

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE EL-HADJ LAKHDAR-BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



ERIOMEM

Pour L'Obtention Du Diplôme De

MAGISTER EN SCIENCES
VETERINAIRES

Option

Pathologie générale des ruminants

Présentée Par :

BENDERRADJI FADILA

THEME

Etude comparative du statut minéral (macro-
éléments) des brebis dans la région de Seriana : effet
altitude et saison

Jury :		Grade Et Université	
Président :	M. TLIDJANE	Professeur	Université El-Hadj Lakhdar Batna
Rapporteur :	T. MEZIANE	Professeur	Université El-Hadj Lakhdar Batna
Examineurs:	O. BENNOUNE	M.C.A	Université El-Hadj Lakhdar Batna
	K. DEGHNOUCHE	M.C.A	Université Mohamed khider Biskra

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2014/2015

Remerciement

*Nos gracieux remerciements s'adressent à **Dieu** notre créateur tout puissant qui m'a donné la volonté, la patience et fourni l'énergie et la force pour achever ce travail et de venir au bout de cette formation.*

*Ce travail a été revu, rectifié et approuvé par mon promoteur Mr **Meziane Toufik**, Professeur à l'université EL HADJ LAKHDER-BATNA, je le remercie d'abord pour m'avoir fait confiance, pour m'avoir encadré et dirigé, ensuite pour ses conseils précieux, ces orientations judicieuses et ces directives efficaces. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et respect.*

*A Monsieur **Tidjane Madjid**, Professeur à l'Université EL HADJ LAKHDER-BATNA, Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury. Hommages respectueux,*

*Notre vive reconnaissance s'adresse également à Mr **Bennoune Omar**, maître de conférences à l'université EL HADJ LAKHDER-BATNA pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ma mémoire et de faire partie du jury de soutenance.*

*Je tiens également à présenter mes sincères remerciements à Me **Deghnouche Kahramen**, maître de conférences à l'université de Biskra., qui a bien voulu accepter d'examiner ce travail et de faire partie de ce jury.*

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé au niveau du laboratoire central de l'Etablissement Public Hospitalier d'Ouled Djellal.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

*Aux plus chères personnes du monde, à **mes parents**, à qui je dois mon éducation et ma réussite. De tout temps, leur affection a été ma plus grande joie qui me rappelle que je dois travailler et faire profit même des jours de tristesse. Je leur devrai de les aimer encore plus, quoi que rien ne puisse égaler leur amour, leur tendresse et leur encouragement. Que dieu les gardent pour moi en bonne santé*

A mon mari "Nadir", et mon enfant "Mohamed Amine".

A mes frères "Lehbib, Abdelali et Oualid" et mes sœurs "Hafida, Malika, Zahia, Khadidja et Sara".

A mes oncles et mes tantes

A mes cousins et cousines

A toute ma famille

A toutes mes amies, surtout "Nora" et "Meriem"

A tous ceux qui me sont chers, en témoignage de ma profonde affection.

Sommaire

Liste des Abréviations

Liste des tableaux

Liste des Figures

Introduction

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : L'élevage ovin en Algérie

I.1. Aperçu de l'élevage ovin en Algérie.....	01
I.2. Effectif et localisation de l'élevage ovin en Algérie.....	02
I.3. Importance de l'élevage ovin en Algérie.....	03
I.4. Principaux systèmes d'élevage ovin.....	04
I.4.1. Système extensif.....	04
I.4.1.1. Le système pastoral.....	04
I.4.1.2. Le système agropastoral.....	04
I.4.2. Système semi-extensif.....	05
I.4.3. Système intensif.....	05
I.5. Description et caractéristiques de la race Ouled Djellal	05
I.6. Contraintes majeurs de l'élevage ovin en Algérie.....	06

Chapitre II : Alimentation des brebis

II.1. Généralités.....	08
II.2. Le rationnement	08
II.3. Besoins alimentaires des brebis et recommandations.....	09
II.3.1. Brebis tarie, ou mise à la lutte.....	09
II.3.2. Brebis en gestation.....	10
II.3.3. Brebis en lactation.....	11
II.4. Importance d'une bonne alimentation.....	13

Chapitre III : Métabolisme des éléments minéraux

III.1. Généralités	15
III.2. Etude des éléments minéraux majeurs.....	17
III.2.1. Calcium et Phosphore.....	17
III.2.1.1. Calcium	17

III.2.1.1. 1. Métabolisme du Calcium	17
III.2.1.1.1.1. Absorption.....	17
III.2.1.1.1.2. Excrétion.....	18
III.2.1.1.1.3. Répartition.....	19
III.2.1.1.1.4. Rôles physiologiques.....	20
III.2.1.2. Phosphore.....	20
III.2.1.2.1. Métabolisme du Phosphore.....	20
III.2.1.2.1.1. Absorption.....	21
III.2.1.2.1.2. Excrétion.....	21
III.2.1.2.1.3. Répartition.....	22
III.2.1.2.1.4. Rôles physiologiques.....	22
III.2.1.3. Homéostasie Phosphocalcique.....	23
III.2.2. Magnésium	23
III.2.2.1. Métabolisme du Magnésium.....	23
III.2.2.1.1. Absorption.....	23
III.2.2.1.2. Excrétion	24
III.2.2.1.3. Répartition.....	25
III.2.2.1.4. Rôles physiologiques.....	25
III.2.3. Le Potassium, le Sodium et le Chlore	26
III.2.3.1. Métabolisme	26
III.2.3.1.1. Absorption	26
III.2.3.1.1.1. Potassium	26
III.2.3.1.1.2. Sodium et Chlore	26
III.2.3.1.2. Excrétion.....	27
III.2.3.1.2.1. Potassium	27
III.2.3.1.2.2. Sodium et Chlore	27
III.2.3.1.3. Répartition.....	28
III.2.3.1.3.1. Potassium	28
III.2.3.1.3.2. Sodium et Chlore	28
III.2.3.1.4. Rôles Physiologiques.....	28
III.2.3.1.4.1. Potassium.....	28
III.2.3.1.4.2. Sodium et Chlore.....	29
III.3. Etude des oligo-éléments.....	29
III.3.1. Le Fer.....	30

III.3.1.1. Métabolisme de Fer	30
III.3.1.1.1. Absorption.....	30
III.3.1.1.2. Excrétion.....	30
III.3.1.1.3. Stockage de Fer	31
III.3.1.1.4. Répartition.....	31
III.3.1.1.5. Rôles Physiologiques.....	31

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et Méthodes

I.1. Monographie de la région	33
I.1.1. Situation géographique et localisation	33
I.1.2. Caractéristiques climatiques	33
I.1.2.1. Température	33
I.1.2.2. Pluviométrie	34
I.1.2.3. Les vents	35
I.1.2.4. Ressources hydriques	35
I.1.3. Agriculture et production animale	35
I.1.3.1. Agriculture	35
I.1.3.2. Production animale	35
I.2. Matériels et méthodes	36
I.2.1. Matériels	36
I.2.1.1. Animaux	36
I.2.1.2. Alimentation et abreuvement	36
I.2.2. Méthodes	37
I.2.2.1. Prélèvement sanguins	37
I.2.2.2. Méthodes de dosage des minéraux plasmatiques	38
I.2.2.2.1. Calcium	38
I.2.2.2.2. Phosphore	38
I.2.2.2.3. Magnésium	38
I.2.2.2.4. Potassium	39
I.2.2.2.5. Sodium	39
I.2.2.2.6. Chlore	39
I.2.2.2.7. Fer	40
I.2.3. Analyses statistiques	40

Chapitre II: Résultats et discussions

II.1. Les paramètres plasmatiques du métabolisme minéral	42
II.1.1. Les macroéléments	43
II.1.1.1. Calcium	43
II.1.1.1.1. Influence du stade physiologique	44
II.1.1.1.1.1. Au niveau de la montagne	44
II.1.1.1.1.2. Au niveau de la plaine	45
II.1.1.1.2. Influence de la saison.....	46
II.1.1.2. Phosphore	48
II.1.1.2.1. Influence du stade physiologique	49
II.1.1.2.1.1. Au niveau de la montagne	49
II.1.1.2.1.2. Au niveau de la plaine	49
II.1.1.2.2. Influence de la saison	51
II.1.1.3. Magnésium	53
II.1.1.3.1. Influence du stade physiologique	54
II.1.1.3.1.1. Au niveau de la montagne	54
II.1.1.3.1.2. Au niveau de la plaine	55
II.1.1.3.2. Influence de la saison.....	55
II.1.1.4. Sodium	57
II.1.1.4.1. Influence du stade physiologique	58
II.1.1.4.1.1. Au niveau de la montagne	58
II.1.1.4.1.2. Au niveau de la plaine	58
II.1.1.4.2. Influence de la saison	59
II.1.1.5. Potassium	61
II.1.1.5.1. Influence du stade physiologique	62
II.1.1.5.1.1. Au niveau de la montagne	62
II.1.1.5.1.2. Au niveau de la plaine	62
II.1.1.5.2. Influence de la saison	63
II.1.1.6. Chlore	65
II.1.1.6.1. Influence du stade physiologique	66
II.1.1.6.1.1. Au niveau de la montagne	66
II.1.1.6.1.2. Au niveau de la plaine.....	66
II.1.1.6.2. Influence de la saison	67
II.1.2. Les oligo-éléments	69

II.1.2.1. Le Fer	69
II.1.2.1.1. Influence du stade physiologique.....	70
II.1.2.1.1.1. Au niveau de la montagne	70
II.1.2.1.1.2. Au niveau de la plaine	70
II.1.2.1.2. Influence de la saison	71

Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES ABREVIATIONS

°C : Degré Celsius.

µg/dl : Microgramme /décilitre.

Ca : Calcium.

CaBP : Calcium binding protein.

Cl : Chlore.

Fe : Fer.

ha : Hectare.

IG : Intestin grêle.

K : Potassium.

mEq/l : Milliéquivalent/litre.

Mg : Magnésium.

mg/l : Milligramme /litre.

Mmol/l : Millimol/litre.

MS : Matière Sèche.

MSI : Matière sèche ingérée.

Na: Sodium.

P: Phosphore.

PC: Poids corporelle.

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin

PTH: Parathormone.

Std : Standard d'erreur.

UE : Unité d'Encombrement.

UF : Unité Fourragère.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 :	Distribution du calcium dans l'organisme (Rosol et al., 1995 cité par Rosol et Capen, 1997)	19
Figure 02 :	Variation de la calcémie en fonction du stade physiologique, et de la région	46
Figure 03 :	Variation de la calcémie en fonction de la saison, et de la région	47
Figure 04 :	Variation de la phosphatémie en fonction du stade physiologique, et de la région	51
Figure 05 :	Variation de la phosphatémie en fonction de la saison, et de la région.....	52
Figure 06 :	Variation de la magnésiémie en fonction du stade physiologique, et de la région	55
Figure 07 :	Variation de la magnésiémie en fonction de la saison, et de la région	56
Figure 08 :	Variation de la natrémie en fonction du stade physiologique, et de la région	59
Figure 09 :	Variation de la natrémie en fonction de la saison, et de la région.....	60
Figure 10 :	Variation de la kaliémie en fonction du stade physiologique, et de la région	63
Figure 11 :	Variation de la kaliémie en fonction de la saison, et de la région	64
Figure 12 :	Variation de la chlorémie en fonction du stade physiologique, et de la région	67
Figure 13 :	Variation de la chlorémie en fonction de la saison, et de la région	68
Figure 14 :	Variation de sidérémie en fonction du stade physiologique, et de la région.	71
Figure 15 :	Variation de sidérémie en fonction de la saison, et de la région.....	72

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 :	Evolution de l'effectif du cheptel ovin de 2003 à 2010 ($\times 10^3$ têtes) (Ministère de l'Agriculture : Statistiques agricoles (2003- 2010)).....	02
Tableau 02 :	Localisation des races ovines en Algérie (CN AnGR, 2003)	03
Tableau 03 :	Besoins alimentaires et capacité d'ingestion de la brebis adultes (tarées ou en début de gestation) (Bocquier et al., 1988).....	10
Tableau 04 :	Apports alimentaires recommandés en fin de gestation selon le poids des brebis et l'importance de la portée : conséquences sur la capacité d'ingestion (Bocquier et al., 1988).....	11
Tableau 05 :	Besoins de lactation des brebis allaitantes selon le croît quotidien de la portée entre 10 et 30 J après l'agnelage (Bocquier et al., 1988).....	12
Tableau 06 :	Guide des concentrations désirables des minéraux dans la matière sèche de la ration (SCA, 1990 Cité par Corbett et Ball, 2002).....	16
Tableau 07 :	Contenu minéral du lait de la brebis (Park et al, 2007)	17
Tableau 08 :	Moyennes mensuelles des températures en °C de l'année 2013 (Station météorologique, Batna, 2014).....	34
Tableau 09 :	Moyennes mensuelles des précipitations de l'année 2013 (Station météorologique, Batna, 2014).....	34
Tableau 10 :	Effectif du cheptel ovin dans la commune de Seriana (D.S.A de Sérïana, 2014).	36
Tableau 11 :	ration alimentaire consommée par les brebis	37
Tableau 12 :	Variation de la calcémie (mg/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région	43
Tableau 13 :	Variation de la phosphatémie (mg/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région.....	48
Tableau 14 :	Variation de la magnésémie (mg/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région	53
Tableau 15 :	Variation de la natrémie (mEq/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région	57
Tableau 16 :	Variation de la kaliémie (mEq/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région	61
Tableau 17 :	Variation du chlore plasmatique (mEq/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région	65

Tableau 18 : Variation de la sidérémie ($\mu\text{g/dl}$), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région	69
--	----

INTRODUCTION

INTRODUCTION

En Algérie, l'élevage ovin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles et occupe une place très importante dans le domaine de la production animale, et constitue le premier fournisseur de viande rouge du pays. Cet élevage, géré de manière traditionnelle dans la quasi-totalité des exploitations privées et certaines fermes étatiques, subit les affres des aléas climatiques, nutritionnels et pathologiques. La faible productivité des troupeaux nationaux est attribuée à une mauvaise conduite de la reproduction et de l'alimentation des troupeaux qui est souvent de type extensif (Bencherif, 2011).

La reproduction et l'alimentation représentent deux paramètres préoccupant pour les productions animales et particulièrement chez les ovins. La maîtrise de ces deux paramètres représente un enjeu majeur pour optimiser le potentiel génétique des animaux. Donc Les brebis doivent être en bonne santé pendant et après la gestation afin de produire des agneaux viables. L'identification des changements dans le métabolisme de ces brebis dans les différentes phases de production, la détermination des états métaboliques anormaux et la prédiction de certains troubles métaboliques peuvent fournir des avantages aux producteurs. Pour cela le profile métabolique est important afin de prédire les problèmes métaboliques liés au prépartum et/ou postpartum, il est utilisé aussi dans le diagnostic des maladies métaboliques et dans l'évaluation de l'état nutritionnel des animaux (Khatun et al., 2011).

Simultanément avec l'intensification des systèmes de production et le développement des technologies, les chercheurs ont recherché des indicateurs biologiques qui permettent d'évaluer avec plus de certitude l'état métabolique des animaux, afin de détecter le plutôt possible les troubles du métabolisme, de les corriger rapidement et d'éviter de nouvelles dépenses vétérinaires et les baisses de productions (Haffaf et al., 2013).

Le métabolisme des substances minérales joue un rôle important dans la régulation des fonctions physiologiques en particulier durant la période puerpérale. Leurs concentrations dans la circulation sanguine représentent des mécanismes homéostatiques qui sont en relation étroite avec la régulation neuro-hormonal (Krajnicakova et al., 2003). Les carences et les déséquilibres minéraux sont souvent cités comme causes de la mauvaise reproduction. Ainsi, le profil minéral de sang peut être utilisé pour prédire les problèmes liés au pré-partum et/ou post-partum associées à des carences minérales (Khaled et Illek, 2012).

L'objectif général de notre étude est de déterminer le profil minéral des deux lots de brebis reproductrices vivant dans la région de Seriana durant la saison sèche, le premier lot des brebis est localisé dans la montagne par contre l'autre lot se trouve au niveau de la plaine. Donc on prend comme facteurs pouvant influencer le statut minéral de ces brebis " la saison, l'altitude de la région et le stade physiologique des brebis".

PREMIERE PARTIE
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I
L'ELEVAGE OVIN EN ALGERIE

I.1. Aperçu de l'élevage ovin en Algérie

En Algérie, l'élevage ovin constitue une véritable richesse nationale pouvant être appréciée à travers son effectif élevé par apport aux autres spéculations animales et particulièrement par la multitude de races présentes, ce qui constitue un avantage et une garantie sûre pour le pays (Dekhili, 2010). Les populations ovines locales sont constamment soumises à l'adversité du milieu (rigueur du climat, contraintes alimentaires) et se caractérisent par une rusticité remarquable mais elles présentent des résultats de production hétérogènes et des caractéristiques morphologiques diverses qui semblent avoir une origine génétique différente (Benyoucef et al., 2000).

Selon Chellig (1992), Le cheptel ovin, premier fournisseur en Algérie de viande rouge, est dominé par 3 races principales bien adaptées aux conditions du milieu :

- La race arabe blanche Ouled Djellal, la plus importante, environ 58% du cheptel national, adaptée au milieu steppique, présente des qualités exceptionnelles pour la production de viande et de laine ;
- La race Rumbi, des djebels de l'Atlas Saharien, à tête et membres fauves, représente environ 12% du cheptel ;
- La race rouge Béni Ighil (dite Hamra en rappel de sa couleur) des Hauts plateaux de l'Ouest, 21% du cheptel, race berbère très résistante au froid, autochtone d'Afrique du Nord.

Quatre races secondaires ovines existent également en Algérie (Nedjraoui, 2003) :

- La race Berbère à laine Zoulai de l'Atlas Tellien adaptée aux parcours montagnard ;
- La race Dmen, saharienne de l'Erg Occidental très intéressante par sa prolificité élevée ;
- La race Barbarine, saharienne de l'Erg Oriental ;
- La race Targuia-Sidaou, sans laine, race peul, élevée par les touaregs du Sahara Central.

Quelques variétés plus rares sont également mentionnées telles que la Taadmit issue d'un croisement entre Ouled Djellal et les béliers Mérinos, aussi on trouve quelques troupeaux isolés du type Mérinos correspondent à des tentatives d'intensification de la production ovine (Deghnouche, 2011). Il existe une forte concurrence entre les différentes populations locales, en rapport avec les transformations des systèmes de production et les bouleversements socio-

économiques qui ont affecté l'Algérie durant les quatre dernières décades. On note une forte progression des effectifs et des produits de croisement de la population Ouled Djellal avec les autres types de population non seulement en Algérie mais également au Maroc et en Tunisie (CN AnGR, 2003).

I.2. Effectif et localisation de l'élevage ovin en Algérie

L'espèce ovine, la plus importante en effectif, représente la plus grande ressource animale du pays. Il est difficile de connaître avec précision l'effectif exact du cheptel ovin national, le système de son exploitation principalement nomade et traditionnel ne le permet pas (Khiati, 2013). Selon les statistiques du Ministère de L'Agriculture l'effectif ovin a été estimé à environ 22,868 millions de têtes en 2010.

Tableau 01 : Evolution de l'effectif du cheptel ovin de 2003 à 2010 ($\times 10^3$ têtes) (Ministère de l'Agriculture : Statistiques agricoles (2003- 2010))

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ovin	17 502	18293	18 909	19 615	20 154	19 946	21 404	22 868

L'évolution globale des effectifs du cheptel ovin a été marquée sensiblement, depuis un demi-siècle, par désordre qui relève de certains facteurs inhérents au développement, la progression et l'intensification de la céréaliculture vers la steppe et avec un système pastoral implanté dans des zones arides ou semi-arides qu'est caractéristique de la société nomade pratiquant des mouvement de transhumance avec une utilisation extensive des parcours sur de longues distances et un usage de terres dans l'accès est plus au mois réglementé et collectif. Ainsi l'alimentation des ovins est largement basée sur la valorisation des "unités fourragères gratuites" (Rondia, 2006 cité par Khiati, 2013).

