

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

Fatoumata Gnany Traoré<sup>2</sup>, Bara Ouologuem<sup>1</sup>, Moussa Tangara<sup>2</sup>, Siaka Doumbia<sup>2</sup>, Fanta Mady Diallo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Economie Rural : Programme bovin et camelin du Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba.

<sup>2</sup> Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou : Département Elevage.

Adresse de correspondance : moussatangara2000@yahoo.fr

**RESUME :** Les protéines et les minéraux jouent un rôle important dans le métabolisme osseux et musculaire. Leur carence peut provoquer des troubles nutritionnels et pathologiques. Une étude a été effectuée au Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba afin de déterminer la concentration sérique de certains macroéléments et micro éléments et la protéine totale chez les dromadaires. L'échantillon était constitué de 53 dromadaires repartis sur les sites de Niono et de Sotuba. Tous les animaux ont bénéficié un suivi alimentaire et vétérinaire approprié conformément à l'éthique en matière d'expérimentation animale. L'analyse sérologique a été réalisée en déterminant l'effet du sexe, de l'âge et du site sur la teneur en protéine totale et la concentration sérique en minéraux afin d'évaluer l'état nutritionnel des dromadaires. Les données ont été analysées par ANOVA (SAS, 1996). La phosphoremie a varié de 2,24 à 14,97 mmol/l avec une moyenne de 6,08±0,41 mmol/l pour Niono. Pour Sotuba, elle a varié de 1,09 à 6,81 mmol/l avec une moyenne de 2,48±0,50 mmol/l. La magnésie obtenue pour notre étude en fonction du site a variée de 0,19 à 1,08 mmol/l avec une moyenne de 0,68±0,03 pour Niono. Elle a varié de 0,19 à 0,94 mmol/l avec une moyenne et 0,44±0,06 mmol/l. La kaliémie observée a varié de 1,76 à 5,01 mmol/l avec une moyenne de 3,75 ± 0,12 mmol/l pour Niono. Elle a fluctué de 1,88 à 3,24 mmol/l avec une moyenne de 2,63 ± 0,10 mmol/l pour Sotuba. La chlorémie mesurée a été de 100,90 à 194,21 mmol/l avec une moyenne de 132,64 ± 2,77 mmol/l pour Niono. Pour Sotuba, elle a été de 89,23 à 145,48 mmol/l avec une moyenne de 116,27 ± 4,99 mmol/l. La teneur en phosphore, en magnésium et en potassium a été significative en fonction du sexe. La teneur en phosphore, en magnésium, en potassium et en chlore a été significative entre les deux sites. Le pic de la concentration sérique en fer a été atteint à 6 mois d'âge. La teneur en protéine totale et en phosphore a été remarquable entre les deux catégories d'âge. Ces résultats révèlent que les paramètres biochimiques minéraux et protéiques sanguins peuvent constituer des indicateurs de l'état nutritionnel des dromadaires.

**Mots-clés:** Alimentation ; minéraux ; protéine ; sang ; dromadaire

## I. INTRODUCTION

Le dromadaire est un animal rustique et adapté à l'écosystème désertique, qui valorise les maigres ressources végétales grâce à ses particularités anatomo-physiologiques et biochimiques ([14]; [18]; [12] [22]). Il possède une meilleure capacité à digérer les fourrages pauvres que les autres ruminants domestiques en raison d'une plus grande rétention des particules solides dans les pré-estomacs ([13]). L'alimentation constitue un des facteurs essentiels pour le développement et l'amélioration des performances zootechniques du dromadaire. La promotion de l'élevage du dromadaire se trouve confrontée au problème de l'alimentation, basée essentiellement sur le pâturage des parcours sahariens composé par un couvert végétal spontané relativement maigre ([24]; [3]). Les protéines sont des substances formées par des acides aminés, nutritifs et essentiels pour

