emirates University, 2: 32-48.
- Yassien A. B. M., 2003. Microminerals level in grasses, some organs and serum of camel in Butana region, Sudan. Thèse de MSc. University of Khartoum, 70p. <http://khartoumspace.uofk.edu:8080/bitstream/handle/123456789/8231/MicromineralslevelinGrasses,SomeOrgansand.pdfsequence=1&isAllowed=y>.



Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.