Les ovins sont répartis sur toute la partie du nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi-arides céréalières (80% de l'effectif total) ; il existe aussi des populations au Sahara exploitant les ressources des oasis et des parcours désertiques (CN AnGR, 2003).

Dans les hautes plaines semi-arides de l'Est algérien l'élevage ovin est pratiqué par plus de 80% des exploitations agricoles et occupe la première place par rapport aux autres espèces (bovines et caprines). Bien que leur importance ne soit pas en elle-même une spécialisation, les ovins constituent une activité au sein d'un ensemble de systèmes de production qui peuvent être

qualifiés de complexes, souvent basés sur l'association polycultures-élevages (Benyoucef et al., 2000).

Tableau 02 : Localisation des races ovines en Algérie (CN AnGR, 2003).

Races	Aire de répartition
Ouled Djellal	Steppe et hautes plaines
Rembi	Centre Est (Steppe et hautes plaines)
Hamra ou Beniguil	Ouest de Saida et limites zones Sud
Berbère	Massifs montagneux du Nord de l'Algérie
Barbarine	Erg oriental sur frontières tunisiennes
D'men	Oasis du sud Ouest algérien
Sidahou	Le grand Sahara Algérien

I.3. Importance de l'élevage ovin en Algérie

En Algérie les ovins sont essentiellement composés de races locales qui sont exploitées pour la viande et secondairement pour le lait et la laine dans des conditions arides et semi-arides, auxquelles elles s'adaptent de façon remarquable (Benyoucef et al., 2000). Donc l'élevage ovin est une activité économique (liée à l'exploitation des ressources pastorales) qui continue à jouer un rôle vital dans l'agriculture et l'économie de notre pays, elle représente une part substantielle dans le produit intérieur brut (Kanoun et al., 2007).

L'élevage ovin représente la spéculation agricole la plus importante. Le secteur de la production animale, fournie près de 5 billions de dollars. L'élevage des petits ruminants, contribue avec 52% et représente 35% de la production agricole totale (Benaissa, 2001 cité par Deghnouche, 2011). Les principales productions ovines algériennes sont connues essentiellement dans les zones steppiques où le mouton algérien a acquis des aptitudes caractérisant ses performances productives particulières (Deghnouche, 2011). Selon Bencherif (2011) l'élevage ovin constitue la principale ressource de territoire steppique et apporte sa contribution à l'économie nationale par ses produits diversifiés (viande, laine, peau), les emplois et les revenus monétaires qu'il génère.

Donc le mouton est le seul animal de haute valeur économique à pouvoir tirer profit des espaces de 40 millions d'hectares de pâturage des régions arides constituées par la steppe qui couvre 12 millions d'hectares. Ainsi, de par son importance, il joue un rôle prépondérant dans l'économie et participe activement à la production des viandes rouges (Harkat et Lafri, 2007).

L'élevage ovin occupe ainsi une place importante sur le plan économique et social, sa contribution à l'économie nationale est importante dans la mesure où il représente un capitale de plus d'un milliard de dinars, c'est une source de revenu pour de nombreuses familles à l'échelle de plus de la moitié du pays (Mohammedi, 2006 cité par Deghnouche, 2011).

I.4. Principaux systèmes d'élevage ovin

D'après des études effectuées par différents instituts techniques sur les systèmes de production animale existants en Algérie, trois principaux types de systèmes se distinguent par la quantité de consommation des intrants et par le matériel génétique utilisé (CN AnGR, 2003). Les systèmes d'élevage ovin restent largement dominés par les races locales et se distinguent essentiellement par leur mode de conduite alimentaire (Rondia, 2006 cité par Ami, 2013).

I.4.1. Système extensif

En Algérie, ce type de système domine ; le cheptel est localisé dans des zones avec un faible couvert végétal, à savoir les zones steppiques, les parcours sahariens et les zones montagneuses. Ce système concerne toutes les espèces animales locales (Adamou et al., 2005). Le système de production extensif concerne surtout l'ovin et le caprin en steppe et sur les parcours sahariens (CN AnGR, 2003). Dans ce système d'élevage on distingue deux sous systèmes :

I.4.1.1. Le système pastoral:

L'éleveur hérite les pratiques rituelles ; nonobstant les nouvelles technologies et l'évolution des conduites d'élevage, ce dernier maintient les habitudes transmises par ses ancêtres. Ce type d'élevage se base sur le pâturage, le principe se résume à transhumier vers le nord pendant le printemps à la quête de l'herbe "achaba" et le retour vers le sud se fait en automne "azzaba".

I.4.1.2. Le système agropastoral :

L'alimentation dans ce type d'élevage est composée en grande partie de pâturage à base de résidus de récoltes, complémenté par la paille d'orge et de fourrage sec ; les animaux sont abrités dans des bergeries (Adamou et al., 2005).

Ce mode d'élevage se caractérise par une reproduction naturelle, non contrôlée que ce soit pour la charge bélier/brebis, la sélection, l'âge de mise à la reproduction ou l'âge à la réforme, l'insuffisance de ressources alimentaires surtout dans les parcours steppiques ou se situe

la plus grande concentration ovine (Mamine, 2010), les élevages sont de type familial, destinés à assurer l'autoconsommation en produits animaux et à fournir un revenu qui peut être conséquent les bonnes années (forte pluviométrie) (CN AnGR, 2003).

I.4.2. Système semi-extensif

La sédentarisation des troupeaux au niveau des hauts plateaux, est à l'origine d'un système de conduite semi-intensif qui associe l'élevage à la céréaliculture en valorisant les sous-produits céréaliers (chaumes, paille) (Mamine, 2010). Ce système est répandu dans des grandes régions de cultures ; par rapport aux autres systèmes d'élevage il se distingue par une utilisation modérée des aliments et des produits vétérinaires. Les espèces ovines sont localisées dans les plaines céréalières, les animaux sont alimentés par pâturage sur jachère, sur résidus de récoltes et bénéficient d'un complément en orge et en foin (Adamou et al., 2005).

I.4.3. Système intensif

Contrairement au système extensif, ce type de système fait appel à une grande consommation d'aliments, une importante utilisation de produits vétérinaires ainsi qu'à des équipements pour le logement des animaux (Adamou et al., 2005).

Ce système est destiné à produire des animaux bien conformés pour d'importants rendez-vous religieux (fête du sacrifice et mois de jeûne) et sociaux (saison des cérémonies de mariage et autres), il est pratiqué autour des grandes villes du nord et dans certaines régions de l'intérieur, considéré comme marché d'un bétail de qualité. L'alimentation est constituée de concentré, de foin et de paille, de nombreux sous-produits énergétiques sont aussi incorporés dans la ration (CN AnGR, 2003).

I.5. Description et caractéristiques de la race Ouled Djellal

C'est la plus importante et la plus intéressante des races ovines algériennes. C'est une race entièrement blanche, à laine et queue fine, à taille haute, à pattes longues, apte pour la marche. Elle craint cependant les grands froids. C'est une excellente race à viande. Le bélier pèse 80 kg et la brebis 60 kg. Elle a comme berceau le centre et l'Est algérien, vaste zone allant de l'Oued Touil (Laghout- Chellala) à la frontière tunisienne (Dekhili et Aggoun, 2007). Cette race est subdivisée en trois variétés (CN AnGR, 2003) :

- La Ouled Djellal proprement dite qui peuple les Ziban, Biskra et Touggourt. C'est la variété la plus adaptée à la marche, elle est communément appelée la "transhumante" ;

- La Ouled Nail qui peuple le Hodna, Sidi Aissa, M'sila, Biskra et Sétif. C'est le type le plus lourd, elle est communément appelée "Hodnia" ;
- La Chellala qui peuple la région de Laghouat, Chellala et Djelfa. C'est la variété la plus petite et la plus légère.

Selon Chellig (1992), les performances de reproduction de la race Ouled Djellal sont comme suit :

- Age au premier œstrus (chaleur) : agnelle fécondé 8 à 10 mois.
- Saisonnalité de l'œstrus : Deux saisons : avril-juillet et octobre-novembre.
- Mise à la lutte : 18 mois.
- Première mise bas : 24 mois.
- Intervalle entre deux agnelages : 11-12 mois.
- Fécondité : 93%.
- Prolificité : 110%.
- Productivité au sevrage : 70% en élevage nomade, 80% en élevage sédentaire.
- Longévité : Brebis : 10 ans, Bélier : 12 ans.

Certains auteurs s'accordent à reconnaître à la Ouled Djellal de bonnes qualités de reproduction, de bonnes aptitudes maternelles et une résistance aux conditions difficiles (Dekhili et Aggoun, 2005). Les performances de reproduction de la race Ouled Djellal ne sont pas supérieures à celles des autres races algériennes, cependant la rusticité dans les différentes conditions et la productivité pondérale de cette race expliquent sa rapide diffusion sur l'ensemble du pays sauf dans le sud, elle tend même à remplacer certaines races dans leur propre berceau (c'est le cas de la race Hamra). Donc cette race fait preuve d'une adaptation parfaite aux objectifs recherchés par les éleveurs et progresse dans les régions à tradition agricole par substitution aux autres races (CN AnGR, 2003).

I.6. Contraintes majeurs de l'élevage ovin en Algérie

L'élevage ovin est handicapé par plusieurs facteurs, parmi lesquels : l'absence d'appui technique sur le terrain, absence de politique d'élevage appropriée, les éleveurs sont livrés à eux même menant leurs troupeaux selon leur connaissances ancestrales (Dekhili, 2010).

Selon Mamane (2010), l'élevage ovin en Algérie est pratiqué de manière extensive se référant à un mode de conduite traditionnelle qui limite la productivité du cheptel ovin, aussi ce mode d'élevage se caractérise par :

- Une reproduction naturelle, non contrôlée que ce soit pour la charge bélier/ brebis, la sélection, l'âge de mise à la reproduction ou l'âge à la réforme.
- L'insuffisance de ressources alimentaires surtout dans les parcours steppiques où se situe la plus grande concentration ovine, avec le plus souvent un nomadisme fonction de la disponibilité fourragère laquelle est tributaire des conditions climatiques.
- Les mauvaises pratiques d'élevages conséquentes au faible niveau de technicité des éleveurs.

Selon Harkat et Lafri (2007), 75% du cheptel ovin se trouvent concentrés dans la steppe et conduit en système extensif qui se caractérise par sa forte dépendance vis-à-vis de la végétation naturelle très ligneuse et donc demeure très influencé par les conditions climatiques. Ce qui au demeurant, engendre une faible productivité de l'élevage ovin. Ce faible taux de productivité ajouté à un poids de carcasse relativement faible concourt à une insuffisance de la production de viandes rouges. Aussi une diminution de la production ovine n'est qu'une conséquence de l'interaction de plusieurs facteurs (exode rural, sécheresse) mais aussi l'archaïsme de nos élevages à sa part de responsabilité.

Selon Bencherif (2011), l'élevage pastoral des ovins est soumis à de fortes incertitudes liées aux aléas climatiques et aux variations des prix des animaux et des grains, ce qui peut expliquer la faiblesse des investissements et du niveau de productivité.

Si un jour l'Algérie devait s'en sortir de la dépendance alimentaire et en finir avec l'importation de viandes rouges, c'est par le biais des ovins qu'elle pourra le faire, pour cela la productivité des troupeaux doit être maximisée à travers une production élevée. Le bénéfice immédiat de cette production élevée, serait un revenu plus élevé par troupeaux et donc la spéculation ovine devient plus intéressante aux yeux des éleveurs (Dekhili, 2010). Aussi l'évolution vers de nouveaux systèmes de production ovine peut être accompagnée de formes d'amélioration génétique et d'intégration des activités d'élevage (Benyoucef et al., 2000).

CHAPITRE II

ALIMENTATION DES BREBIS

II.1. Généralités

L'alimentation est un poste budgétaire important, puisqu'elle représente 45 à 55 % des charges opérationnelles. Sa maîtrise aura une influence sur les résultats économiques mais aussi sur les performances de reproduction et de production (Dudouet, 2003). Donc l'alimentation est, d'une façon générale, l'un des principaux facteurs conditionnant la production animale. Ses effets peuvent se noter aussi bien sur la quantité que la qualité des produits animaux (Caja et Gargouri, 1995).

Au sein d'un troupeau, la diversité des stades physiologiques est le premier facteur d'hétérogénéité des besoins alimentaires (Bocquier et al., 1995). Chacune des phases du cycle de production des ovins peut se caractériser par des besoins alimentaires et par des apports énergétiques, azotés ou minéraux. Au cours d'un cycle de production (gestation, lactation et repos) les besoins alimentaires de la brebis varient dans un rapport de 1 à 3 pour l'énergie et de 1 à 4 pour les protéines alors que sa capacité d'ingestion ne varie que de 1 à 2,3 seulement, il en résulte donc une succession de phases d'excédent ou de déficit des apports par rapport aux besoins (Bocquier et al., 1988 ; Gadoud et al., 1992), les excédents sont stockés sous forme de graisses de réserve qui sont mobilisées au cours des périodes de déficit, par ailleurs, les brebis ne disposent que de très faibles réserves en protéines et un déficit entraîne presque toujours une baisse de performances. Les apports excédentaires en protéines sont éliminés par l'animal dans l'urine (Bocquier et al., 1988 ; Gadoud et al., 1992 ; Caja et Gargouri, 1995 ; Dudouet, 2003).

II.2. Le rationnement

Le rationnement constitue le moyen de calcul d'une ration avec comme objectif l'arrivée à une bonne couverture des besoins de l'animal en énergie, azote, minéraux et vitamine. Ces besoins se répartissent en : besoins d'entretien, de croissance et de production. Une ration donnée à un animal, outre la couverture des besoins de ce dernier, doit présenter un certain équilibre dans sa composition chimique, que ses éléments nutritifs doivent être assimilables et qu'elle ne doit pas contenir de substances toxiques ou d'éléments antinutritionnels (Safsaf, 2014). Donc le rationnement du troupeau ovin consiste à évaluer les besoins des animaux et à établir une ration alimentaire qui puisse les couvrir en faisant appel en priorité aux aliments produits par la ferme, et par la suite en acheter (Toussaint, 2001), aussi il consiste à maximiser la consommation de fourrage en limitant les apports de concentré (Bocquier et al., 1988 ; Gadoud et al., 1992).

Une alimentation rationnelle et économique des brebis sans diminution des performances repose sur une bonne gestion de leurs réserves corporelles au cours du cycle de production (Gadoud et al., 1992 ; Dirand, 2007).

II.3. Besoins alimentaires des brebis et recommandations

II.3.1. Brebis tarie, ou mise à la lutte

A ce stade du cycle de production, les besoins de la brebis dépendent surtout de son poids vif et de la nécessité ou pas de reconstituer les réserves corporelles dont elle aura besoin à la fin de gestation et surtout au début de lactation. Cette reconstitution doit être précoce car la réussite de la prochaine lutte dépend du poids et de l'état corporel de la brebis 4 à 6 semaines avant la saillie (Bocquier et al., 1988).

En période de lutte, on peut compenser un état d'engraissement moyen par un flushing, cette suralimentation énergétique pendant la période de reproduction (3 semaines avant et 3 semaines après la lutte) permet d'améliorer la prolificité et la fertilité du troupeau (Hassoun et Bocquier, 2007). Ce flushing peut être obtenu par l'amélioration de la qualité des aliments offerts (choix d'herbe ou de fourrage moins encombrants), par l'augmentation des quantités disponibles ou offertes ou enfin, surtout en bergerie, par la distribution d'aliments concentrés. Les effets du flushing sont variables selon l'état initial du troupeau : maximum pour des brebis en état corporel moyen (note de 2,5 à 3), son efficacité est pratiquement nulle pour des brebis très grasses (note supérieure à 4) ou trop maigres (Bocquier et al., 1988).

Au cours de la période de mise à la lutte la note moyenne d'état corporel recommandée est de 3 à 3,5 et que le flushing ne serait efficace que si cette note est comprise entre 2,2 et 3 (Gadoud et al., 1992) ou entre 2,5 et 3 (Dudouet, 2003).

La brebis tarie, non gestante, a des besoins nutritionnels limités. Si les disponibilités alimentaires le permettent, on peut utiliser cette période pour permettre à la brebis de reconstituer ses réserves corporelles (Guerouali et Boulanouar, 2005).

Tableau 03 : Besoins alimentaires et capacité d'ingestion de la brebis adulte
(tarie ou en début de gestation) (Bocquier et al, 1988).

Age	Poids vif (kg)	Besoins d'entretien				Capacité d'ingestion (UEM)		
		UFL (/j)	PDI (g/j)	Ca (g/j)	P (g/j)	Note d'état des brebis		
						2 à 2,5	3 à 3,5	4 à 4,5
Adulte	40	0,52	42	3,0	2,0	1,4	1,3	1,2
	50	0,62	50	3,5	2,5	1,7	1,5	1,4
	60	0,71	57	4,0	3,0	1,9	1,7	1,6
	70	0,80	64	4,5	3,5	2,2	2,0	1,8

II.3.2. Brebis en gestation

Au cours de début de gestation (les 3 premiers mois), les besoins alimentaire n'augmentent pas notablement par rapport à ceux d'une brebis en entretien du fait d'une croissance modeste du (ou des) fœtus. Cependant, à cette période, il est recommandé d'alimenter les brebis au-dessus du strict besoin énergétique d'entretien ; cet excédent d'énergie permettra de poursuivre la reconstitution des réserves corporelles (Hassoun et Bocquier, 2007). Une note d'état corporel de 3 à 3,5 est recommandé en début de gestation (Gadoud et al., 1992).

La fin de la gestation (4^e et 5^e mois) est la période la plus délicate du cycle reproductif de la brebis car ses besoins s'accroissent très rapidement alors que sa capacité d'ingestion diminue. Les apports alimentaires recommandés en fin de gestation sont inférieurs aux besoins pour l'énergie et supposent qu'une partie de ceux-ci sont couverts par les réserves corporelles, alors que les apports en protéines sont légèrement supérieurs aux besoins pour subvenir aux exigences des fœtus car la brebis n'a que de très faibles réserves protéiques (Bocquier et al., 1988 ; Gadoud et al., 1992),

L'alimentation en fin de gestation a une incidence sur le poids des fœtus, la vigueur des agneaux nouveau-nés, la mortalité des agneaux, la production laitière de la brebis, la vitesse de croissance de l'agneau et le poids et la maturité corporels à la vente (Dudouet, 2003).

Une sous alimentation en fin de gestation peut entraîner des effets indésirables (agneaux légers, apparition de toxémie de gestation, diminution de la production de colostrum), aussi un déficit en matières azotées et en minéraux a toujours des conséquences regrettables sur la viabilité et le poids des agneaux (Caja et Gargouri, 1995 ; Dudouet, 2003).

Tableau 04 : Apports alimentaires recommandés en fin de gestation selon le poids des brebis et l'importance de la portée : conséquences sur la capacité d'ingestion (Bocquier et al., 1988).