l'organisme des mammifères ([23], [6]). Pour assurer la fabrication des produits (lait, viande, fœtus) et le renouvellement des fibres musculaires, le dromadaire a besoin de protéines de qualité. Les minéraux jouent un rôle important dans le métabolisme osseux et musculaire. Leur carence peut provoquer des problèmes pathologiques et des troubles nutritionnels ([19]; [1]). Des études antérieures sur les particularités du transit et de l'assimilation des minéraux chez le dromadaire ont montré qu'il se distingue des autres espèces par une adaptabilité remarquable à la sous-nutrition minérale ([15]). Face à des expositions prolongées à cette sous-nutrition, le dromadaire pourrait souffrir de carences en éléments minéraux essentiels ([19]; [15]). La concentration des métabolites sanguins étant sensible aux changements saisonniers dans l'apport de nutriments dans les périodes de pénurie, elle pourrait être utilisée comme indicateur de l'état

nutritionnel des dromadaires. La présente étude a pour objectif de déterminer la concentration plasmatique de certains minéraux et la teneur en protéines totales afin d'évaluer l'état nutritionnel des dromadaires élevés à la station de Sotuba et du ranch de Niono.

## II. MATERIEL ET METHODES

Le programme bovin et camelin a approuvé ce protocole de recherche conformément aux lignes directrices établies par le Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba

### 2.1 Dispositif expérimental

Le matériel animal était composé de 53 dromadaires dont 38 adultes tous natifs de Sotuba ou de Niono. L'âge des jeunes variait de 4 à 18 mois. Les animaux ont été l'objet d'un suivi zootechnique et vétérinaire approprié. L'étude des échantillons prélevés a contribué à déterminer l'effet du sexe, de l'âge et du site sur la teneur en protéine totale et la concentration sérique en minéraux chez les dromadaires. Les expérimentations ont été conduites à la station de Sotuba et au ranch de Niono.



Photo 1 : Dromadaire à Sotuba



Photo 2 : Dromadaire dans le ranch à Niono

La connaissance de la concentration sérique de ces minéraux et de la protéine totale permet d'évaluer l'état nutritionnel de ces animaux et faciliter le diagnostic de certaines maladies métaboliques.

Le prélèvement d'échantillons de sang a été effectué sur 53 dromadaires par ponction de la veine jugulaire (Photo 2). Il a été réalisé après la contention des animaux (Photo 3). Le sang a été prélevé à l'aide de tubes vacutainer sans anticoagulant munis d'aiguilles avec un adaptateur, portant le nom et suivi le numéro de l'animal. Les échantillons prélevés ont été centrifugés à 1600 tours/mn 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. Ces cryotubes ont été ensuite numérotés pour faciliter les analyses au laboratoire.



Photos 3. Procédures des analyses

### Analyse de laboratoire

Les analyses ont été effectuées dans le laboratoire de biochimie de l'Ecole Nationale Elevage en Santé Animale de Ouagadougou. Les dosages ont été portés sur 7 minéraux (Ca, P, Mg, K, Na, Cl, Fe) et la protéine totale par les méthodes colorimétriques sur automates de biologie (Thermo Scientifique, Genesys 105 Vis Spectrophotomètre d'Absorption). Les densités optiques ont été lues à travers un spectrophotomètre d'absorption UV. Les méthodes de dosages variaient selon le paramètre à analyser.

#### 2.2.1 Principe de dosage de la protéine totale

Le dosage de la protéine totale du sérum a été effectué selon la réaction de Biuret. Les protéines présentes dans l'échantillon réagissent avec le sulfate de cuivre en milieu basique, pour donner un complexe coloré en bleu violet quantifiable par spectrophotométrie à 546 nm. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de la protéine totale de l'échantillon.

#### 2.2.2 Principe de dosage de calcium

Le dosage du calcium a été fait en présence d'Arsenazo III (Acide 1,8-dihydroxy-3,6-disulpho-2,7-naphtalene-bis(azo-dibenzene-arsonique) au pH neutre, produit un complexe coloré en bleu. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration du calcium. La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 620 nm.

#### 2.2.3 Principe de dosage du phosphore

Le dosage du phosphore se réalise dans un milieu acide. Il forme avec le molybdate d'ammonium un complexe de phosphomolybdate, coloré en jaune quantifiable par spectrophotomètre à 340 nm. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration du phosphore inorganique de l'échantillon.