Poids de la brebis (kg)	Poids de la portée kg (et taille)	Périodes (semaines avant l'agnelage)									
		- 6 et -5				-4 et -3				-6 et -1	
		UFL (/j)	PDI (g/j)	Ca (g/j)	P (g/j)	UFL (/j)	PDI (g/j)	Ca (g/j)	P (g/j)	Capacité d'ingestion (UEM)	
55	4 (1)	0,74	74	5,7	3,2	0,84	93	6,9	3,5	1,29	
	5 (2)	0,75	79	6,2	3,3	0,89	103	7,7	3,7	1,16	
	7 (2)	0,77	89	7,2	3,6	0,97	113	9,1	4,1	1,29	
60	5 (2)	0,80	83	6,4	3,6	0,93	107	7,9	4,0	1,26	
	6 (2)	0,81	88	6,9	3,7	0,97	112	8,6	4,2	1,32	
	7 (2)	0,82	93	7,4	3,8	1,02	117	9,3	4,4	1,40	
	8 (2)	0,83	98	7,9	3,9	1,07	122	10,0	4,6	1,45	

Lorsqu'on observe le tableau ci-dessus, on remarque que la capacité d'ingestion s'accroît avec le poids total de la portée mais que, à même poids de portée, elle diminue avec le nombre d'agneaux portés (Bocquier et al., 1988).

II.3.3. Brebis en lactation

La production de lait est la résultante d'un ensemble d'événements physiologiques chronologiques allant de la reproduction réussie jusqu'au tarissement, débutant par la mamogénèse et suivie par la lactogénèse (Bocquier et al., 2002). La lactation est un stade physiologique très critique aussi bien pour la brebis que pour l'agneau, parce que, non seulement la brebis doit fournir une quantité de lait suffisante, mais aussi parce qu'elle doit maintenir son organisme dans de bonnes conditions pour affronter les activités futures. Les dépenses énergétiques consécutives à la production de lait sont très importantes et elles dépendent de la quantité de lait produite et sa composition (Guerouali et Boulanouar, 2005).

Durant l'allaitement, la brebis atteint quantitativement, l'étape de besoins les plus élevée de tout son cycle de production. La production de lait est élevée et dépend du nombre et de la vigueur des agneaux allaités, cette production peut varier de 1 à 3 l/j pendant le premier mois après l'agnelage et peut être maintenue de 0,7 à 1,5 l/j durant le 3^e et 4^e mois de lactation (Caja et Gargouri, 1995).

La production laitière de la brebis allaitante, est estimée à partir de la croissance de la portée pendant le premier mois (GMQ 10-30j) période au cours de la quelle le lait constitue le seul aliment des agneaux. Cette production est maximale pendant le premier mois, elle décroît ensuite (Gadoud et al., 1992). Selon Gadoud et al. (1992) la brebis a besoin de 0,60 UFL et 85g de PDI pour produire un litre de lait à 58 g/l de taux butyreux et 49g/l de taux protéique, et selon Hassoun et Bocquier (2007) pour produire un litre de 60 g/l de taux butyreux et 50g/l de taux protéique, les besoins sont de 0,61 UFL et 86 g de PDI.

Tableau 05 : Besoins de lactation des brebis allaitantes selon le croît quotidien de la portée entre 10 et 30J après l'agnelage (Bocquier et al., 1988).

Gain 10-30 (g/j)	150	250	350
De 0 à 3 semaines			
Consommation de lait par la portée (kg)	0,90	1,40	1,90
UFL (/j)	0,60	0,90	1,20
PDI (g/j)	65	100	130
Calcium (g/j)	5,4	8,4	11,4
Phosphore (g/j)	2,3	3,5	4,8
De 4 à 6 semaines			
Consommation de lait par la portée (kg)	0,75	1,15	1,60
UFL (/j)	0,50	0,70	1,00
PDI (g/j)	52	80	110
Calcium (g/j)	4,5	6,9	9,6
Phosphore (g/j)	1,9	2,9	2,9

Contrairement à la fin de gestation, la brebis allaitante en bon état corporel à l'agnelage peut puiser sur ses réserves (essentiellement énergétique) sans risque de trouble métaboliques, cependant il faut veiller à couvrir les besoins protéiques correspondant à la production de lait à fin de réaliser les objectifs de croissance des agneaux (Hassoun et Bocquier, 2007).

Durant la lactation, les brebis doivent être nourries à volonté avec un aliment de bonne qualité et riche en protéines dont le but d'améliorer la production de lait surtout pour les brebis allaitant plus d'un agneau (Guerouali et Boulanouar, 2005).

Dans le cas des brebis laitières, la plupart des troupeaux laitiers du bassin méditerranéen, les traites ne débiteront qu'après une phase classique d'allaitement qu'est suivie, après un sevrage des agneaux, d'une phase de traite exclusive. Ce passage à la traite exclusive

s'accompagne généralement d'une chute de production laitière ; et que les changements de conduite et d'alimentation pendant l'allaitement, ont des effets directs importants sur le lait, sa composition et sur la croissance des agneaux (Barrilet et al., 2002).

II.4. Importance d'une bonne alimentation

La nutrition conditionne de manière fondamentale les performances des animaux en influençant les mécanismes de la reproduction, de la croissance, de la mortalité, de la santé et de la valeur commerciale des carcasses (Daghnouche, 2011).

La nutrition est considérée comme un facteur important affectant la fonction de reproduction chez les ruminants domestiques. Chez les ovins, elle affecte l'âge à la puberté, la fertilité, le taux d'ovulation et la survie de l'embryon (Butler, 2000 ; Armstrong et al., 2003 cité par Archa et al., 2009). L'amélioration de l'alimentation et des conditions d'élevage permet de raccourcir de façon importante l'intervalle entre agnelage chez la brebis. Aussi l'alimentation bien conduite permet d'éviter les carences nuisibles à la reproduction, en effet des faibles performances de reproduction sont des manifestations d'un état nutritionnel déficient (Ally, 1990 ; Gagara, 2008 cité par Djalal, 2011).

La mauvaise nutrition du point de vue quantitatif et /ou qualitatif, c'est-à-dire les insuffisances et les déséquilibres nutritionnels se répercutent sur l'état sanitaire de la brebis et en conséquence sur la reproduction (Craplet et Thibier, 1980 ; Dudouet, 2003).

Ainsi la conduite de l'alimentation doit assurer un équilibre adéquat entre besoins, apports et état des réserves corporelles, puisque l'apparition de certains déficits dans plusieurs phases du cycle de production des brebis est presque inévitable (Caja et Gargouri, 2005).

En alimentation ovine, une bonne gestion de l'alimentation associée avec quelques précautions sont nécessaires à prendre, comme par exemple :

- En début de l'année, l'herbe est suffisamment riche pour couvrir les besoins des brebis allaitantes, tout au moins en ce qui concerne sa valeur protéique. Sa valeur énergétique n'étant pas trop élevée, elle n'est pas toujours propice au rétablissement de brebis affaiblies et devenues maigres. L'apport d'un aliment énergétique, telle une céréale, peut se justifier pendant quelques semaines ;
- Baser l'alimentation des brebis arrivées en fin de gestation sur un pâturage automnal ou hivernal est source de toxémie de gestation. A cette époque,

l'herbe est trop pauvre pour couvrir les besoins des animaux, donc il est recommandé de rentrer les brebis un mois avant l'agnelage prévu et de les soigner avec un fourrage de qualité, complémenté par un aliment adéquat (Vandiest et Pèlerin, 2003).

CHAPITRE III
METABOLISME DES ELEMENTS
MINERAUX

III.1. Généralités

Toutes les formes de la matière vivante nécessitent des éléments inorganiques ou des minéraux pour leur processus normal de la vie. Tous les tissus animaux et tous les aliments contiennent des éléments minéraux en quantités et en proportions très variables (McDowell, 2003).

Les éléments minéraux assurent des fonctions variées au sein de l'organisme ; ils contribuent à la structure des différents tissus (squelette, muscles, architecture cellulaire), interviennent dans le maintien des grands équilibres biologiques (acido-basique et osmotique en particulier), exercent un rôle catalytique dans les systèmes enzymatiques et hormonaux et régulent la réplication et la différenciation cellulaire. Ils sont classés en deux groupes ; éléments minéraux majeurs et oligo-éléments (Meschy, 2010). Cette classification des minéraux en éléments majeurs et éléments traces dépend de leur concentration dans l'animal ou dans les quantités requises par l'alimentation (McDonald et al, 2010).

On trouve plus de douzaine d'éléments minéraux essentiels (Klasing et al., 2005). Le terme «élément minéral essentiel» est limité à un élément minéral qui a été prouvé qu'il a un rôle métabolique dans le corps. Avant qu'un élément peut être considéré comme essentiel, il est généralement nécessaire de prouver que les régimes purifiés manquant de cet élément causent des symptômes de carence chez les animaux et que ces symptômes peuvent être éradiqués ou ayant prévenu en ajoutant cet élément au régime expérimental (Meschy, 2010 ; McDonald et al, 2010).

Les éléments minéraux se classent en deux groupes :

- **Les éléments minéraux majeurs** : appelés aussi macro-éléments, ils sont présents dans l'organisme en quantités relativement importantes et représentent plus de 80% des éléments minéraux de l'organisme animal ; leurs apports alimentaires s'expriment en g/kg de MS de la ration (Meschy, 2010). Cette catégorie regroupe les éléments suivants : Calcium (Ca), Phosphore (P), Magnésium (Mg), Potassium (K), Sodium (Na), Chlore (Cl) et Soufre (S).
- **Les oligoéléments** : appelés aussi éléments trace métallique, présent en quantité infime dans l'organisme (environ 1% des cendres totales) et dont l'apport alimentaire s'exprime en ppm ou en mg/kg de MS (Meschy, 2010). Ces éléments traces sont : Fer (Fe), Iode (I), Manganèse (Mn), Cobalt (Co), Sélénium (Se), Cuivre (Cu) et Zinc (Zn).

Comme tous les mammifères, les ovins doivent trouver dans leur régime alimentaire des quantités suffisantes de tous les minéraux indispensables. Compte tenu des risques d'insuffisance des rations classiques à base de fourrages des ruminants, l'attention des nutritionnistes est surtout attirée sur les minéraux suivants : Ca, P, Mg, Na, S, Zn, Cu, Co, I et Se (Gueguen et Barlet, 1978).

Le tableau suivant présente les concentrations recommandées des différents éléments minéraux (macro-éléments et oligo-éléments) dans l'apport alimentaire des ovins.

Tableau 06 : Guide des concentrations désirables des minéraux dans la matière sèche de la ration

(SCA, 1990 Cité par Corbett et Ball, 2002).

Macro-éléments (g/kg de MS)		Oligo-éléments (mg/kg de MS)	
Ca	1.5	Co	0.11
P	1.3	Cu	5
Cl	1.0	I	0.5
Mg	1.2	Fe	40
K	5	Mn	15
Na	0.7	Se	0.05
S	2.0	Zn	20

La fraction minérale du lait de la brebis bien que mineur dans leur composition ; elle joue un rôle essentiel au point de vue nutritionnel (Luquet, 1986). Le lait de brebis contient des sels minéraux (environ 0,9% de cendres), les éléments majeurs les plus abondants sont Ca, P, K, Na et le Mg. Le calcium et le phosphore sont les plus importantes des constituants majeurs et Les oligo-éléments les plus abondants sont Zn, Fe, Cu, et le Mn (Ramos et Juarez, 2011).

Le tableau ci-dessous montre les concentrations moyennes des éléments majeurs et éléments trace dans le lait de la brebis ; ces concentrations ne sont pas constants mais sont influencées par un certain nombre de facteurs tels que le stade de lactation, l'état nutritionnel de l'animal, et des facteurs environnementaux et génétiques dues à l'alimentation et aux variations saisonnières (Ramos et Juarez, 2011).

Tableau 07 : Contenu minéral du lait de la brebis (Park et al, 2007).

Minéraux	Quantité pour 100g du lait
Ca (mg)	193
Mg (mg)	18
Na (mg)	44
K (mg)	136
P (mg)	121
Cl (mg)	160
S (mg)	29
Fe (mg)	0.08
Zn (mg)	0.57
Cu (mg)	0.04
Mn (mg)	0.007
I (mg)	0.020
Se (µg)	1.00
Al (mg)	0.05-0.18

III.2. Etude des éléments minéraux majeurs

III.2.1. Calcium et Phosphore

Le calcium et le phosphore sont les deux éléments les plus abondants dans le corps de l'animal, ils sont souvent trouvés en quantités insuffisantes dans les aliments communs pour répondre aux exigences des animaux. Ils sont très étroitement liés, un déficit ou un excès de l'un des deux aura interféré avec l'utilisation appropriée de l'autre.

III.2.1.1. Calcium

III.2.1.1.1. Métabolisme du calcium

III.2.1.1.1.1. Absorption

Le calcium est absorbé dans l'intestin grêle selon deux processus différents : un transport actif transcellulaire, saturable et soumis à des régulations nutritionnelles et physiologiques et une diffusion paracellulaire dépendant principalement de la concentration du calcium dans la lumière intestinale (Yano et al, 1991 cité par Meschy et Guéguen, 1995).

L'absorption transcellulaire de Ca intervient principalement dans la partie proximale de l'IG (duodénum) (Meschy et Guéguen, 1995 ; Jean-Blain, 2002), cette absorption s'effectue en trois étapes successives :

- La pénétration dans l'entérocyte intervient au niveau de la bordure en brosse selon un processus de diffusion passive (concentration de Ca^{2+} de plus de 1mmol/L dans la lumière intestinale et de moins de 1mmol/L dans l'entérocyte), ce transport est facilité par une protéine transporteuse appelée **calcium binding protein (CaBP)** ;
- Ensuite une diffusion du pôle apical vers le pôle basal de l'entérocyte au cours de laquelle le Ca^{2+} se lie à des molécules transporteuses notamment la CaBP cytoplasmique ou à des constituants cellulaires comme les mitochondries ;
- Puis la sortie de l'entérocyte par la membrane basolatérale qui met en jeu un transport actif contre le gradient de concentration qui implique soit une ATPase soit un échange entre Ca^{2+} cytoplasmique et Na^+ extracellulaire (Meschy et Guéguen, 1995 ; Meschy, 2010). Cette voie d'absorption est particulièrement importantes quand l'apport alimentaire est faible ou la demande tissulaire est importante (début de lactation) (Sklan et Hurwitz, 1985 cité par Meschy, 2010).

L'absorption du calcium par la voie paracellulaire se fait tout au long du tractus intestinal selon un mécanisme de simple diffusion (Meschy, 2010), cette diffusion simple augmente quand la voie transcellulaire est ralentie et inversement (Meschy et Guéguen, 1995).

Chez les ruminants le calcium n'est pas seulement absorbé dans l'intestin grêle, une portion non négligeable peut être déjà absorbé dans le rumen (Timet et al, 1981), cette absorption est fortement corrélée à la concentration de Ca^{2+} dans le milieu : elle est négative pour des valeurs inférieures à 1mmol/L et devient significative entre 1 et 4mmol/L (Hôller et al, 1988 cité par Meschy, 2010). La calcémie des ovins varie de 115-128 mg/l (Kaneko et al, 2008). Le pourcentage d'absorption du calcium diminue avec l'âge, un apport élevé de Ca et un faible apport de vitamine D (Ammerman et Goodrich, 1983).

III.2.1.1.1.2. Excrétion

Chez les ruminants le calcium est éliminé avec l'urine et les fèces, La voie principale de l'excrétion du calcium est fécale (Ammerman et Goodrich, 1983 ; Meschy, 2010). Le calcium fécal est surtout d'origine alimentaire (Ca non absorbé) mais une partie peut être d'origine endogène et résulte à la fois du renouvellement de la muqueuse intestinale et de la partie non réabsorbée des sécrétions digestives en particulier des sels biliaires pour le Ca (Meschy et

Géuguen, 1995). L'élimination urinaire du Ca est minime à cause de la réabsorption rénale (Ammerman et Goodrich, 1983).

III.2.1.1.1.3. Répartition

Selon Rosol et Capen (1997), le calcium se trouve localisé dans l'organisme animal de la manière suivante :

- La majorité du calcium de l'organisme est localisé dans la partie minérale des os (99%) ;
- La plupart du Ca qui reste (0.9%) est séquestré dans la membrane plasmique et le réticulum endoplasmique des cellules ;
- Le liquide extracellulaire contient 0.1% du Ca total du corps ;
- Il existe très peu de Ca dans le cytoplasme des cellules.

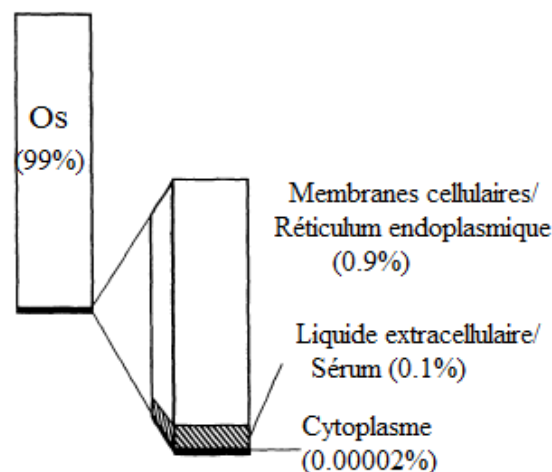


Figure 01 : Distribution du calcium dans l'organisme
(Rosol et al., 1995 cité par Rosol et Capen, 1997).

Le calcium osseux se trouve principalement sous forme de cristaux d'hydroxyapatite ($3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{OH})_2$) qui constitue l'essentiel de la matière minérale des os (Jean-Blain, 2002 ; Evans, 2009).

Le calcium extra-osseux se trouve sous trois formes :

- Ionisé biologiquement actif qu'est le plus important du point de vue physiologique ;
- Lié aux protéines (albumine et globuline) ;

- A un moindre degré lié aux acides organiques (citrate) et inorganiques (sulfate et phosphate) (Coles, 1979 ; Meschy, 2010 ; Carafoli, 1991 cité par Suttle, 2010).

III.2.1.1.4. Rôles physiologiques

Le calcium est le minéral le plus abondant dans l'organisme dont le rôle principal est la formation du squelette, ce squelette en plus de son rôle de soutien aux muscles et de protection des organes et des tissus, il joue aussi un rôle essentiel de réservoir de minéraux (Meschy et Guéguen, 1995). Donc 99% du calcium de l'organisme se trouve dans les os sous forme d'hydroxyapatite, la zone interne du cortex osseux est plus riche en cristaux d'hydroxyapatite ce qui lui confère sa dureté tandis qu'en surface ces cristaux sont en cours de formation ; il existe donc à ce niveau une proportion de Ca^{2+} libre très facilement mobilisable vers le secteur sanguin (Shane et Bilezikian, 1995 cité par Moinecourt et Priymenko, 2006). Le calcium extra-osseux malgré sa faible proportion, joue plusieurs rôles essentiels au sein de l'organisme animal :

- Le calcium est un messenger intracellulaire, il intervient dans la transmission neuromusculaire ;
- Il intervient dans la contraction musculaire et cardiaque ;
- Il est essentiel dans le processus de la coagulation du sang car il est nécessaire à la transformation de la prothrombine en thrombine active ;
- Il intervient dans le déclenchement de la réponse immunitaire
- Il intervient dans la production du lait (Jean-Blain, 2002 ; Meschy, 2010).
- Il intervient dans l'intégrité des membranes cellulaires et comme un cofacteur dans les systèmes enzymatiques (Ammerman et Goodrich, 1983).

III.2.1.2. Phosphore

III.2.1.2.1. Métabolisme du phosphore

Le métabolisme du phosphore chez les ruminants est compliqué à cause de :

- Une quantité importante du P est incorporée dans la population microbienne du rumen en tant que composant de leurs acides nucléiques et phospholipides ;
- Une sécrétion abondante de salive riche en P veille à ce que le régime alimentaire est la source mineure de phosphore entrant le rumen (Clark et al., 1973 cité par Iqbal et al., 2005 ; Suttle, 2011).