#### 2.2.4 Principe de dosage du magnésium

Le dosage de magnésium s'effectue dans une solution alcaline. Il forme en présence de bleu de xylydyle un complexe coloré. La réaction est

spécifique en présence Ethylene Glycol Tetraacetic Acid. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration du magnésium présent. La lecture des absorbances a été faite à la longueur d'onde de 510 nm.

### 2.2.5 Principe de dosage du potassium

Le dosage du potassium se fait, après une précipitation des protéines en utilisant le sodium tétraphénylboron dans un milieu alcalin qui produit une suspension colloïdale et dont la turbulente est proportionnelle à la concentration du potassium. La lecture des absorbances a été faite à la longueur d'onde de 578 nm.

### 2.2.6 Principe de dosage du sodium

Le dosage du sodium est basé sur les modifications de la méthode décrite par Trinder dans laquelle le sodium est précipité avec Mg-Acétate d'uranyl en triple sels, sodium magnésium uranyl acétate. L'excès d'ions d'uranyl réagit avec l'acide de thioglycol, et produit un chromophore dont l'absorbance varie inversement à la concentration de sodium dans l'échantillon testé. La lecture des absorbances a été faite à la longueur d'onde de 410 nm.

### 2.2.7 Principe de dosage du chlore

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de chlore de l'échantillon. La lecture des absorbances a été faite à la longueur d'onde de 480 nm. Les ions chlores forment un

complexe coloré.

### 2.2.8 Principe de dosage du fer

Dans le sérum, le fer est lié à la transferrine. En présence d'une faible acidité, le fer se dissocie de son complexe alors que les protéines sériques restent en solution. Après sa réduction par l'acide ascorbique, le fer est converti et se lie à la ferrozine pour former un complexe coloré. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration du fer de l'échantillon. La lecture des absorbances a été faite à la longueur d'onde de 562 nm.

### 2.2.9 Analyses statistiques

Toutes les données ont été analysées avec le logiciel MINITAB. Les effets de l'âge, du sexe, de la catégorie et de site sur les constituants du sang des dromadaires ont été analysés par ANOVA (Analyse de Variance) avec le logiciel [20]. La corrélation entre les éléments analysés a été calculée.

## III. RESULTATS

### 3.1 Teneur en minéraux et protéine totale en fonction de site

La teneur sérique de la protéine totale, de Ca, de Na et de Fe n'ont pas été influencée 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 de site.

Paramètres	Niono			Sotuba			Moyenne générale	Probabilité
	Moy± ES	Mini	Maxi	Moy ± ES	Mini	Maxi		
Protéine totale (g/dl)	5,643 ±0,200	2,983	9,371	5,359 ±0,271	3,487	6,674	5,57	0,942
Calcium (mmol/l)	2,746 ±0,081	1,127	4,261	2,548 ±0,067	2,194	3,009	2,69	0,09 2
Phosphore (P)	6,089 ±0,412	2,245	14,976	2,488 ±0,507	1,095	6,815	5,17	0,000
Magnésium (Mg)	0,682 ±0,033	0,199	1,0894	0,446 ±0,063	0,192	0,942	0, 62	0,003
Potassium (K)	3,758 ±0,128	1,766	5,015	2,639 ±0,102	1,884	3,249	3,45	0,000
Sodium (Na)	133,58 ±5,09	60,16	272,8	119,0 ±16,2	55,2	255,5	129,6	0,643
Chlore (Cl)	132,64 ±2,77	100,9	194,21	116,27 ±4,99	89,23	145,48	128,3	0,018
Fer (Fe)	15,40 ±1,84	0,18	45,4	9,07 ±1,21	0,92	14,16	13,88	0,06

ES – erreur standard

### 3.2 Teneur en minéraux et protéine totale en fonction du sexe

La teneur des protéines, du Ca, du Na, du Cl et du Fe n'étaient pas significativement différentes entre

les femelles et les mâles. 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).

**Tableau2:** Teneur en minéraux et protéine totale en fonction du sexe

Paramètres	Femelle			Mâle			Moyenne générale	Probabilité
	Moy ± ES	Mini	Maxi	Moy ± ES	Mini	Maxi		
Protéine totale (g/dl)	5,696 ±0,197	3,991	9,371	5,389 ±0,286	2,983	7,737	5,57	0,764
Calcium (Ca)	2,728 ±0,093	1,127	4,261	2,641 ±0,070	1,632	3,039	2,69	0,493
Phosphore (P)	4,385 ±0,402	1,095	9,422	6,390 ±0,734	1,3	14,976	5,17	0,008
Magnésium (Mg)	0,667 ±0,043	0,199	1,089	0,548 ±0,049	0,193	1,006	0,62	0,01
Potassium (K)	3,259 ±0,150	1,766	4,918	3,749 ±0,182	1,884	5,015	3,45	0,041
Sodium (Na)	131,22 ±7,87	60,16	272,8	127,34 ±8,28	55,22	240,25	129,6	0,548
Chlore (Cl)	124,56 ±2,54	89,23	148,62	134,05 ±5,14	91,22	194,21	128,3	0,185
Fer (Fe)	15,43 ±2,05	1,48	45,4	11,74 ±2,03	0,18	34,88	13,88	0,195

ES – erreur standard

### 3.3 Teneur en minéraux selon l'âge des animaux

Les analyses ont indiqué une différence significative entre les adultes et les jeunes par rapport à la teneur en protéine totale et en phosphore. Les

concentrations plasmatiques des autres minéraux n'étaient pas significativement différents entre les deux catégories (tableau 3).

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

Paramètres	Adulte			Jeune			Moyenne générale	Probabilité
	Moy ± ES	Mini	Maxi	Moy ± ES	Mini	Maxi		
Protéine totale (g/dl)	5,892 ±0,168	3,991	9,371	4,783 ±0,317	2,983	6,674	5,57	0,008
Calcium (mmol/l)	2,716 ±0,075	1,127	4,261	2,636 ±0,112	1,632	3,258	2,69	0,748
Phosphore (mmol/l)	4,595 ±0,355	1,095	9,422	6,69 ±1,03	1,6	14,98	5,17	0,001
Magnésium (mmol/l)	0,624 ±0,040	0,192	1,089	0,608 ±0,059	0,208	1,0015	0,62	0,983
Potassium (mmol/l)	3,486 ±0,128	2,359	5,015	3,385 ±0,274	1,766	4,993	3,45	0,823
Sodium (mmol/l)	127,24 ±7,09	55,22	272,8	135,61 ±9,47	67,58	240,25	129,6	0,545

Symposium malien sur les sciences appliquées (MSAS) 2018

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

Les valeurs obtenues pour la protéine totale ont augmenté jusqu'à 6 mois (tableau 3). Par la suite la tendance n'était pas nette. Pour le fer, le pic de la concentration a été atteint à 6 mois d'âge. Cette

dynamique a continué à chuter jusqu'à 18 mois. Toutefois il n'ya pas de différence entre les âges des chamelons aussi bien par rapport à la protéine qu'au fer (tableau 3).

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

Age (mois)	Nbre	Protéine Totale				Fer			
		Moy	ES	Mini	Maxi	Moy	ES	Mini	Maxi
4	2	3,14	0,16	2,98	3,30	12,5	12,3	0,2	24,7
5	2	4,62	0,03	4,59	4,66	18	16,3	1,7	34,3
6	4	5,07	0,45	4,39	6,32	26,39	8,83	3,69	45,4
7	1	4,17	*	4,17	4,17	14,21	*	14,21	14,21
12	1	4,81	*	4,81	4,81	12,18	*	12,18	12,18
14	1	3,49	*	3,49	3,49	9,97	*	9,96	9,96
17	2	6,52	0	6,52	6,52	3,51	2,03	1,48	5,54
18	2	5,20	1,47	3,73	6,67	3,51	2,58	0,92	6,09
Prob.		0,174				0,730			

ES – erreur standard; prob. - Probabilité

Les teneurs du Ca, du P et du Mg n'ont pas été remarquables chez les chamelons dont les âges

étaient compris entre 4 mois et 18 mois (tableau 4).