III.2.1.2.1.1. Absorption

L'absorption du phosphore se fait au niveau de l'intestin grêle et principalement au niveau du duodénum et jéjunum bien que le gros intestin puisse être un site d'absorption secondaire (Breves et al., 1995 cité par Meschy, 2010). Chez le mouton, le phosphore est absorbé essentiellement au niveau du jéjunum et leur absorption étant beaucoup plus faible au niveau de l'iléon et de duodénum pour devenir négligeable dans le gros intestin (Pfeffer et al., 1970 cité par Barlet et al., 1995).

L'absorption préintestinale du phosphore dépend largement de la concentration en phosphore inorganique dans le rumen, cette absorption se fait par un mécanisme de simple diffusion (Breves et al., 1988 ; Beadsworth et al., 1989b cité par Meschy et Guéguen, 1995).

L'absorption du phosphore se fait par un transport actif saturable et un transport passif non saturable (Jean-Blain, 2002). Le transport actif se produit dans la partie proximale de l'IG, il est stimulé par les métabolites de la vitamine D₃ et il est Na-dépendant, la bordure en brosse des entérocytes renferme un système de co-transport permettant simultanément l'entrée de sodium et de phosphore dans les entérocytes (Danisi et straub, 1980 cité par Klasing et al., 2005 ; Jean-Blain, 2002) et le transport passif a lieu principalement dans le jéjunum et l'iléon, cette voie d'absorption est liée à la concentration du phosphore dans l'alimentation et dans la lumière intestinale (Klasing et al., 2005).

Les interactions du phosphore avec d'autres minéraux tels que Ca, Mg, Mn, K, Fe, Zn, Mo et Al réduisent le coefficient d'absorption de P du fait de la formation des particules insolubles et non absorbable avec le P (Mcdowell, 1992 cité par Iqbal et al., 2005).

III.2.1.2.1.2. Excrétion

L'excrétion de phosphore chez les monogastriques est principalement urinaire, cependant chez les ruminants l'excrétion de P se fait principalement par les fèces et l'excrétion urinaire peut se produire seulement sous certaines conditions (Bromefield et Jones, 1970 cité par Iqbal et al., 2005). L'excrétion urinaire de phosphore ne peut se produire que lorsque le niveau plasmatique de phosphore inorganique est dépassé 45-60 mg/L. Chez les ovins l'excrétion de P est < 2.5% quand l'apport journalière du P est < 75 mg/kg de PV. L'excrétion urinaire de phosphore variée selon le type de la ration (Dove et charmely, 2004 ; Scott et al., 1985 cité par Freer, 2007). Selon Pfeffer et Hristov (2005), l'excrétion fécale du phosphore peut être divisée en trois fractions qui sont :

- Une portion du phosphore est inévitablement excrétée dans les fèces qu'est indépendante de l'apport du P, cette portion résulte soit à partir du métabolisme de l'animal ou des microorganismes du tractus digestif ;
- Si l'apport de P est supérieur à l'apport nécessaire pour les pertes inévitables et les besoins de croissance, de reproduction et de lactation, cet excédent de P est excrété pour maintenir l'homéostasie ;
- Une fraction du P contenu dans les aliments peut être présent dans une liaison chimique qui ne peut être absorbé, cette fraction peut être importante chez les non-ruminants mais elle est pratiquement négligeable chez les ruminants en raison de la décomposition microbienne des phytates dans le rumen.

III.2.1.2.1.3. Répartition

Le phosphore est le second minéral le plus abondant dans le corps de l'animal, environ 80% est trouvé dans les os et les dents et l'autre 20% de phosphore est distribué dans les fluides et les tissus mous du corps animal (Suttle, 2010). Le phosphore localisé au niveau des os principalement sous forme de cristaux d'hydroxyapatite $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{OH})_2$ qui constitue l'essentiel de la matière minérale de l'os (Jean-Blain, 2002).

Le phosphore est relativement abondant dans les tissus mous et les plus riches étant le foie, le cerveau, et les muscles (2.7 à 4.5 g/kg) ; il est le principal anion intracellulaire existant sous forme organiques (phospholipides, acides nucléiques, phosphoprotéines, ATP) et inorganique. Le phosphore se trouve dans le sang sous forme d'ester organique à l'intérieur des hématies et dans le plasma se forme de phospholipide et de phosphate inorganique (80% monophosphate (HPO_4^{2-}) et 20% dihydrogénophosphate (H_2PO_4^-)) qui constitue la partie mesurée dans le sang, le phosphate circule en association avec des protéines ou bien avec Na^+ , Ca^{2+} , et Mg^{2+} (Coles, 1979 ; Rosol et Capen, 1997 ; Jean-Blain, 2002). La phosphatémie chez les ovins varie de 50-73 mg/l (kaneko et al, 2008).

III.2.1.2.1.4. Rôles physiologiques

Le phosphore est un élément essentiel impliqué non seulement dans le développement des os, la croissance et la productivité mais aussi dans la plupart des processus métaboliques de l'organisme animal.

- La fonction essentielle du phosphore d'un point de vue quantitative est la formation et l'entretien de l'os (Suttle, 2010), grâce à la résorption osseuse l'os fonctionne aussi comme un important réservoir de phosphore lorsque les exigences en P de

l'organisme animal dépassent les apports alimentaires (Minson, 1990 cité par Karn, 2001).

- Le phosphore est également essentiel pour le transfert de l'information génétique, car le phosphore est un constituant de l'ADN et l'ARN qui sont des éléments essentiels pour la croissance et la différenciation cellulaire, le P comme un constituant des phospholipides il contribue à la fluidité et l'intégrité de la membrane cellulaire et à la myélinisation des nerfs. Il intervient aussi dans la glyconéogenèse, transport des acides gras, synthèse des acides aminés et des protéines et l'activité de la pompe d'ions sodium / potassium ; le phosphore aide aussi à maintenir l'équilibre acido-basique (NRC, 1984 cité par Karn, 2001 ; Suttle, 2010).
- Le phosphore joue comme un constituant de l'ATP un rôle universel dans les mécanismes de transferts d'énergie. Chez les ruminants, le phosphore est indispensable pour assurer à la micropopulation du rumen un métabolisme optimal, donc toute carence en P perturbe les processus fermentaires (dégradation de la cellulose, synthèse de protéines microbienne) (Jean-Blain, 2002).

III.2.1.3. Homéostasie Phosphocalcique

L'homéostasie phosphocalcique est contrôlée par un triple système hormonal ; la parathormone (PTH), La calcitonine et le 1,25 dihydroxycholécalférol. Chacune de ces hormones est sensible aux variations de la calcémie et va intervenir sur trois tissus cibles ; l'intestin, l'os et le rein (Meschy, 2010).

Lorsque la calcémie est diminuée, la PTH est produite et stimule la production de 1,25 dihydroxycholécalférol qui augmente le niveau de Ca dans le sang en augmentant l'absorption intestinale de Ca et il agit avec la PTH pour augmenter la résorption du Ca à partir de l'os ; aussi la PTH baisse l'excrétion urinaire de calcium et quand la calcémie est élevée la production de calcitonine est initiée. La calcitonine inhibe la production de PTH en réduisant ainsi l'adsorption intestinale de Ca et leur résorption osseuse (Ammerman et Goodrich, 1981). Les variations de la calcémie sont le véritable moteur de la régulation du métabolisme phosphocalcique, les modifications des flux de phosphore n'en sont que la conséquence (Meschy, 2010).

III.2.2. Magnésium

III.2.2.1. Métabolisme du Magnésium

III.2.2.1.1. Absorption

L'absorption du magnésium se fait majoritairement dans le réticulo-rumen chez le ruminant adulte (Robson et al., 1997 cité par Meschy, 2010) et principalement dans l'intestin grêle chez le jeune ruminant (Klasing et al., 2005 ; NRC, 2007 cité par Meschy, 2010). Aussi selon Sater et Roche (2011) le magnésium est absorbé essentiellement dans l'intestin grêle chez les veaux et dans le réticulo-rumen chez les bovins.

Selon Suttle (2011), l'absorption du magnésium dans le rumen se fait par deux mécanismes ; un transport actif contre un gradient électrochimique à travers la muqueuse ruminale et un transport passif qui se fait quand l'apport alimentaire en Mg est important, le transport actif domine quand l'apport en Mg est faible et il est Na-dépendant.

L'efficacité de l'absorption de Mg est largement déterminée par les conditions physico chimiques du rumen (Meschy et Guéguen, 1995) ; l'augmentation de la concentration ruminale de potassium provoque une augmentation de la différence de potentiel transmembranaire (ddpt) ce qui diminue l'absorption du Mg (Fisher et al., 1994 cité par Rosol et Capen, 1997), l'augmentation de la concentration en phosphates dans le rumen en diminuant la ddpt favorise l'absorption de Mg (Beardsworth et al., 1989b cité par Meschy, 2010).

Chez les ovins, l'absorption du Mg dans le rumen est également réduite par une augmentation du pH et de la concentration d'ammoniac dans le rumen mais ce dernier effet pourrait être de courte durée en raison de l'adaptation de la microflore (Suttle, 2011). Chez toutes les espèces, la fraction du magnésium alimentaire absorbé décroît avec l'âge (Jean-Blain, 2002).

III.2.2.1.2. Excrétion

L'excrétion du magnésium se fait à la fois par le tractus gastro-intestinal et le rein. Chez les ovins, l'excrétion urinaire du Mg est largement supérieure à l'excrétion fécale endogène (Larvor, 1976 cité par Matsui, 2007).

- **L'excrétion fécale** : La plupart du Mg excrété se trouve dans les matières fécales, le Mg fécale est constitué par le Mg non absorbé des aliments et le Mg endogène fécale (Coles, 1979 ; Rosol et Capen, 1997). Chez les ruminants, l'excrétion fécale endogène de magnésium est constante. Elle est chez le mouton de 3mg/kg de PC (Jean-Blain, 2002).
- **L'excrétion urinaire** : Les reins jouent un rôle majeur dans le maintien de l'homéostasie du Mg. Si le Mg est absorbé dans le tractus gastro-intestinal en quantité supérieure aux besoins de l'organisme, il est excrété par les reins (Rosol et Capen, 1997 ; Martens, 2011). L'excrétion urinaire du magnésium constitue un reflet

très exact de l'apport alimentaire. Le magnésium se comporte comme une substance à seuil, l'excrétion urinaire ne devenant significative qu'à partir d'une concentration plasmatique voisine de 18 mmol/l (Meschy, 2010).

III.2.2.1.3. Répartition

Environ 70% du magnésium du corps se localise au niveau du squelette, Le reste du Mg étant contenu dans les cellules (29%) et dans le liquide extracellulaire (1%) (Sutter et Roche, 2011). La concentration intracellulaire du Mg est d'environ 36mg/100ml contre environ 2,4mg/100ml dans le plasma (Simesen, 1970 cité par Coles, 1979).

Le magnésium intracellulaire existe sous une forme libre ionisée (1%) qu'est facilement interchangeable et une forme liée (99%) où le Mg est généralement lié avec de l'ATP ou des apoenzyme protéines (Rosol et Capen, 1997). La magnésiémie normale chez la plupart des espèces domestiques oscille entre 18-25 mg/l (1.5-2 mEq/l) (Jean-Blain, 2002).

D'après Evans et Parsons (1988) cité par Rosol et Capen (1997) environ 70-80% de Mg sérique est ultrafiltrable (ion libre ou bien complexé avec de phosphate, citrate ou d'autres composés) et 20% du Mg sérique se trouve lié aux protéines essentiellement l'albumine et la globuline.

III.2.2.1.4. Rôles physiologiques

Le magnésium a un rôle essentiel dans un grand nombre de processus physiologiques, tel que le métabolisme des protéines et des acides nucléiques, la transmission neuromusculaire et la contraction musculaire, la croissance et le métabolisme osseux, la régulation de la pression sanguine et il agit comme un cofacteur de nombreux enzymes (Cashman, 2011).

Le magnésium est essentiellement un cation intracellulaire et fonctionne comme un activateur ou un catalyseur de plus de 300 enzymes dans le corps comme les phosphatases et les enzymes qui utilisent l'ATP, notamment c'est le complexe Mg^{2+} -ATP et non l'ATP seule qui est donneur de phosphate dans la plupart des réactions de phosphorylation (Heaton, 1990 cité par Rosol et Capen, 1997 ; Shils, 1997 cité par Meshy, 2010).

Selon Jean-Blain (2002) le magnésium joue un rôle important dans l'excitabilité neuromusculaire conjointement avec le sodium, le potassium et le calcium ; ainsi le Mg comme le Ca forme des complexes avec les phospholipides de la membrane plasmiques et de la membrane mitochondriale et il joue probablement à ce niveau un rôle stabilisateur des

membranes et intervient avec le calcium dans les modifications de la fluidité membranaire associées à l'endocytose et à l'exocytose.

III.2.3. Le potassium, le sodium et le chlore

Le potassium, le sodium et le chlore constituent les minéraux les plus abondants dans l'organisme après le calcium et le phosphore ; ils sont étroitement liés dans de nombreuses fonctions physiologiques dont notamment le maintien de la pression osmotique intra- et extracellulaire. Le potassium est majoritairement intracellulaire alors que le sodium et le chlore sont principalement extracellulaires.

III.2.3.1. Métabolisme

III.2.3.1.1. Absorption

III.2.3.1.1.1. Le potassium

Chez les ruminants l'absorption de potassium se fait presque entièrement dans la partie proximale de l'intestin grêle et obéit à un mécanisme de diffusion selon un gradient de concentration (Ammerman et Goodrich, 1981 ; Hornbake et Tennant, 1997 ; McDowell, 2003 cité par Klasing et al., 2005). L'absorption du potassium a également lieu dans le rumen, le feuillet, la partie inférieure de l'intestin grêle et dans le gros intestin mais avec une petite quantité dans les deux derniers sites, aussi chez les ruminants une quantité importante de potassium absorbé provient à partir des sécrétions salivaires qui sont riches en potassium (McDowell, 1992 cité par Klasing et al., 2005) ; plus de 50% de potassium entrant dans le rumen est absorbé et cette absorption se fait de façon passive (Suttle, 2010).

Quelle que soit la nature du régime alimentaire, l'absorption réelle du potassium est très élevée (90 à 95%) et ne semble pas perturbée par des interférences alimentaires (McDowell, 2003 cité par Meschy, 2010).

III.2.3.1.1.2. Sodium et Chlore

Tout au long du tube digestif des ruminants, l'efficacité de l'absorption du sodium et du chlore est très élevée (presque 90%) (Meschy, 2010). Na et Cl sont absorbés simultanément dans le rumen par un mécanisme de transport actif, la quantité de Cl absorbée représente environ la moitié de celle de Na. L'absorption active de Na et Cl répond d'une part à des échanges Na^+/H^+ et $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ dans la zone apicale de l'épithélium ruminale et d'autre part pour Na à l'intervention d'une pompe Na^+/K^+ ATPase dans la zone apicale (Martens et al., 1991). Le grand

intestin est, avec le rumen, le principale lieu d'absorption de Na (Wylie et al., 1985 cité par Meschy et Guéguen, 1995).

Des quantités importantes de Na parviennent dans le rumen sous forme de bicarbonate contenu dans la salive (de 3 à 3.5g/l de Na pour des animaux non carencés) (Meschy et Guéguen, 1995), environ 50% de Na salivaire sont réabsorbé avant le duodénum (Martens et al., 1991 ; Jean-Blain, 2002).

III.2.3.1.2. Excrétion

III.2.3.1.2.1. Potassium

L'excrétion urinaire représente la voie principale d'excrétion de potassium (Klasing et al., 2005 ; Paquay et al., 1969 cité par Meschy, 2010). L'aldostérone est nécessaire pour des taux normaux de l'excrétion de potassium, il influe sur l'excrétion du potassium par l'activation des canaux sodiques qui permettent l'entrée du sodium à partir de la lumière des néphrons et l'excrétion de potassium (Peterson, 1997 cité par klasing et al., 2005).

Le potassium est excrété aussi par la voie fécale, les perte fécale de K chez les vaches laitières est estimé à 2,2 mg/kg de MSI (NRC, 2001 cité par Klasing et al., 2005) ; dans des conditions de stress thermique, les ruminants peuvent perdre des quantités importantes de K par la sueur (Coles, 1979 ; Klasing et al., 2005). Le potassium est également sécrété dans le lait (36 mmol/l chez les ovins), sa concentration ne change pas lors d'un apport alimentaire élevé en K mais elle diminue légèrement lors d'une grave carence en potassium (Pradhan et Hemken, 1969 cité par Suttle, 2010). Selon Ammerman et Goodrich (1981) des apports élevés de sodium peuvent augmenter l'excrétion urinaire de potassium.

III.2.3.1.2.2. Sodium et Chlore

Le sodium et le chlore sont essentiellement excrétés dans l'urine (Ammerman et Goodrich, 1981 ; Meschy, 2010). Le chlore est presque totalement absorbé, 2% seulement de la quantité ingérée se trouve dans les fèces. Pour le sodium les pertes fécales sont un peu plus importantes et représentent habituellement entre 15 et 20% de l'apport alimentaire. Lors d'un effort intense, l'excrétion de Na et Cl diminue fortement pour compenser l'augmentation des pertes extrarénales (Jean-Blain, 2002).

Chez la brebis la teneur moyenne de sodium dans le lait est de 17 mmol/l (Suttle, 2010) et chez la vache un litre de lait contient respectivement 450 et 950 mg de sodium et de chlore (Jean-Blain, 2002).

III.2.3.1.3. Répartition**III.2.3.1.3.1. Potassium**

Le potassium est le troisième élément minéral le plus abondant dans l'organisme. Le potassium est le principale cation intracellulaire, leur concentration dans le liquide intracellulaire est 30 fois plus que dans le liquide extracellulaire. Presque 98% de potassium de l'organisme animal se trouve à l'intérieure des cellules et les 2% qui reste se trouve localisé dans le liquide extracellulaire (McDowell, 2003 ; Cashman, 2011 ; Satter et Roche, 2011).

L'organisme animal renferme entre 1,7 et 2,5 g/kg de PC de potassium en fonction de l'espèce et de l'âge, tous les tissus mous sont riches en K notamment le tissu hépatique et musculaire qui sont les plus riches en K (2,75-3,2 g/kg de muscle frais). Les deux tiers du potassium sont localisés dans la peau et les muscles, la concentration intracellulaire de potassium est de 150-160 mEq/l alors que leur concentration dans le plasma est de 5 mEq/l ; la répartition entre le potassium intracellulaire et extracellulaire est contrôlée par une pompe Na^+/K^+ ATPase énergie dépendante. Il n'existe pas de véritable stockage du potassium dans l'organisme, ce qui souligne la nécessité d'un apport alimentaire régulier (Jean-Blain, 2002 ; Casenave, 2005 ; Meschy, 2010 ; Satter et Roche, 2011).

La distribution de potassium dans le corps est régulée par un certain nombre de facteurs, y compris la modification de l'équilibre acido-basique, l'osmolarité, l'exercice physique et certains hormones (l'insuline, l'aldostérone et les catécholamines) (Peterson, 1997 cité par Klasing et al., 2005 ; Evans, 2009).

III.2.3.1.3.2. Sodium et Chlore

A l'inverse du potassium, le sodium et le chlore sont en majorité extracellulaire. L'organisme animal renferme entre 1 et 1.9 g/kg de PC de sodium et 1 à 1.2 g/kg de chlore en fonction de l'âge et de l'espèce, le plasma renferme 142mEq/l de Na et 103mEq/l de Cl (Jean-Blain, 2002). Environ 40 % de Na, peu ou pas échangeables, sont localisés dans la structure cristalline du tissu osseux (ARC, 1980 cité par Meschy, 2010).

Il n'existe pas de stockage significatif de sodium et de chlore dans l'organisme (Meschy, 2010).