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

Âge (mois)	Nbre	Calcium (mmol/l)				Phosphore (mmol/l)				Magnesium (mmol/l)			
		Moy	ES	Min	Max	Moy	ES	Min	Max	Moy	ES	Min	Max
4	2	2,88	0,08	2,80	2,97	12,87	2,11	10,76	14,98	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	7,11	1,95	3,98	12,09	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	*	6,034	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
Prob.		0,69				0,230				0,12			

ES – erreur standard ; prob. – Probabilité, Moy- Moyenne

Une différence statistiquement significative a été observée dans la teneur en potassium selon l'âge des chamelons (tableau 5). Les concentrations les plus élevées ont été observées entre 4 mois et 7 mois. Ensuite, elles ont graduellement baissé et sont

restées presque constantes entre 12 et 18 mois. Quant aux teneurs du sodium et du chlore, elles n'avaient pas de tendance nette liée à l'âge des chamelons (tableau 6).

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

Age (mois)	Nbre	Potassium (mmol/l)				Sodium (mmol/l)				Chlore (mmol /l)			
		Moy	ES	Min	Max	Moy.	ES	Min	Max	Moy.	ES	min	Max
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
<b>Prob.</b>		0,029				0,986				0,645			

ES – erreur standard ; prob – Probabilité, Moy- moyenne

### 3.4 Corrélation générale entre les minéraux

Une relation positive et statistiquement forte a été observée entre les teneurs du phosphore et du chlore ( $r = 0,37$  ;  $P = 0,007$ ), entre le sodium et le magnésium ( $r = 0,31$  ;  $P = 0,027$ ) entre le fer et le potassium ( $r = 0,37$  ;  $P = 0,008$ ) entre le fer et calcium ( $r = 0,53$  ;  $P = 0,042$ ) et entre le potassium et chlore ( $r = 0,54$  ;  $P = 0,036$ ).

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

## IV. DISCUSSION

La connaissance des métabolites sanguins chez le dromadaire contribue à la compréhension de la physiologie de cette espèce [7]. Dans la présente étude, la teneur en protéine totale et la concentration sérique en minéraux chez les dromadaires ont été évaluées selon le site, le sexe et l'âge.

### 4.1 Concentration sérique en minéraux en fonction de site

En fonction du site la concentration plasmatique obtenue pour le phosphore et le potassium a été très hautement significative. Celle obtenue pour le magnésium et le chlore a été aussi hautement significative. La phosphoremie a varié de 2,24 à 14,97 mmol/l avec une moyenne de 6,08±0,41

mmol/l pour Niono. Pour Sotuba, elle a varié de 1,09 à 6,81 mmol/l avec une moyenne de 2,48±0,50 mmol/l. Les valeurs observées pour la teneur en protéine totale et la concentration en minéraux sont plus élevées à Niono qu'à Sotuba. Cette différence serait due à la différence des pâturages entre les 2 sites. Les résultats obtenus à Niono sont supérieurs à ceux de [7] qui a trouvé une teneur en phosphore de 6,09±0,41 mg/dl soit 1,97 mmol/l, tandis que ceux de Sotuba sont plus proches de ceux de [7] et [9] qui ont signalé une moyenne de 3,79 ± 0,49 mmol/l.

La magnésie obtenue pour notre étude en fonction du site a variée de 0,19 à 1,08 mmol/l avec une moyenne de 0,68 ± 0,03 pour Niono. Pour Sotuba, elle a varié de 0,19 à 0,94 mmol/l avec une moyenne et 0,44± 0,06 mmol/l. La kaliémie plasmatique observée a varié de 1,76 à 5,01 mmol/l avec une moyenne de 3,75 ± 0,12 mmol/l pour Niono. Pour Sotuba, elle a fluctué de 1,88 à 3,24 mmol/l avec une moyenne de 2,63 ± 0,10 mmol/l. Quant à la chlorémie mesurée a été de 100,90 à 194,21 mmol/l avec une moyenne de 132,64 ± 2,77 mmol/l pour Niono. Elle a été de 89,23 à 145,48 mmol/l avec une moyenne de 116,27 ± 4,99 mmol/l pour Sotuba. Ces observations suggèrent que la magnésémie, la kaliémie et la chlorémie sériques se caractérisent probablement par une remarquable stabilité nutritionnelle chez le dromadaire.

### 4.2 Concentration sérique en minéraux en fonction du sexe

En fonction du sexe les valeurs obtenues pour la concentration du phosphore et le magnésium ont été

hautement significatives. Pour le potassium la valeur de la concentration obtenue a été significative.

La phosphoremie a été de 1,30 à 14,9 mmol/l avec une moyenne de  $6,39 \pm 0,73$  mmol/l pour les mâles. Chez les femelles, elle a varié de 1,09 à 9,42 mmol/l avec une moyenne de  $4,38 \pm 0,40$  mmol/l. [8] ont rapporté des valeurs de  $4,7 \pm 0,01$  mEq / L chez les chameaux égyptiens adultes des 2 sexes. Les valeurs de nos résultats pour les mâles sont plus élevées que celles obtenues par [8] mais concordent avec celles enregistrées chez les femelles.

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. Ces résultats sont comparables à ceux de [10] qui ont rapporté une valeur de  $0,72 \pm 0,10$  mmol/l dans la détermination des minéraux des fluides extracellulaires chez le dromadaire et le chat dans la région au Sahel dans le Nord -Est du Nigéria. Mais nos résultats sont inférieurs à ceux de [21] qui ont obtenu respectivement des valeurs de  $1,90 \pm 0,07$  mmol/l chez les chamelles en lactation et de [3] qui a obtenu une valeur de 1,19 mol/l chez le mâle et 1,03 mmol/l chez la femelle. Ils sont inférieurs aussi à ceux de Vyas et al (2011) qui a rapporté une valeur de  $1,89 \pm 0,09$  mmol/l pour les mâles et pour les femelles  $1,52 \pm 0,08$  mmol/l et de ceux de [17] qui ont rapporté des valeurs de  $2,16 \pm 0,19$  mmol/l chez la chamelle.

La Kaliémie obtenue a varié de 1,88 à 5,01 mmol/l avec une moyenne de  $3,74 \pm 0,18$  mmol/l pour les mâles. Elle a été 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 de [17] 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 [10] (2015) qui ont rapporté une valeur de  $4,65 \pm 0,16$  dans les fluides extracellulaires chez les brebis au Sahel dans la région Nord-Est de Nigéria. Toutes fois, en situation expérimentale les résultats de cette étude ont été inférieurs à ceux obtenus par [4], qui a rapporté une valeur de 6,69 mmol/l pour les mâles et 5,52 mmol/l pour les femelles du Sud-Ouest de l'Algérie. Il apparait que le sexe semble avoir un effet significatif sur la kaliémie quel que soit la zone d'étude.

#### 4.3 Concentration sérique en protéine et en minéraux en fonction de la catégorie (âge)

En fonction de l'âge, les résultats obtenus tendent à montrer que la concentration de la protéine totale a été significative. La moyenne était de  $5,89 \pm 0,16$  mmol/l avec un minimum de 3,99 mmol/l et un maximum de 9,37 mmol/l pour les adultes. Pour les jeunes, une moyenne de  $4,78 \pm 0,31$  mmol/l a été