III.2.3.1.4. Rôles Physiologiques**III.2.3.1.4.1. Potassium**

Le potassium est le principal cation intracellulaire. Il est impliqué dans la régulation de la pression osmotique, l'équilibre acido-basique, l'équilibre hydrique, la transmission de l'influx nerveux, la contraction musculaire, et il est un activateur ou un cofacteur dans de nombreuses réactions enzymatiques (Miller, 1995 ; Satter et Roche, 2011).

La présence de K est essentielle pour l'activation de plusieurs systèmes enzymatiques y compris ceux qui sont impliqués dans la synthèse des protéines et le métabolisme des glucides (Ammerman et Goodrich, 1981 ; Meschy, 2010). Selon Jean-Blain (2002) un apport suffisant de potassium est nécessaire pour permettre une reconstitution des protéines corporelles à la suite d'une déplétion consécutive à un jeûne ou une maladie.

III.2.3.1.4.2. Sodium et Chlore

Le sodium et le chlore sont responsables de 82 à 84% de la pression osmotiques dans les compartiments extracellulaires (Jean-Blain, 2002). Le sodium compose plus de 90% des bases du sérum sanguin mais n'existe pas dans les cellules sanguines (Suttle, 2010). Il intervient dans la transmission de l'influx nerveux, le transport actif des acides aminés et du glucose, la contraction musculaire (muscle squelettique et cœur) et au niveau de l'os comme agent de cohésion (Meziane, 2001).

La pompe sodium-potassium régule les principaux flux d'entrée (glucose, acides aminés, phosphate) et de sortie (hydrogène, calcium, bicarbonates, potassium, chlore) au niveau cellulaire (Meschy, 2010).

En association avec le sodium, le chlore assure l'équilibre acido-basique du compartiment extracellulaires, Le chlore est nécessaire pour la formation de l'acide chlorhydrique qu'est à l'origine de la forte acidification (pH 2,5 environ) dans la caillette qui facilite la digestion des protéines et permette la solubilisation des sels minéraux. Le chlore est nécessaire pour l'activation de l'amylase intestinale, ainsi le chlore est transférée entre le plasma et les érythrocytes par un processus connu sous le nom de "chlorure changement", ce processus aide à la respiration et à la régulation du pH sanguin (Ammerman et Goodrich, 1981 ; Meschy, 2010).

III.3. Etude des oligo-éléments

Les oligo-éléments sont présents en quantités infimes dans l'organisme, néanmoins ils contribuent au fonctionnement des principales fonctions vitales comme activateurs de systèmes

enzymatiques ou composants indispensables de molécules essentielles telles que certaines hormones et vitamines.

III.3.1. Le Fer

III.3.1.1. Métabolisme de fer

III.3.1.1.1. Absorption

L'absorption du fer est principalement duodénale et secondairement jéjunale, mais peut s'effectuer également à un degré modeste dans d'autres portions (Jean-Blain, 2002 ; McDonald et al, 2010). Les mécanismes d'absorption sont complexes, les entérocytes contiennent de l'apoferritine qui pourra fixer une partie du fer absorbé et le reste passant dans la circulation sanguine fixé à la sidérophylle (Jean-Blain, 2002).

Selon Underwood (1977), l'absorption du fer est influencée par un certain nombre de facteurs tel que :

- L'âge, le statut de fer, et l'état de santé de l'animal;
- Les conditions à l'intérieur du tractus gastro-intestinal;
- La quantité et la forme chimique du fer ingéré;
- Quantités et proportions de divers autres composants de l'alimentation, à la fois organique et inorganique.

L'absorption du fer est beaucoup plus importante chez les jeunes animaux en croissance que chez les adultes (Jean-Blain, 2002 ; Klasing et al., 2005 ; Suttle, 2010). Il existe un certain nombre de facteurs susceptibles d'améliorer la biodisponibilité du fer comme la vitamine C et l'apport de protéines ou bien la détériorer, comme les phytates, les fibres solubles, les tannins et l'excès de calcium, de cuivre ou de zinc (Jean-Blain, 2002). L'homéostasie du fer est maintenue principalement grâce à l'accommodation de l'absorption de fer aux besoins corporels (Klasing et al., 2005).

III.3.1.1.2. Excrétion

L'excrétion quotidienne de fer est limitée, et les pertes de l'organisme en fer sont relativement faibles, sauf en cas d'hémorragie. Bien que le fer est libéré par la détérioration des érythrocytes et est sécrété dans la bile, la plupart de ce fer est réabsorbée et utilisé pour former l'hémoglobine. Les voies principales d'excrétion du fer sont les fèces et l'urine, et il existe aussi des pertes supplémentaires dans la sueur (McDowell, 2003).

III.3.1.1.3. Stockage de fer

La ferritine et l'hémosidérine correspondent à des formes de réserves solubles (ferritine) et insolubles (hémosidérine) que l'on trouve principalement dans le foie, la rate, la moelle osseuse et l'intestin grêle. La ferritine est une protéine contenant jusqu'à 200 g / kg de fer et l'hémosidérine peut contenir jusqu'à 350 g / kg de fer (Jean-Blain, 2002 ; McDonald et al., 2010). De plus, quand les réserves en fer sont adéquates, les entérocytes peuvent accumuler cet élément sous forme d'un complexe " ferritine-fer " (Graham, 1991, cité par Meziane, 2001).

III.3.1.1.4. Répartition

La teneur en fer de l'organisme animal oscille entre 50 et 100mg/ kg de PC, cette teneur variée selon l'espèce, l'âge et le sexe de l'animal. Le fer de l'organisme est lié à deux types de protéines, celles qui possèdent un ou plusieurs groupements prosthétiques de type hème, et celles qui ne possèdent pas ce groupement. 70% environ du fer total est sous forme héminique. Le fer héminique regroupe : l'hémoglobine (65%), la myoglobine (4-5%) et des enzymes héminiques (0,2-0,3%) tel que cytochromes, catalase et lactoperoxydase ; et le fer non héminique regroupe la ferritine et l'hémosidérine (30%), la transferrine (0.1%) et des enzymes d'oxydoréduction non héminiques (0.1%) (Jean-Blain, 2002).

Le fer est trouvé dans le plasma (transferrine), le lait (lactoferrine), le placenta (uteroferine) et le foie (ferritine et hémosidérine) (Underwood, 1977 ; Suttle, 2010). Pratiquement la totalité du fer dans l'organisme animal est de nature organique et seul un très faible pourcentage se trouve comme ions inorganiques libres (Georgievskii, 1982 cité par Henry et Miller, 1995). La teneur plasmatique du fer chez les ovins oscille de 166-222 ug/dl (kaneko et al, 2008).

III.3.1.1.5. Rôles Physiologiques

Le rôle principal de fer est le transport de l'oxygène entre les tissus et le milieu extérieur, ce transport se fait par l'hémoglobine qui se trouve dans les érythrocytes et transporte l'oxygène des poumons vers les tissus alors que la myoglobine liée l'oxygène pour une utilisation immédiate par les cellules musculaires (Jean-Blain, 2002 ; Morris, 1987 cité par Klasing et al., 2005 ; Spears et Engle, 2011).

Le métabolisme aérobie dépend de fer en raison de son rôle dans les groupes fonctionnels de la majeure partie des enzymes du cycle de Krebs, en tant que porteur d'électrons

dans les cytochromes, et en tant que moyen de transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone par l'hémoglobine (Fairbanks, 1994 cité par Klasing et al., 2005).

Le fer est également une partie intégrante d'un certain nombre de cytochromes et des protéines fer-soufre impliqués dans la chaîne de transport d'électrons, qui est responsable de la production oxydatif de l'énergie cellulaire (Spears et Engle, 2011).

DEUXIEME PARTIE
ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I

MATERIELS ET METHODES

I.1. Monographie de la région d'étude

I.1.1. Situation géographique et localisation

La région de Seriana est située sur le flanc du Djebel Metrassi, qui constitue la partie nord de la chaîne des monts des Aurès. Etant un obstacle naturel propice pour les précipitations et contre les vents asséchants du sud. La topographie assez accidentée de la région permet une forte érosion sur le flanc de la montagne qui surplombe la plaine fertile de Seriana, située en contre bas du prolongement plat du Djebel.

La région de Seriana est située à environ 20 km au Nord de Batna. Elle limitée administrativement comme suit :

- La commune de Lazrou au Nord.
- Les communes de Fesdis et Batna au Sud.
- Les commune de Djerma et Ain – Yagout à l'Est.
- Les commune de Zana El-Beida et Oued El-ma à l'Ouest.

Notre étude à été déroulé dans deux sites appartenant à la région de Seriana, la première zone est la commune de Seriana elle même qu'est une région montagneuse, elle est située entre une latitude de 35° 41' 37" Nord et une longitude de 6° 11' 12" Est, avec une altitude de 924 m. Par contre la deuxième zone est une région plaine (Lazrou) située à environ 16,8 km de distance à la commune de Seriana, entre une latitude de 35° 50' 34" Nord et une longitude de 6° 12' 60" Est, avec une altitude de 816 m (D.S.A de Seriana, 2014) .

I.1.2. Caractéristiques climatiques

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère (température, pluie, vent...), le climat de la région de Seriana est de type méditerranéen (semi-aride frais), caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été sec chaud avec des précipitations torrentielles et irrégulières.

I.1.2.1. Température

La température est considérée comme l'un des facteurs climatiques les plus importants pour la végétation. Elle assure l'évapotranspiration, la croissance ainsi que le démarrage de la plante.

Tableau 08 : Moyennes mensuelles des températures en °C de l'année 2013 de la région de Seriana
(Station météorologique, Batna, 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyennes annuelles
T max (°C)	16	16.71	18.45	20.93	24.96	29	32.41	32.45	29.26	25	20.6	17	23.56
T min (°C)	7.25	7.42	8.41	10.66	13.77	17.3	19.7	20.61	18.8	15.45	11.4	8.51	13.27
T moy (°C)	11.62	12.06	13.43	15.79	19.36	23.15	26.05	26.53	24.03	20.22	16	12.75	18.41

D'après le tableau (8) nous remarquons que :

- La température moyenne annuelle est de 18.41°C.
- Le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne minimale de 7.25°C.
- Le mois le plus chaud est Aout avec une température moyenne maximale de 32.45°C.

Sur le plan thermique, l'examen des données révèle la présence de deux saisons contrastées ; une saison froide s'étalant de mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril et une saison chaude s'étalant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.

I.1.2.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région.

Tableau 09 : Moyennes mensuelles des précipitations de l'année 2013 de la région de Seriana
(Station météorologique, Batna, 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
P (mm)	154	210	97	86	24	0	3	16	29	27	58	63	767

A la lecture du tableau (9) on remarque que la répartition des pluies d'une saison à l'autre et d'un mois à l'autre est marquée par sa très grande irrégularité, le maximum des précipitations est enregistré pendant le mois de Février (210 mm), par contre le minimum est enregistré durant

le mois de Juin (0 mm). On marque aussi que près de 90 % des précipitations tombent en automne, en hiver et au printemps.

I.1.2.3. Les vents

Au niveau de la région de Seriana, les vents dominants sont de direction Sud-ouest et Nord-ouest, avec une vitesse moyenne qui varie entre 2 et 5 m/s et peuvent atteindre des vitesses qui dépassent les 16 m/s.

Les vents de Sud-ouest sont chauds et secs et les vents de Nord-ouest soufflent surtout en hiver et apportent des pluies à la région.

I.1.2.4. Ressources hydriques

La nature relativement friable du sol en pente forte facilite un entaillage profond du site, matérialisé par trois oueds qui entourent Seriana ; oued Ahadad au nord, oued Seriana qui est l'oued le plus important et oued Zouggar au sud. Ces oueds déversent les eaux de crues vers le Chott Gadaine en période hivernale en traversant la plaine fertile dite Mallel. Ces oueds charrient généralement les matériaux arrachés en amont des montagnes, notamment les particules fertiles pour les déposer au niveau de la plaine de Mallel constituant ainsi un sol fertile à haut rendement agricole.

I.1.3. Agriculture et production animale

I.1.3.1. Agriculture

La région de Seriana est à prédominance céréalière, la surface totale utilisée par l'agriculture est estimée à 13008 ha. La surface agricole utile (SAU) représente 8365 ha dont 450 en irrigués, ce qui représente 48% de la surface totale. Les terrains productifs sont estimés à 3100 ha. La céréaliculture pratiquée est en extensive, la taille des exploitations reste dominée par de petites superficies de 1 à 5 ha qui sont irriguées par des puits, l'arboriculture est faible occupe une superficie de 47 ha.

I.1.3.2. Production animale

Le tableau (10) nous informe sur l'effectif du cheptel ovin dans la région de Seriana. L'élevage dans cette région est caractérisé par une diversité des espèces animales avec une prédominance ovine en expansion progressive. Ainsi, les ressources animales de cette région sont représentées par les bovins et les caprins (D.S.A de Seriana, 2014).

Tableau 10 : Effectif du cheptel ovin dans la commune de Seriana (D.S.A de Seriana, 2014).

Compagne agricole	Brebis	Béliers	Antenaises	Antenais	Agnelles	Agneaux	Totale cheptel ovin
2008	3180	320	650	2280	1150	920	8500
2009	3500	180	760	2400	1500	960	9300
2010	3750	200	790	3000	1880	1000	10620
2011	4000	220	3600	820	2210	1040	11890
2012	6250	230	3610	920	2470	1260	14740

I.2. Matériels et méthodes

I.2.1. Matériels

I.2.1.1. Animaux

Notre étude a été effectuée durant l'année 2013 pendant une période de 6 mois (mois Juillet jusqu'au mois de Décembre) et a intéressé des brebis de la race locale " Ouled djellal" provenant des élevages appartenant à deux zones distinctes dans la région de Seriana. La première se trouve à la montagne (commune de Seriana) et la seconde à la plaine (commune de Lazrou), la différence d'altitude entre ces deux régions est approximativement 100 m.

Le lot expérimental est composé de quarante brebis cliniquement sains, vingt dans chaque élevage ; âgées de 3 à 5 ans et pèsent entre 55 et 60 kg. Ces brebis ont subi un traitement antiparasitaire au début de l'été "Ivermectine" et elles ont été identifiées. Un bélier a été introduit au sein des brebis, sachant qu'aucun traitement de synchronisation n'a été effectué, le diagnostic de gestation est confirmé par le non retour des chaleurs. Les brebis sont considérées gestantes si des signes d'œstrus n'étaient plus observés après deux périodes d'observations (19 à 23 et 40 à 44 jours après la lutte) comme reporté par Ouedraogo et al. (2008). Donc, toutes les brebis étaient a priori gestantes et confirmées à postériori après mis-bas.

I.2.1.2. Alimentation et abreuvement

Dans les deux élevages des deux régions, les éleveurs pratiquent un élevage semi-extensif, donc les brebis durant la durée de notre expérimentation (saison sèche) sont conduites au pâturage deux fois par jour (7 h à 11h au matin et 16 h à 18h du soir), ces pâturages sont composés par les chaumes de céréales. Aussi on observe la distribution du foin et des concentrés

au niveau de la bergerie deux fois par jours (à 12h et à 20h). L'eau est distribuée deux fois par jours à 12h et à 20h, cette eau provient des forages trouvés au niveau des deux fermes.

Dans les deux élevages les brebis en fin de gestation et en début de lactation ne reçoivent aucune complémentation alimentaire. Aussi les deux éleveurs n'utilisent pas les pierres à lécher et n'ajoutent pas le sel à la ration.

Tableau 11 : ration alimentaire consommée par les brebis.

Aliment	Quantité
Foin (g/j/tête)	500
Concentré (g/j/tête)	200
Pâturage libre (kg/j/tête)	3-4

I.2.2. Méthodes

I.2.2.1. Prélèvement sanguins

Les prélèvements sanguins (un spécimen de 10 ml) ont été effectués aseptiquement par ponction de la veine jugulaire à l'aide des aiguilles à usage unique dans des tubes sous vide vacutainer à héparinate de lithium, entre 7 heures et 8 heures du matin avant la prise alimentaire.

On a fait trois prélèvements sanguins, le premier en début de gestation (DG), le deuxième en fin de gestation (FG) et le dernier en début de lactation (DL) pour étudier l'effet stade physiologique, sachant que :

- DG : correspond au deuxième mois de gestation (J60).
- FG : correspond au quatrième mois de gestation (J120).
- DL : correspond à un mois après l'agnelage (J30 postpartum).

Aussi on a fait deux prélèvements, un en été et l'autre en automne pour étudier l'effet saison.

Le sang recueilli à été transporté dans une glacière et centrifugé, au plus tard 2 heures après les prélèvements, à 3000 tours/min pendant 10 minutes. Deux aliquotes de plasma ont été recueillies à l'aide de pipettes munies d'embouts changés à chaque prélèvement, dans des tubes secs en plastique étiquetés, identifiés et conservés à – 20°C jusqu'au moment de leurs analyses.

I.2.2.2. Méthodes de dosage des minéraux plasmatiques

Les analyses de sang ont été réalisées au laboratoire central de l'E. P. H (Etablissement Public Hospitalier) d'Ouled Djellal. Les dosages plasmatiques ont porté sur les éléments minéraux majeurs (Ca, P, Mg, Na, K, Cl) et les oligo-éléments (Fe).

- Le calcium, le phosphore, le magnésium et le fer ont été mesurés par les méthodes colorimétriques sur Automate (Alpha- Swelab) de l'E. P. H Ouled Djellal.
- Le sodium, le potassium et le chlore ont été déterminés en mesurant leurs activités ioniques à l'aide d'un Ionogramme (Easylyte - sodium- potassium- chlore analyser) de l'E. P. H Ouled Djellal

I.2.2.2.1. Calcium

Dosé par la technique colorimétrique à Arsenazo III pour former un produit coloré bleu-pourpre. Le système contrôle la variation de l'absorbance à 650 nm.

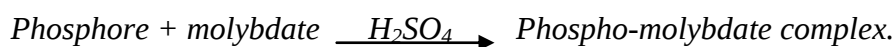
Réaction chimique :



I.2.2.2.2. Phosphore

Dosé par la technique colorimétrique au molybdate ammoniacal dans une solution acide et produit un complexe phosphomolybdate coloré. Le système surveille le changement d'absorbance à 340 nm.

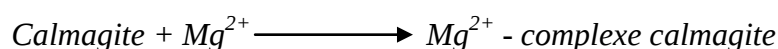
Réaction chimique :



I.2.2.2.3. Magnésium

Dosé par la technique colorimétrique à Calmagite pour former un chromogène stable. Le système contrôle la variation de l'absorbance à 520 nm.

Réaction chimique :



I.2.2.2.4. Sodium

Le système EASYLYTE détermine la concentration de sodium en mesurant l'activité des ions sodium dans le sérum.

Réaction chimique :

Lorsque le mélange échantillon/tampon (tampon de référence électrolyte ISE) entre en contact avec l'électrode, les ions sodium subissent un échange ionique dans la couche externe hydratée de l'électrode en verre. Lors de cet échange ionique, un changement de tension (potentiel) s'effectue à la surface de l'électrode. Ce changement de potentiel est comparé à une électrode de référence du sodium, pour compenser un léger bruit de fond ou un changement de température par analyse de rejet en mode commun. Le potentiel suit l'équation de Nernst et permet de calculer la concentration de sodium dans le sérum :

$$E = \text{constante} + (\text{pente}) (\log [\text{Na}]).$$

I.2.2.2.5. Potassium

Le système EASYLYTE détermine la concentration des ions potassium en mesurant l'activité de l'électrolyte dans le sérum.

Réaction chimique :

L'électrode de potassium consiste en une membrane de valinomycine. La structure physique de cette membrane est telle que les cavités échangeuses d'ions sont presque égales au diamètre de l'ion potassium lors de la formation du complexe, un changement de tension (potentiel) est comparé à une électrode de référence du sodium pour compenser un léger bruit de fond ou un changement de température par analyse par réjection en mode commun. Le potentiel suit l'équation de Nernst et permet de calculer la concentration de K^+ dans le sérum:

$$E = \text{constante} + (\text{pente}) (\log [\text{K}^+]).$$

I.2.2.2.6. Chlore

Le système EASYLYTE détermine la concentration de chlorure en mesurant l'activité des ions calcium dans le sérum.

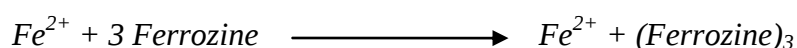
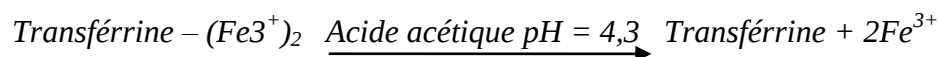
Réaction chimique :

L'électrode sélective d'ions chlorure est une électrode de type Ag/Ag Cl à deux phases. Un équilibre s'établit à la surface de l'électrode.

Lorsque les ions chlorure sont introduits dans le système, l'équilibre obtenu est rompu lors du chargement de la concentration des ions Ag^+ à la surface de l'électrode. Ce changement produit une variation du potentiel de l'électrode selon la formule de Nernst, qui est indirectement liée à l'activité du chlorure dans l'échantillon. Ces changements de potentiel sont comparés à une électrode de référence du sodium pour compenser les légers changements de température et de bruit électrique par analyse de rejet en mode commun.

I.2.2.2.7. Fer

Méthode de détermination colorimétrique. Au cours de la réaction, le fer est lié de la transferrine par l'action de l'acide acétique et réduit à l'état ferreux par l'hydroxylamine et le thioglycolate. L'ion ferreux forme immédiatement un complexe avec le réactif fer Ferrozine. Le système contrôle le changement de l'absorbance à 560 nm.

Réaction chimique :**I.2.3. Analyses statistiques**

La saisie et l'analyse statistique des données ont été réalisées à l'aide du logiciel "R", ce logiciel permet la détermination de la moyenne et l'écart type de chaque paramètre, La comparaison des deux moyennes de chaque paramètre entre les différents stades physiologiques (DG, FG, DL) ; les différents saisons (été, automne) et entre les deux régions (montagne et plaine) en utilisant le test de Student (test t). Les différences ont été considérées comme significatives lorsque $p < 0.05$.

Le logiciel EXCEL est utilisé pour la réalisation des graphes.

La signification des exposants :

- Dans la montagne

a : différence (DG vs FG)

b : différence (DG vs DL)

c : différence (FG vs DL)

g : différence (été vs automne)

- Dans la plaine

d : différence (DG vs FG)

e : différence (DG vs DL)

f : différence (FG vs DL)

h : différence (été vs automne)

CHAPITRE II

RESULTATS ET DISCUSSIONS

II.1. Les paramètres plasmatiques du métabolisme minéral

Les minéraux sont essentiels pour la vie, pour assurer les besoins de croissance et de productions et remplacer les quantités perdues au cours du métabolisme normal. Les minéraux participent à une série de réactions biochimiques en tant que composants d'enzymes et ils ont un rôle structurel et osmotique dans un certain nombre de tissus animaux (Masters, 1996).

Le sang est un milieu fiable et important pour l'évaluation de l'état de santé des animaux. La variation des paramètres sanguins chez les animaux est due à de nombreux facteurs comme l'âge, le sexe, la race, l'alimentation, l'altitude et les variations saisonnières (Kiran et al., 2012). Le sang est aussi le bio-substrat le plus important pour l'estimation de statut minéral d'un animal (Khan et al., 2009).

Les macroéléments et les oligo-éléments sont essentiels pour l'entretien de la production et des états métaboliques normaux. Chez les animaux un grand nombre de facteurs comme l'espèce, la race, le sexe, l'âge, l'état sanitaire et nutritionnel, aussi bien que les variations saisonnières et physiologiques peuvent affecter le niveau sérique des minéraux (Yokus et Cakir, 2006).

Le métabolisme des substances minérales joue un rôle significatif dans la régulation des fonctions physiologiques de la gestation et de la lactation. Ces deux dernières constituent un stress métabolique associé à un changement du profil minéral dépendant du statut reproducteur des petits ruminants (Antunovic et al., 2002 ; Kulcu et Yur, 2003). Selon Khaled et Illek (2012) le profil minéral de sang peut être utilisé pour prédire les problèmes liés au pré-partum et/ou post-partum associées à des carences minérales.

Selon Krajnicakova et al. (2003) la concentration plasmatique des éléments minéraux est dépendante des mécanismes homéostatiques qui sont en relation étroite avec la régulation hormonale et le statut alimentaire. Ainsi selon Meschy (2010) La composition sanguine en éléments minéraux majeurs est peu variable en raison de la puissante homéostasie qui intervient dans le tractus digestif (modification de l'efficacité de l'absorption), dans le tissu osseux (résorption/accrétion) et dans les reins (filtration glomérulaire/réabsorption tubulaire).

II.1.1. Les macroéléments

II.1.1.1. Calcium

Tableau 12 : Variation de la calcémie (mg/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région.

Calcémie (mg/l)		Montagne (moyenne±std)	Plaine (moyenne±std)	P	Valeurs usuelles (mg/l)
Stade physiologique	DG	74.83±9.29 ^{a***}	83.46±5.00 ^{d*}	P<0.001	100 (Lamand et al., 1986) 112 (Wolter, 1997)
	FG	99.91±7.46 ^{c***}	88.51±9.27 ^{f**}	P<0.001	100 (Jean-Blain, 2002) 120 (115-130) (Brugère-Picoux, 2004)
	DL	76.98±14.72	108.62±26.43 ^{e***}	P<0.001	90-110 (Klasing et al., 2005) 115-128 (Kaneko et al., 2008)
Saison	Été	74.83±9.29 ^{g**}	83.46±5.00 ^{h**}	P<0.001	90-120 (Meschy, 2010)
	Automne	88.44±16.36	98.56±22.04	P<0.05	84-128 (Dias et al., 2010) 72-80 (Suttle, 2010)

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

NS p>0.05, *p<0.05, ** P<0.01, *** p<0.001.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Montagne : (a : différence (DG vs FG); c : différence (FG vs DL); g : différence (été vs automne)).

Plaine: (d: différence (DG vs FG); e: différence (DG vs DL); f: différence (FG vs DL); h: différence (été vs automne)).

Le tableau (12) montre les valeurs relatives des teneurs plasmatiques du calcium. On constate que les valeurs de la calcémie durant notre expérimentation dans les deux régions sont inférieures aux normes physiologiques citées par Lamand et al. (1986) ; Wolter (1997) ; Jean-Blain (2002) ; Brugère-Picoux (2004) ; Klasing et al. (2005) ; Kaneko et al. (2008) et Meschy (2010).

Nos valeurs sont aussi inférieures aux normes rapportées par Khaled et al. (1999) ; Meziane (2001) ; Yokus et al. (2004) ; Masek et al. (2007) ; Ouedraogo et al. (2008) ; Rekik et al. (2010) ; Antunovic et al. (2011) qui sont respectivement (96 mg/l) ; (89 -102 mg/l) ; (89.3 - 117.7 mg/l) ; (106 mg/l) ; (95.6 mg/l) ; (88 - 100 mg/l) ; (102 – 103 mg/l).

Les valeurs de la calcémie que nous avons enregistré dans la présente étude sont dans la fourchette des normes citées par Gurgoze et al. (2009) ; Dias et al. (2010) ; Djaalab (2011) ;

Deghnouche et al. (2013) avec des valeurs respectives de : (77.9 -104.3 mg/l) ; (84 – 128 mg/l) ; (76 – 97.80 mg/l) ; (83.3 – 99.6 mg/l). Tandis qu'elles sont supérieures aux valeurs mentionnées par Krajnicakova et al. (2003) ; Suttle (2010) et Haffaf et al. (2013) qui sont respectivement (69.2 – 78 mg/l) ; (72 – 80 mg/l) ; (58.3 – 68.7 mg/l).

II.1.1.1.1. Influence du stade physiologique

II.1.1.1.1.1. Au niveau de la montagne

Les résultats obtenus dans la montagne nous montrent que la période de fin de gestation a le plus haut niveau de la calcémie (99.91 ± 7.46 mg/l), qui est par la suite diminuée en début de lactation (76.98 ± 14.72 mg/l), cette dernière presque est équivalente à celle en début de gestation (74.83 ± 9.29 mg/l).

Dans la montagne l'étude statistique a révélé une différence significative ($p < 0.001$) entre les lots de brebis : (DG vs FG) et (FG vs DL). Donc on a :

- Une augmentation hautement significative ($p < 0.001$) de la calcémie en fin de gestation par rapport à la calcémie des brebis en début de gestation. Cette augmentation de la calcémie est due probablement à l'augmentation de l'absorption intestinale et la résorption osseuse du Ca à cause du changement hormonal durant la gestation (Tagaki et Block, 1991 ; Abdelrahman et al., 2002).
- Une diminution hautement significative ($p < 0.001$) du taux plasmatique du Ca en début de lactation par rapport à la calcémie des brebis en fin de gestation. Cet état pourrait être dû au risque d'hypocalcémie lié à la parturition chez les ruminants (Kaneko et al., 2008).

Il existe une similitude entre nos résultats de la montagne et ceux d'Antunovic et al. (2002), qui en étudiant l'influence de l'état reproductif sur les paramètres sanguins chez les brebis, ils ont trouvé une augmentation significative ($p < 0.05$) de la calcémie en fin de gestation comparée à celle en début de lactation avec des valeurs respectives de 97.2 ± 0.28 mg/l et 87.2 ± 0.31 mg/l. Selon Lincoln et Lane (1990) cité par Antunovic et al. (2002), la concentration plasmatique du calcium est progressivement diminuée quelques jours après la mise-bas.

Haffaf et al. (2013), en étudiant l'effet du stade physiologique de la brebis Ouled Djellal sur le profil minéral, ils montrent une augmentation significative ($p < 0.05$) entre la fin de gestation et le début de lactation, ce qui est en accord avec nos résultats. Ils ont trouvé aussi que

toutes les brebis présentent une hypocalcémie qui est due probablement à l'alimentation ou bien à l'augmentation des besoins liés à la gestation et à la lactation.

Les résultats de Yokus et al. (2004) sont contradictoires avec nos valeurs de la calcémie dans les deux régions car ils ont trouvé la faible teneur plasmatique de Ca en fin de gestation et la plus haute en début de gestation, ils trouvent aussi une corrélation entre la concentration plasmatique du Ca et l'œstradiol en début de gestation et en début de lactation. Cette augmentation du Ca plasmatique en début de gestation est due à l'augmentation de l'absorption intestinale du Ca et à l'augmentation de résorption osseuse du Ca liée à l'augmentation de l'hormone parathyroïdienne (PTH) causée aussi par l'augmentation de l'œstradiol et le 1.25-(OH)₂D durant la gestation. Aussi ils ont rapporté que l'augmentation du Ca plasmatique est en relation avec l'augmentation de l'œstradiol et la diminution du taux du P et du Mg.

II.1.1.1.2. Au niveau de la plaine

Durant notre étude au niveau de la plaine on observe la faible teneur de la calcémie au début de la gestation (83.46 ± 5.00 mg/l) puis on note une augmentation progressive de la calcémie en fin de gestation (88.51 ± 9.27 mg/l) jusqu'au début de lactation où elle atteint le plus haut niveau (108.62 ± 26.43 mg/l). Statistiquement on a trouvé une différence significative entre les lots des brebis : (DG vs FG), (DG vs DL) et (FG vs DL). Donc on a une augmentation significative ($p < 0.05$) de la calcémie en fin de gestation par rapport au début de gestation, une augmentation très significative ($p < 0.01$) en début de lactation par rapport à la calcémie des brebis en fin de gestation et une augmentation hautement significative ($p < 0.001$) de la calcémie en début de lactation par rapport à la calcémie des brebis en début de gestation.

Cette augmentation de la calcémie en fin de gestation et en début de lactation est due probablement aux différences associées à l'augmentation des besoins pour la croissance intensive de ou des fœtus en fin de gestation et à la synthèse accrue de lait dans la lactation (Antunovic et al., 2011). Aussi Selon Roland et al. (1997) l'approvisionnement de calcium pour la synthèse du lait constitue un énorme défi à l'homéostasie calcique maternelle et dans la plupart des espèces la fuite du calcium en période de lactation dépasse l'utilisation du calcium pour la formation du squelette par le fœtus à la fin de gestation.

Nos résultats sont en accord avec Khaled et Illek (2012), qui en comparant la calcémie des brebis en fin de gestation avec celles en postpartum, ils ont trouvé une augmentation de la calcémie en postpartum (97.2 ± 0.08 mg/l) par rapport au prépartum (88.4 ± 0.04 mg/l) mais cette augmentation est non significative. Gurgoze et al. (2009) en faisant une recherche sur quelques

paramètres minérales durant et après la gestation, ont trouvé qu'il existe une différence hautement significative entre la calcémie en prépartum et le postpartum, avec des valeurs respective de $77.9 \pm 0.24 \text{ mg/l}$ et $104.3 \pm 0.23 \text{ mg/l}$. Mais ces auteurs ne donnent aucune explication à cette augmentation de la calcémie durant le postpartum et ils lient les résultats contradictoires donnés dans la littérature aux différences de races et de la pratique d'alimentation spécifique de chaque région.

L'augmentation de la calcémie en début de lactation chez les brebis de la plaine est en accord avec les travaux de Rekik et al. (2010) effectués sur des brebis de race Barbarine qui ont enregistré une augmentation de la calcémie deux semaines après parturition ($100 \pm 0.09 \text{ mg/l}$) comparée à celle en deux semaines avant parturition ($92 \pm 0.1 \text{ mg/l}$).

Ouedraogo et al. (2008), qui en étudiant les variations des profils métaboliques des chèvres gravides au Burkina Faso, ont constaté la baisse de la calcémie en fin de gestation ($78.4 \pm 0.16 \text{ mg/l}$) puis elle a augmenté par la suite en début de lactation ($115 \pm 0.11 \text{ mg/l}$). Cette hypocalcémie est d'origine alimentaire car la mobilisation du Ca peut être entravée par des apports alimentaires insuffisants en cas de défaillance des mécanismes hémostatique de l'organisme.

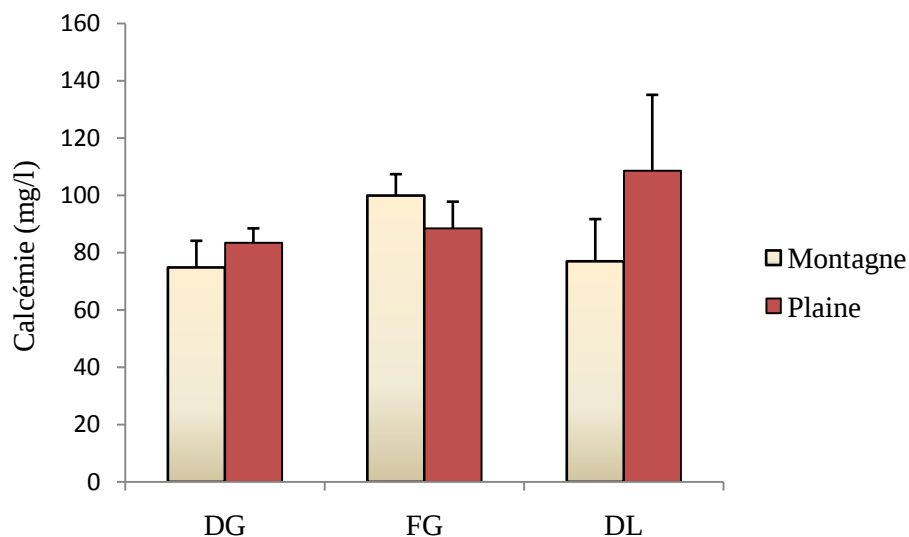


Figure 02 : Variation de la calcémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.1.1.2. Influence de la saison

L'analyse statistique des données révèle une augmentation significative ($p < 0.01$) de la calcémie soit dans la montagne ou dans la plaine à l'automne comparée à celle de l'été.

Nos résultats sont en contradiction avec les travaux de Yokus et Cakir (2006), qui en étudiant l'effet des variations saisonnières et physiologique sur les concentrations des minéraux sanguins chez les vaches, ils n'ont trouvé aucune influence de la saison sur la calcémie. Par contre Antunovic et al. (2002), ont trouvé une diminution significative ($p < 0.05$) de la calcémie des brebis soit en gestation ou en lactation à l'hiver par rapport à l'été, ils ont corrélié cette diminution au risque d'hypocalcémie lié à la parturition chez les ruminants. Yokus et al. (2004), ont souligné aussi une diminution significative ($p < 0.05$) de la calcémie des brebis à l'hiver par rapport aux autres saisons.

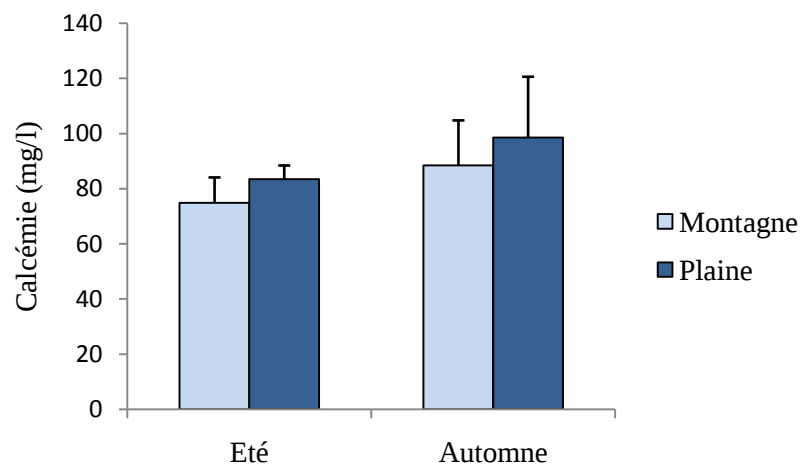


Figure 03 : Variation de la calcémie en fonction de la saison, et de la région.

II.1.1.2. Phosphore

Tableau 13 : Variation de la phosphatémie (mg/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région.

Phosphatémie (mg/l)		Montagne (moyenne±std)	Plaine (moyenne±std)	P	Valeurs usuelles (mg/l)
Stade physiologique	DG	33.63±6.79 ^{a***}	31.90±7.04	p>0.05	40-80 (Engels, 1981) 40.24-111.45 (Lamand et al., 1986)
	FG	62.44±11.32	34.29±10.57	P<0.001	50-73 (Brugère-Picoux, 2004)
	DL	63.98±16.99 ^{b***}	40.91±13.21 ^{e*}	P<0.001	20-100 (Klasing et al., 2005) 50-73 (Kaneko et al., 2008)
Saison	Eté	33.63±6.79 ^{g***}	31.90±7.04	P>0.05	40-80 (Meschy, 2010) 65.01 (Dias et al., 2010)
	Automne	63.21±14.27	37.60±12.27	P<0.001	30.95- 46.43 (Suttle, 2010)

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

*p<0.05, ** P<0.01, *** p<0.001.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Montagne : (a : différence (DG vs FG) ; b : différence (DG vs DL) ; g : différence (été vs automne)).

Plaine : (e : différence (DG vs DL)).