obtenue avec un minimum de 2,98 mmol/l et un maximum de 6,67 mmol/l. Les travaux de [2] et [22] sur les dromadaires soudanais maintenus à des régimes riches en protéines ont obtenu de valeur qui était de  $8,31 \pm 0,85$  g/dl pour la protéine totale. [23] ont eu une valeur de  $5,63 \pm 0,18$  g/dl chez le dromadaire en post-partum. [25] ont rapporté  $6,40 \pm 0,55$  g/ dl chez des chameaux adultes. Nos résultats convergent avec les valeurs de ces différentes études. Par contre, [13] qui ont eu une valeur de 6,55 g/dl semble légèrement élevée que les nôtres. Chez les adultes, la concentration de la protéine totale obtenue est légèrement supérieure à celle des jeunes. Ces différences de valeur seraient dues au fait que les adultes recyclent mieux l'urée que les jeunes en cas de déshydratation ou de conditions physiologiques difficiles. Cependant, les analyses ont montré que la concentration de la protéine totale n'a pas été remarquable en fonction du sexe et du site.

La concentration plasmatique du phosphore obtenue en fonction de la catégorie (âge) a été hautement significative. La valeur enregistrée a été de  $4,59 \pm 0,35$  mmol/l avec un minimum de 1,09 mmol/l et un maximum de 9,42 mmol/l pour les adultes contre  $6,69 \pm 1,03$  mmol/l avec un minimum de 1,60 mmol/l et un maximum de 14,98 mmol/l pour les jeunes. Ces valeurs semblent plus élevées que celles obtenues par [23] soit  $1,01 \pm 0,07$  mmol/l et [13] qui était de  $1,6 \pm 0,7$  mmol/l.

La teneur sérique de sodium a atteint le pic vers 18 mois d'âge. Sing et al (2015) ont rapporté une valeur de  $127,29 \pm 3,08$  mmol/l chez les chamelons sevrés des dromadaires soudanais à un âge supérieur à 1 an. [5] ont rapporté une valeur de  $199,3 \pm 40,49$  mmol/l chez les jeunes chameaux cliniquement normaux dont l'âge était compris entre 9-12 mois. Ce niveau élevé de la teneur plasmatique de sodium peut s'expliquer par le fait que la concentration en sodium et en chlorure dans le sang est plus élevée chez le dromadaire ([16] ; [11]).

## V. CONCLUSION

L'étude a montré une teneur significative en phosphore, en magnésium et en potassium en fonction du sexe et des sites. La teneur en protéine totale et en phosphore a été remarquable entre les deux catégories. Il ressort que les paramètres biochimiques protéiques et minéraux sanguins peuvent constituer des indicateurs de l'état nutritionnel des dromadaires. Ces paramètres pourraient être utilisés afin de déceler une éventuelle carence alimentaire et de diagnostiquer les principaux troubles pathologiques subcliniques. Toutefois, des études ultérieures doivent être conduites pour soutenir ces résultats.