Les valeurs relatives des teneurs plasmatiques du phosphore durant cette étude sont présentées dans le tableau (13), la figure (4) et (5). On observe que la plupart des valeurs de la phosphatémie dans les deux régions sont inférieures aux normes citées par Engels (1981) ; Lamand et al. (1986) ; Brugère-Picoux (2004) ; Kaneko et al. (2008) ; Meschy (2010) ; Dias et al. (2010).

La plupart de nos valeurs sont aussi inférieures aux valeurs mentionnées par Khaled et al. (1999) ; Meziane (2001) ; Antunovic et al. (2002) ; Antunovic et al. (2004) ; Yokus et al. (2004) ; Yildiz et al. (2005) ; Hafid (2006) ; Masek et al. (2007) ; Ouedraogo et al. (2008) ; Antunovic et al. (2011) ; Djaalab (2011) ; Khaled et Illek (2012) ; Deghnouche et al. (2013) avec des valeurs respectives de : (59.44 mg/l) ; (53.76-73.26 mg/l) ; (44.58-58.82 mg/l) ; (49.22-70.89 mg/l) ; (42.6-61.5 mg/l) ; (51.39-59.75 mg/l) ; (56.50- 65.11 mg/l) ; (56.03 mg/l) ; (62.22 mg/l) ; (49.84-52.01 mg/l) ; (65.10-93.20 mg/l) ; (58.82-63.46 mg/l) ; (48.59-59.38 mg/l).

Mais selon Klasing et al. (2005) (20-100 mg/l) ; Suttle (2010) (30.95- 46.43 mg/l) la plupart de nos valeurs de la phosphatémie des deux régions sont dans la fourchette des normes.

II.1.1.2.1. Influence du stade physiologique

II.1.1.2.1.1. Au niveau de la montagne

La phosphatémie des brebis en début de gestation ($33,63 \pm 6,79$ mg/l) est la plus faible des valeurs obtenues, puis elle augmente durant la fin de gestation ($62,44 \pm 11,32$ mg/l) pour atteindre sa valeur maximale en début de lactation ($63,98 \pm 16,99$ mg/l).

L'étude statistique de ces valeurs montre une différence significative entre (DG vs FG) et (DG vs DL) ce qui nous donne une augmentation hautement significative ($p < 0.001$) de la phosphatémie des brebis en fin de gestation et en début de lactation par rapport à celle des brebis en début de gestation.

II.1.1.2.1.2. Au niveau de la plaine

On observe une légère augmentation de la phosphatémie dès le début de gestation ($31,90 \pm 7,04$ mg/l) jusqu'au début de lactation ($40,91 \pm 13,21$ mg/l). D'après l'étude statistique des résultats trouvés on observe une augmentation significative ($p < 0.05$) de la phosphatémie des brebis en début de lactation par rapport à celle des brebis en début de gestation.

Nos résultats sont en accord avec Antunovic et al. (2004), qui en étudiant l'influence du statut reproductif de la brebis sur des paramètres sanguins, ont été trouvés une augmentation significative de la phosphatémie des brebis en début de lactation par rapport aux brebis gestantes. La diminution du teneur plasmatique du P inorganique est due à la diminution de l'herbe verte en été chez les brebis gestantes.

Nos résultats sont en contradiction avec ceux d'Ouedraogo et al. (2008) qui ont trouvé une légère diminution de la phosphatémie de la monte à la fin de gestation chez les chèvres avec de fortes variations individuelles. En revanche Masek et al. (2007), qui ont étudié les paramètres biochimiques sanguins des brebis laitières. Ils ont trouvé une augmentation de la phosphatémie en début de lactation, ce qu'est similaire à nos résultats dans les deux régions.

Krajnicova et al. (2003), qui ont étudié les paramètres biochimiques durant la période puerpérale chez la chèvre, n'ont trouvé aucune différence significative entre les valeurs de la phosphatémie à partir de 1 J jusqu'au 40 J du postpartum.

Antunovic et al. (2011), n'ont trouvé aucune différence significative de la phosphatémie chez les brebis en fin de gestation et celles en début de lactation, et ils ont trouvé le contraire de nos résultats car ils ont constaté une diminution de la phosphatémie en début de lactation (49.84 mg/l) par rapport à la fin de gestation (50.46 mg/l).

Antunovic et al. (2002), en étudiant l'influence de la saison et le statut physiologique des brebis sur les paramètres sanguins. Ils ont trouvé une augmentation significative ($p < 0.05$) de la phosphatémie des brebis en lactation (58.82 mg/l) par rapport aux brebis en fin de gestation (44.58 mg/l). Comme Antunovic et al. (2004), ils ont expliqué la diminution de la phosphatémie en fin de gestation par le manque de l'herbe verte dans les pâturages en été.

Khaled et Illek. (2012), ont trouvé une légère augmentation de la phosphatémie en fin de gestation (63.46 mg/l) par rapport au début de lactation (58.82 mg/l) mais cette augmentation est non significative. Alors que Haffaf et al. (2013), en étudiant l'intérêt du profil minéral dans la gestion de l'élevage des brebis reproductrices, ont constaté une augmentation significative ($p < 0.05$) de la phosphatémie en fin de gestation (73.5 mg/l) et une diminution significative en postpartum (47.8 mg/l), cette diminution pourrait être le résultat d'un transfert de la matière minérale vers la glande mammaire pour assurer la production laitière.

Rekik et al. (2010), trouvent que la teneur plasmatique du P n'est pas affecté par le régime alimentaire dans les différents stades physiologiques chez la brebis et ils ont trouvé aussi que la phosphatémie a tendance à diminuer immédiatement avant et après la parturition.

Yildiz et al. (2005), en étudiant le profil minéral des brebis durant la gestation et la lactation, ont souligné une diminution significative ($p < 0.05$) du phosphore inorganique, pour eux cette diminution est à cause de l'augmentation de la demande en phosphore pour la minéralisation du squelette fœtale.

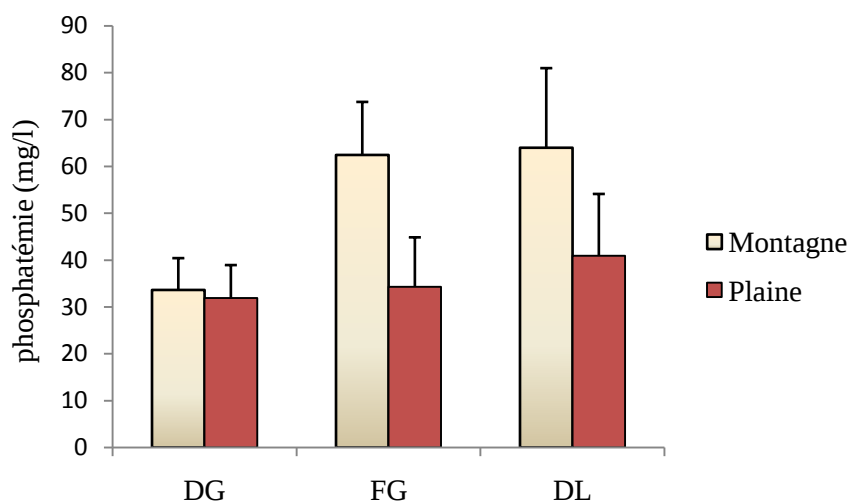


Figure 04 : Variation de la phosphatémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.1.2.2. Influence de la saison

Dans notre étude, on n'a pas noté d'effet significatif de la saison sur la phosphatémie dans la plaine par contre on a observé une diminution significative ($p < 0.001$) du teneur plasmatique en phosphore à l'été par rapport à l'automne dans la montagne.

Il existe une similitude entre nos résultats et les travaux d'Antunovic et al. (2002), qui ont trouvé une diminution significative ($p < 0.05$) de la phosphatémie des brebis en fin de gestation à l'été à cause du manque de l'herbe verte dans les pâturages en été. Yokus et Cakir (2006), ont trouvé aussi une diminution significative ($p < 0.05$) de la phosphatémie des vaches à l'été comparée à celle de l'automne.

Meziane (2001), a souligné une diminution significative de la phosphatémie en été par rapport au printemps. Il a lié cette diminution de la phosphatémie en été à un murissement précoce de l'herbe à cause de la sécheresse car il se produit une baisse très importante du taux de phosphate de l'ordre de 4.09g pour l'herbe jeune à 2.5g en fin d'épiaison (Meschy et al., 1995 cité par Meziane, 2001). Cette allure se confirme dans les deux régions au cours de l'été où on note les valeurs les plus basses de la phosphatémie.

Baumgartner et Pernthaner (1994), ont souligné une influence significative de la saison sur la phosphatémie, le même résultat a été mentionné par Sowande et al. (2008), chez les ovins avec des valeurs relativement supérieures en saison sèche, contrairement aux résultats obtenus par Deghnouche (2011) qui n'ont trouvé aucun effet considérable de la saison sur la phosphatémie.

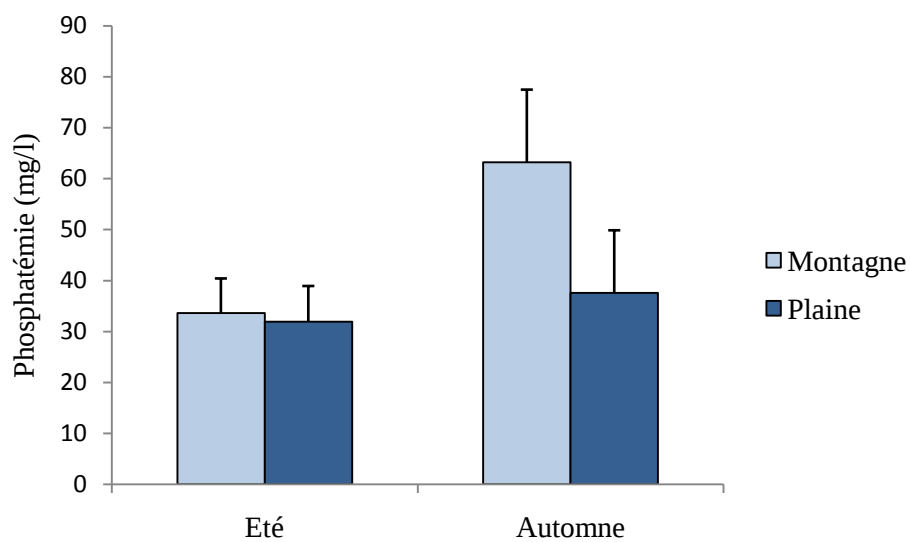


Figure 05 : Variation de la phosphatémie en fonction de la saison, et de la région.

II.1.1.3. Magnésium

Tableau 14 : Variation de la magnésémie (mg/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région.

Magnésémie (mg/l)		Montagne (moyenne±std)	Plaine (moyenne±std)	P	Valeurs usuelles (mg/l)
Stade physiologique	DG	28.6±7.21	22.5±3.24	P<0.05	
	FG	24.5±3.53 ^{c*}	23±2.82	P> 0.05	
	DL	29.9±4.93	22.5±2.91	P<0.001	
saison	Eté	28.6±7.21	22.5±3.24	P<0.05	
	Automne	27.2±5.01	22.75±2.80	P<0.01	

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

*p<0.05.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Montagne : (c : différence (FG vs DL)).

Les résultats relatifs aux teneurs plasmatiques du magnésium sont indiqués dans le tableau (14). Les valeurs de la magnésémie que nous avons enregistré dans la présente étude sont dans l'intervalle des normes rapportées par Wolter (1997) ; Jean- Blain (2002) ; Brugère-Picoux (2004) ; Kaneko et al. (2008) ; Dias et al. (2010).

La plupart de nos valeurs sont aussi dans la fourchette des normes citées par Meziane (2001) ; Krajnicacova et al. (2003) ; Hafid (2006) ; Djaalab (2011) ; Deghnouche (2011) ; Haffaf et al. (2013) qui sont respectivement : (19.16- 24.65 mg/l) ; (21.65- 24.33 mg/l) ; (20.65- 26.01 mg/l) ; (19.9- 26.5 mg/l) ; (20.42- 28.95mg/l) ; (19.73- 29.54 mg/l).

Alors que selon Kulcu et Yur (2003) (33.5- 44 mg/l) ; Yildiz et al. (2005) (25.06- 27.25 mg /l) ; Masek et al. (2007) (27.49 mg/l) et Antunovic et al. (2011) (24.57- 25.06 mg/l) la plupart de nos valeurs du Mg plasmatique dans les deux régions sont inférieures aux normes physiologiques.

En revanche la magnésémie soit dans la montagne ou dans la plaine est considérée comme supérieure aux valeurs citées par Khaled et al. (1999) et Yokus et Cakir, (2006) avec des valeurs respectives de : (22.62 mg/l) ; (18.1- 20.6 mg/l).

II.1.1.3.1. Influence du stade physiologique

II.1.1.3.1.1. Au niveau de la montagne

Chez les brebis vivant dans la montagne, on constate que la magnésémie la plus élevée est enregistrée en début de lactation (29.9 ± 4.93 mg/l) avec une valeur presque similaire en début de gestation (28.6 ± 7.21 mg/l). Alors que la faible teneur plasmatique du magnésium est constatée en fin de gestation (24.5 ± 3.53 mg/l). L'étude statistique des résultats obtenus montre une différence significative ($p < 0.05$) de la magnésémie des brebis en fin de gestation et en début de lactation.

Les résultats de la magnésémie des brebis de la montagne suivent une évolution similaire à celle constatée par Djaalab (2011), qui a enregistré chez les brebis une teneur élevée en début de gestation (21.3 ± 0.63 mg/l), puis cette valeur a diminué significativement ($p < 0.01$) en fin de gestation (19.00 ± 0.74 mg/l), pour qu'en début de lactation cette magnésémie augmente (24.40 ± 0.64 mg/l) pour être proche de celle enregistrée en début de gestation. Selon Djaalab (2011) cette diminution du Mg plasmatique en fin de gestation coïncide avec la période du printemps où l'herbe jeune se trouve en abondance et qu'est très pauvre en Mg et dont la digestibilité de cet élément est très faible (Amboulou et al., 1977 cité par Meziane, 2001). Aussi pour notre étude la diminution du magnésémie en fin de gestation coïncide avec le début de l'automne où la poussée de l'herbe jeune peut être la cause de cette diminution du Mg plasmatique. Parallèlement, cette diminution serait due, en partie, au passage du magnésium de la mère au fœtus (Yildiz et al., 2005).

Yokus et Cakir (2006), en étudiant les variations physiologiques et saisonnières de la concentration des minéraux sériques chez la vache, ont constaté une diminution significative ($p < 0.05$) du magnésémie et une augmentation du ratio Ca/Mg en fin de gestation. Selon McDowell (1992) cité par Yokus et Cakir (2006), l'hypomagnésémie stimule la sécrétion du PTH, qui contribue par la suite à l'augmentation de l'absorption intestinale du Calcium, ce qu'est en accord avec nos résultats, l'augmentation significative ($p < 0.001$) de la calcémie en fin de gestation dans la montagne. Ainsi selon Borella et al. (1990) l'augmentation du ratio Ca/Mg est associée à l'avortement et les pathologies de gestation.

Haffaf (2011), a trouvé le plus haut niveau de magnésium en début de gestation avec une augmentation significative ($P < 0.001$), pour ensuite diminuer graduellement au cours de la

gestation et jusqu'au 30^{ème} jour postpartum. Donc, il y avait tendance vers une diminution progressive de la magnésémie durant la période péripartum. Cette phase est caractérisée par une forte exportation des nutriments vers le fœtus puis vers le lait qui charrie avec lui, une grande quantité de magnésium, d'où la diminution de la magnésémie (Meziane, 2001).

II.1.1.3.1.2. Au niveau de la plaine

D'après l'observation des résultats mentionnés dans le tableau (14) et de la figure (6) on constate que les brebis de la plaine ont une magnésémie constante durant tous les différents stades physiologiques. Donc l'analyse statistique des valeurs du Mg plasmatique ne montre aucune différence statistique entre les différents stades physiologiques.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Sansom et al. (1982) cités par Abdelrahman (2008) qui ont souligné une forte concentration sérique du magnésium chez les brebis en fin de gestation, et qui diminue à la parturition et 3 semaines postpartum, et ils sont similaire aussi à ceux d'Antunovic et al. (2002) ; Yokus et al. (2004) ; Hafid (2006) ; Gurgoze et al. (2009) et Khaled et Illek (2012) qui n'ont décrit aucune influence significative du stade reproductif sur la concentration sérique du Mg.

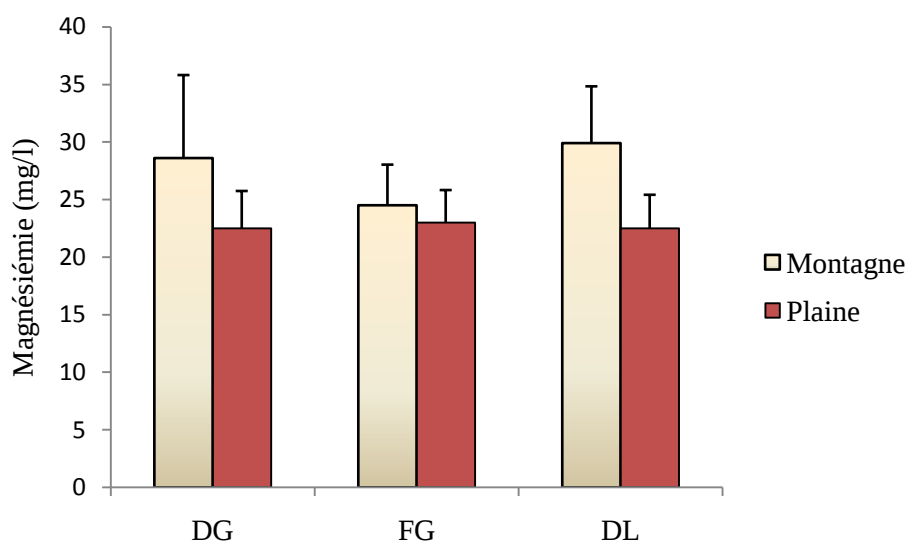


Figure 06 : Variation de la magnésémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.1.3.2. Influence de la saison

A l'examen du tableau (14) et la figure (7) on ne trouve pas des différences significatives entre l'été et l'automne soit dans la montagne ou dans la plaine, donc on n'observe pas d'effet saison dans les deux régions.

Nos résultats sont en accord avec les résultats de Sowande et al. (2008), qui n'ont pas trouvé une influence significative de la saison sur la magnésémie. Cependant ils ont noté des valeurs sériques basses en cet élément dans les deux saisons, ils l'ont attribué à l'apport élevé en potassium, comme il a été bien établi que ce macroélément interfère avec l'absorption du magnésium (McDowell, 1985). Aussi on est en accord avec les travaux d'Antunovic et al. (2002), car ils ne trouvent aucun effet saison sur la magnésémie.

Nos résultats sont en contradiction avec les travaux de Hafid (2006) et Deghnouche (2011), qui ont souligné une influence significative de la saison sur la magnésémie et selon eux les valeurs obtenues en saison sèche sont plus élevées que celles obtenues en saison humide. Cette augmentation de la magnésémie en saison sèche est due suite à la consommation des aliments secs (teneur élevée en cellulose, et Mg) par les animaux (Hafid, 2006). Aussi Meziane (2001) ; Yokus et al. (2004) ; Yokus et Cakir (2006) ont décrit une influence considérable de la saison sur la magnésémie.