## REFERENCES

- [1] Abdelrahman Mutassim M, Riyadh S. Aljumaah and MoezAyadi. (2013): Variation of Copper, Zinc, Manganese and Magnesium in Blood Serum and Tissues of Two Breeds of Dromedary Camels in Saudi Arabia. *Asian journal of Animal and advances veterinaries*. 8, 91-99 p.
- [2] Ahmed Mohammed Sumia Fadul. (2003): Effect of age on minerals level in milk and serum of camel (*Camelus dromedarius*). A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for Degree of Master of Veterinary science. 86p.
- [3] Aichouni, A. Dellal, R. Jebmawi. (2011) : Influence de la saison sur les paramètres hématologiques du dromadaire (*Camelus dromedarius*) Algérien *Revue Méd. Vét.*, 2011, 162, 7, 327-332 p.
- [4] 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, 201 p.
- [5] 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)*. Vol.11 No.1 1431 (2010) 161-167p.
- [6] Alia SA Amin , Khalid A. Abdoun et Abdalla M. Abdelatif (2007): Seasonal Variation in Blood Constituents of One-humped Camel (*Camelus dromedarius*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10: 1250-1256p.
- [7] Babeker. E A, Elmansoury. Y.A. H et Suileem. 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*. A Volume 3, Numéro 1: 01-08 (ISSN 2228-7701p.
- [8] Barakat MZ et Fattah MA. (1970) : Biochemical Analyse de la normale Camel sang. *Zentble médecine vétérinaire*. 17: 550-557 p.
- [9] Barakat. S.M, Turkey. I.Y, El Bashir. S.M, S. A. Ali and S. A. Omer. (2007) : Comparison of some blood constituents in stabled and grazing camels (*Camelus dromedarius*) in Sudan. *Journal de Science et Technologie* 2007,[17], vol. 8, pp. 21-26 p.
- [10] Benderradji Fadila (2015) : Etude comparative du statut minéral (macro-éléments) des brebis dans la région de Seriana : effet altitude et saison, pour l'obtention du diplôme Magister en sciences vétérinaires, 110p.
- [11] Bengoumi M. (1992) Biochimie clinique du dromadaire et mécanismes de son adaptation à la déshydratation. Thèse Doct. Sci. Agron., IAV Hassan-II, Rabat, Maroc, 178 p
- [12] Bengoumi, M et B. Faye. (2002) : Adaptation du dromadaire à la déshydratation. *Sécheresse*. 13:121-129 p.
- [13] Ben Romdhane. S, Romdane.MN, Feki. M, Sanhag. I .H, Kaabachi. N et M'bazaa.A. (2003) : Valeurs usuelles des principaux constituants biochimiques sériques du dromadaire (*Camelus dromedarius*). *Article, Revue Méd. Vét.*, 2003, 154, 11, 695-702 p.
- [14] Bourdanne (1998) : Elevage des dromadaires au Mali : Approche socio- économique et culturelle. Thèse en vue de l'obtention du grade Docteur Vétérinaire (diplôme d'état) 120p.
- [15] El Khasmi and Faye. (2011): Parathyroid Hormone-Related Peptide and Vitamin D in Phosphocalcic Metabolism for Dromedary Camel. *Review Article, Iranian Journal of Applied Animal Science* 1 (4), 203-211 tropiques 2011 N°307. Accros the globe. 79-84p.
- [16] Kaneko JJ. (1989): *Clinical biochemistry of domestic animals*. New-York: Ed. IV, Academic Press.
- [17] Osman. P.I. Tag El Asfia Ahmed and Al-Busadah Co. I. Khalid Ahmed. (2003): Trace-Elements Status in Saudi Arabian Camels: A comparative study. Final report ,23-3-1424 H. (24-5-2003 G.), 38p.
- [18] Ragounandea Guéodiba. (2000) : Contribution a l'étude de l'évaluation du transfert de l'immunité d'origine maternelle chez le jeune dromadaire. Thèse en vue de l'obtention du grade docteur vétérinaire 117p.
- [19] Riad F. (1995) : Régulation endocrinienne du métabolisme hydroélectrique et phosphocalcique chez le dromadaire. Thèse d'État es-Sciences, Université Hassan II, Casablanca, 225 p.
- [20] SAS, User's Guide. (1996). Version 6, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- [21] Sing Sajjan, Dedar. RK, Legha. RA, PA Bala .PA et Patil NV. (2015) : Minéraux et électrolytes profil chez la chamelle en allaitement et gestantes indiennes. *Journal of Camel Practice and Research*, IP- 59, 90, 174- 186 p.
- [22] Titaouine Mohamed (2006) : Considération zootechniques de l'élevage du dromadaire dans le Sud-Est de l'Algérie : Influence de sexe et de saison et de la saison sur les paramètres sanguins. *Mémoire en Magistrat*, 110 p.
- [23] Vyas Sumant, Saini. Nirmala, DasKiradoo. Baldev, Lukha. Arjun, N and Kishore, Gorakh LTA, et Krishna MurariLalpathak (2011) : Profil minéral Biochemical et tracer en post-parturiente Dromadaire (*Camelus dromedarius*) 2011. *Indien Journal d'Animal les sciences* 81, (6):586-587p.
- [24] Yaakoub Fedjeria (2006) : Evaluation "In Vitro" de la dégradation Des Principaux Fourrages des Zones Arides. *Mémoire en d'obtention de*

Symposium malien sur les sciences appliquées (MSAS) 2018

doctorat, 166 p.

[25] 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, United Arab Emirates University Vol. 2: 32-48 p.