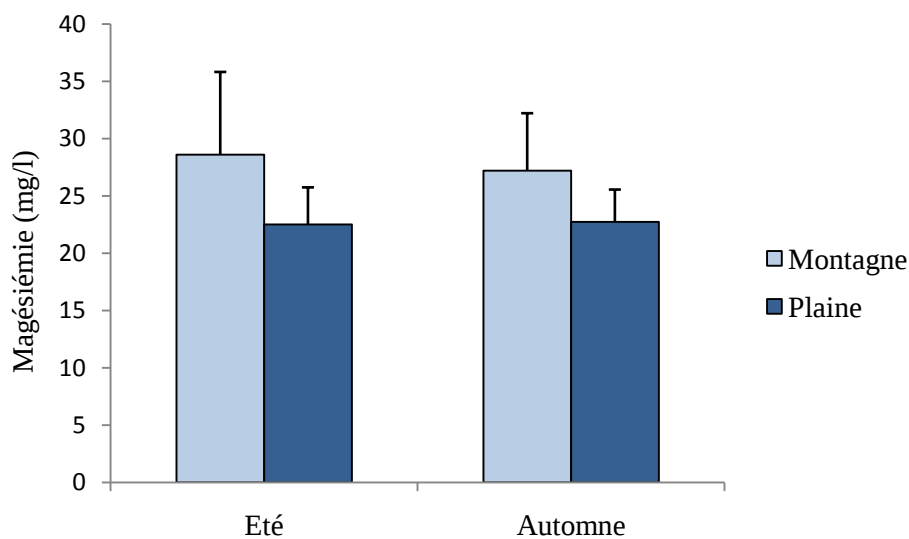


Figure 07 : Variation de la magnésémie en fonction de la saison, et de la région.

II.1.1.4. Sodium

Tableau 15 : Variation de la natrémie (mEq/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de l'altitude de la région.

Natrémie (mEq/l)		Montagne (moyenne±std)	Plaine (moyenne±std)	P	Valeurs usuelles (mEq/l)
Stade physiologique	DG	138.06±10.32	139.5±3.65	P> 0.05	
	FG	133.6±9.31	135.23±9.44	P> 0.05	
	DL	132.6±10.54	128.52±12.91 ^{e***}	P> 0.05	
Saison	Été	138.06±10.32	139.5±3.65 ^{h**}	P>0.05	
	Automne	133.1±9.83	131.87±11.67	P> 0.05	

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

** P<0.01, *** p<0.001.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Plaine : (e : différence (DG vs DL) ; h : différence (été vs automne)).

Les valeurs de la natrémie dans les deux régions en fonction du stade physiologique de la brebis et de la saison sont mentionnées dans le tableau (15), la figure (8) et la figure (9). D'après la comparaison de ces valeurs avec celles données par Lamand et al. (1986) ; Jean-Blain (2002) ; Brugère-Picoux (2004) ; Klasing et al. (2005) ; Kaneko et al. (2008) ; Meschy (2010) ; Dias et al. (2010) ; Suttle (2010) on trouve que toutes les valeurs de la natrémie dans notre étude sont inférieures aux normes citées par les auteurs ci-dessus.

Nos valeurs sont considérées aussi inférieures aux valeurs citées par Khaled et al. (1999) ; Meziane (2001) ; Antunovic et al. (2002) ; Krajnicacova et al. (2003) ; Antunovic et al. (2004) ; Yokus et al. (2004) ; Yildiz et al. (2005) ; Ouedraogo et al. (2008) ; Antunovic et al. (2011) ; Djaalab (2011) ; Haffaf et al. (2013) qui sont respectivement : (144.9 mEq/l) ; (140.56- 153.06 mEq/l) ; (146.9- 151.35 mEq/l) ; (144- 150.8 mEq/l) ; (138.33- 146.93 mEq/l) ; (144.5- 147.91 mEq/l) ; (145.5- 147.3 mEq/l) ; (143.4 mEq/l) ; (153.20- 162.30 mEq/l) ; (146.50- 150.3

mEq/l) ; (141.6- 143.7 mEq/l). Cette hyponatrémie pourrait se développer en cas de carence alimentaire (Dias et al., 2010).

En revanche selon Deghnouche et al. (2013) (126.53- 142.61 mEq/l) nos valeurs sont dans les normes.

II.1.1.4.1. Influence du stade physiologique

II.1.1.4.1.1. Au niveau de la montagne

Dans la montagne on note la grande valeur de la natrémie pour les brebis en début de gestation ($138,06 \pm 10,32$ mEq/l), cette valeur va subir par la suite une diminution en fin de gestation ($133,6 \pm 9,31$ mEq/l) puis elle atteint sa valeur minimale en début de lactation ($132,6 \pm 10,54$ mEq/l). Malgré cette diminution progressive de la natrémie l'étude statistique ne montre aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les différents lots des brebis quelque soit leurs stade physiologique.

Nos résultats sont similaires de ceux des travaux d'Ouedraogo et al. (2008) qui ont noté une hyponatrémie chez les chèvres gestantes surtout vers la fin de gestation comparativement avec les vides ou encore avec celles qui ont déjà avorté, et de ceux de Hafid (2006) qui a montré une corrélation négative entre la natrémie et la gestation chez la chèvre en rapport avec la satisfaction des besoins du fœtus. Antunovic et al. (2004) ont démontré aussi une diminution significative ($p < 0.01$) de la natrémie en fin de gestation, ces changement sont en proportion avec les travaux d'Okab et al. (1992) qui ont déclaré que le niveau de sodium dans le plasma sanguin a montré une diminution progressive avec l'avancement de la gestation.

Au contraire nos résultats sont en désaccord avec les résultats de Didara et al. (2010) cité par Haffaf (2011) qui ont signalé une augmentation significative de la natrémie chez les femelles gestantes en relation avec l'augmentation de la réabsorption rénale du sodium suite à une élévation de la concentration de l'aldostérone durant la gestation et aussi avec les résultats de Yildiz et al. (2005) qui ont montré une augmentation non significative ($p > 0.05$) de la natrémie en fin de gestation (148 ± 3.7 mEq/l) par rapport au début (145.6 ± 3.39 mEq/l).

II.1.1.4.1.2. Au niveau de la plaine

Au niveau de la plaine l'évolution des valeurs de la natrémie est semblable à celle trouvée dans la montagne, le plus haut niveau est mentionné en début de gestation ($139,5 \pm 3,65$ mEq/l) ensuite le sodium plasmatique est diminué en fin de gestation ($135,23 \pm 9,44$ mEq/l) pour atteindre sa valeur minimale en début de lactation ($128,52 \pm 12,91$ mEq/l). L'étude statistique des

valeurs obtenues montre une différence hautement significative ($p < 0.001$) entre les brebis en début de gestation et les brebis en début de lactation.

Nos résultats sont en accord avec Krajnicakova et al. (2003), qui ont trouvé une diminution significative ($p < 0.05$) de la natrémie dès le premier jour postpartum jusqu'au 28 jour après parturition. Cette diminution du Na plasmatique pourrait être en relation avec le passage accru de sodium au lait. Selon Khaled et al. (1999) les cellules de la glande mammaire en lactation utilisent autant que 80% des éléments nutritifs disponibles pour la synthèse du lait à partir du sang.

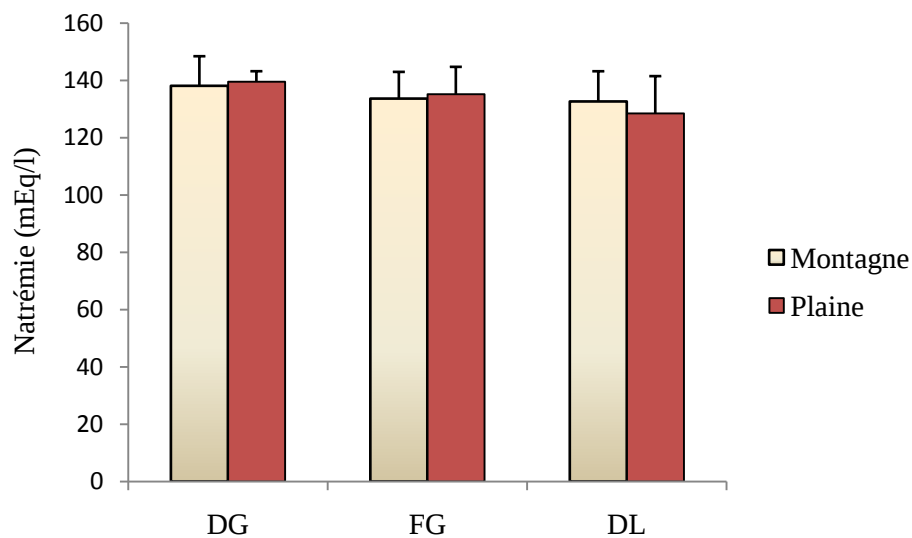


Figure 08 : Variation de la natrémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.1.4.2. Influence de la saison

A l'examen du tableau (15) et la figure (9), on constate une diminution de la natrémie en automne par rapport à l'été soit dans la montagne ou dans la plaine. Par contre l'analyse statistique des valeurs obtenues donne seulement une différence significative ($p < 0.01$) entre l'été et l'automne dans la plaine. Cette diminution de la natrémie en automne pourrait être due en partie à la poussée d'herbe jeune en automne qui a une faible teneur en sodium (Meziane, 2001).

Nos résultats de la montagne sont en accord avec les travaux de Yokus et al. (2004) ; Yokus et Cakir (2006) et Sowande et al. (2008), qui n'ont trouvé aucune influence de la saison sur les valeurs de la natrémie. En revanche nos résultats concernant la plaine sont en accord avec Antunovic et al. (2002) ; Hafid (2006) ; Deghnouche (2011) qui ont trouvé une influence significative de la saison sur la natrémie, mais ces derniers auteurs ont étudié la variation de la natrémie durant la saison sèche et humide non seulement entre l'été et l'automne. Meziane

(2001) trouve une différence significative ($p < 0.01$) entre l'été et l'automne, mais au contraire de notre cas, il a observé la valeur élevée en automne.

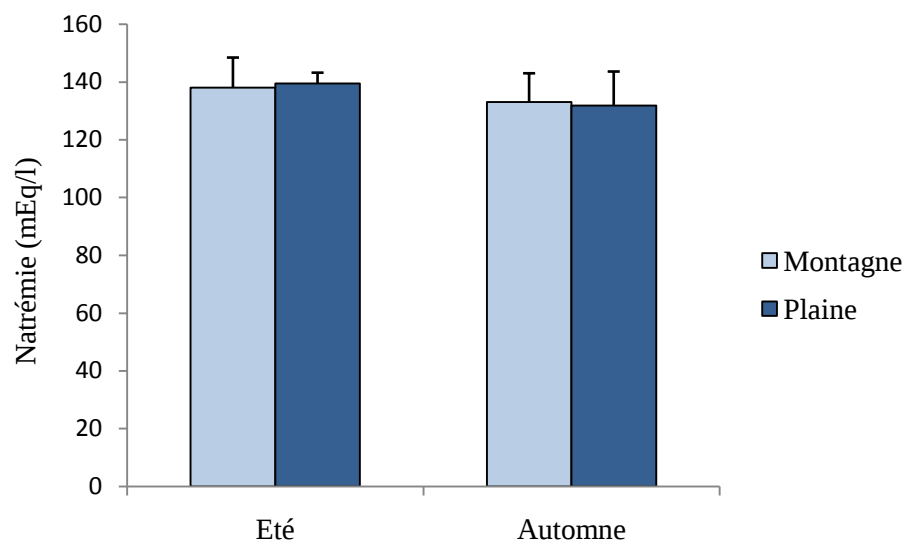


Figure 09 : Variation de la natrémie en fonction de la saison, et de la région.

II.1.1.5. Potassium

Tableau 16 : Variation de la kaliémie (mEq/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région.

Kaliémie (mEq/l)		Montagne (moyenne±std)	Plaine (moyenne±std)	P	Valeurs usuelles (mEq/l) 5 (Lamand et al., 1986) 4-5.6 (Jean-Blain, 2002) 4.4 (Brugère-Picoux, 2004) 3.5-5 (Klasing et al., 2005) 3.9-5.4 (Kaneko et al., 2008) 5 (Meschy, 2010) 3.87-5.67 (Dias et al., 2010)
Stade physiologique	DG	4.44±0.43 ^{a**}	4.25±0.56	P>0.05	
	FG	3.90±0.54	3.95±0.40	P>0.05	
	DL	4.08±0.47 ^{b*}	3.64±0.55 ^{e**}	P<0.05	
saison	Eté	4.44±0.43 ^{g**}	4.25±0.56 ^{h**}	P>0.05	
	Automne	3.99±0.50	3.80±0.50	P>0.05	

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

*p<0.05, ** P<0.01.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Montagne : (a : différence (DG vs FG) ; b : différence (DG vs DL) ; g : différence (été vs automne)).

Plaine : (e : différence (DG vs DL) ; h : différence (été vs automne)).

Le tableau (16) montre les valeurs relatives des teneurs plasmatiques du potassium en fonction du stade physiologique et de la saison dans les deux régions. Nos résultats sont en accord avec Klasing et al. (2005) ; Kaneko et al. (2008) ; Dias et al. (2010) donc on a une kaliémie normale selon ces auteurs.

Selon Lamand et al. (1986) ; Brugère-Picoux (2004) ; Meschy (2010) les valeurs de la kaliémie qu'on a trouvé sont inférieurs aux normes donc on est selon ces deux auteurs devant une hypokaliémie.

Selon d'autres auteurs, ont est aussi devant une hypokaliémie parmi les quels Meziane, (2001) ; Antunovic et al. (2002) ; Krajnicacova et al. (2003) ; Yokus et al. (2004) ; Antunovic et al. (2004) ; Yildiz et al. (2005) ; Ouedraogo et al. (2008) ; Antunovic et al. (2011) qui ont des valeurs respective de : (4.48- 5.19 mEq/l) ; (4.55- 5.33 mEq/l) ; (4.68- 5.23 mEq/l) ; (4.33- 5.1 mEq/l) ; (4.22- 4.98 mEq/l) ; (4.59- 4.98 mEq/l) ; (4.7- 5.2 mEq/l) ; (5.39- 5.83 mEq/l).

Mais selon Haffaf et al. (2013) (3.98- 4.84 mEq/l) nos valeurs sont dans la fourchette des normes.

II.1.1.5.1. Influence du stade physiologique

II.1.1.5.1.1. Au niveau de la montagne

A l'observation des valeurs de la kaliémie chez les brebis de la montagne, on trouve que la kaliémie la plus élevée des brebis de la montagne est mentionnée en début de gestation (4.44 ± 0.43 mEq/l) puis on note une diminution du taux de la kaliémie en fin de gestation (3.90 ± 0.54 mEq/l) pour qu'elle augmente une autre fois en début de lactation (4.08 ± 0.47 mEq/l).

L'étude statistique des résultats révèle une différence statistique entre les lots des brebis (DG vs FG) et (DG vs DL), donc on a une diminution très significative de la kaliémie ($p < 0.01$) en fin de gestation par rapport au début de gestation et une diminution significative de la kaliémie ($p < 0.05$) en début de lactation par rapport au début de gestation.

Antunovic et al. (2004), qui en étudiant l'influence de l'âge et du stade physiologique sur les paramètres sanguins chez la brebis, ont trouvé la plus faible concentration de potassium sanguin chez les brebis gestantes (4.22 ± 0.30 mEq/l) puis cette concentration a été augmentée significativement ($p < 0.01$) en lactation (4.98 ± 0.39 mEq/l). Cette constatation concorde avec nos résultats car on a pu noter des valeurs de kaliémie élevées chez les brebis en début de lactation comparativement aux brebis en fin de gestation, ceci confirme aussi ce qui a été rapporté par Mohamed Elsir et Abdalla Mohamed (2010) ; Deghnouche (2011), qui ont observé une augmentation de la kaliémie pendant la lactation. La diminution de la concentration sanguine de K chez les brebis gestantes devait être liée aux troubles du métabolisme susceptibles de se produire à la fin de la gestation et qui à son tour peut conduire à diverses déviations pathologiques des métabolites sanguins (Antunovic et al. 2002).

II.1.1.5.1.2. Au niveau de la plaine

Chez les brebis de la plaine on note la valeur élevée de la kaliémie en début de gestation (4.25 ± 0.56 mEq/l), cette valeur a diminué progressivement en fin de gestation (3.95 ± 0.40 mEq/l) pour atteindre sa valeur minimale en début de lactation (3.64 ± 0.55 mEq/l). L'analyse statistique des résultats montre une diminution très significative ($p < 0.01$) de la kaliémie en début de lactation par rapport au début de gestation.

Dans la plaine, une diminution significative de la kaliémie ($P < 0.01$) a été observée en début de lactation, est similaire à celle observée par Meziane (2001) et Haffaf et al. (2013) qui

ont constaté une diminution significative de la kaliémie en période de lactation par rapport à la gestation. Cette diminution en potassium serait due à son exportation dans le lait (Meziane, 2001).

Cependant nos résultats soit dans la montagne ou dans la plaine sont en contradiction avec les observations de Roubies et al (2006) ; Tanritanir et al. (2009) ; Djaalab (2011) qui n'ont pas rapporté de variations significatives de la kaliémie pendant les différents stades reproductifs.

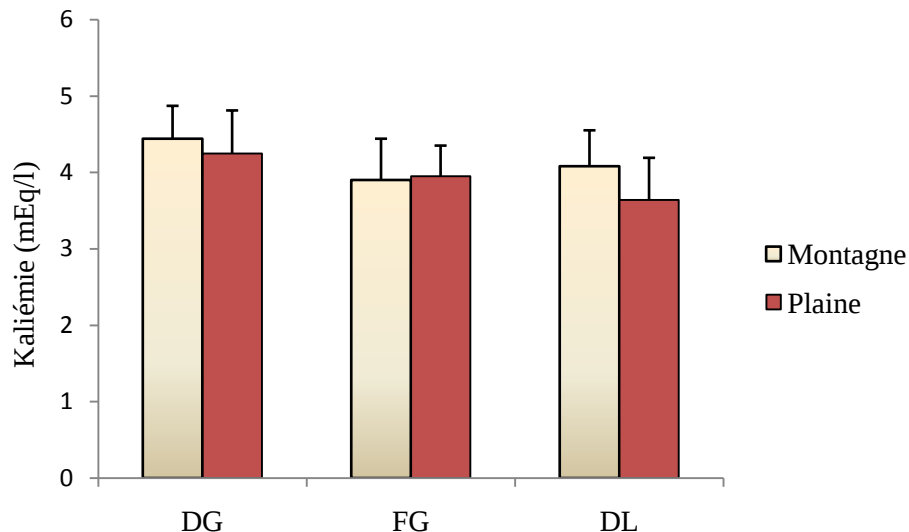


Figure 10 : Variation de la kaliémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.1.5.2. Influence de la saison

A l'examen du tableau (16) et la figure (11), on constate une diminution de la kaliémie en automne par rapport à l'été soit dans la montagne ou dans la plaine, cette constatation est confirmée par l'analyse statistique qui donne une différence significative ($p < 0.01$) entre l'été et l'automne dans les deux régions.

Yokus et al. (2004), en étudiant l'effet de la saison et le stade physiologique sur le niveau sérique des minéraux chez les ovins, ont ne trouve pas d'influence saisonnière sur la kaliémie, ce qu'est le contraire pour notre étude. En revanche Meziane (2001) ; Yokus et Cakir (2006) ; Deghnouche (2011), ont trouvé une influence de la saison sur le taux de la kaliémie. Aussi Antunovic et al. (2002), ont souligné une augmentation significative ($p < 0.01$) de la kaliémie en été chez les brebis en lactation et une augmentation significative ($p < 0.05$) du potassium plasmatique en hiver chez les brebis gestantes ; malheureusement on ne peut pas comparer ces travaux avec notre étude qu'est faite seulement en été et en automne.

L'évolution saisonnière de la kaliémie dans les deux régions suit la même allure que la natrémie. Donc la diminution significative ($p < 0.01$) de la kaliémie dans les deux régions en automne résulte de la diminution de la natrémie en automne qui provoque par la suite l'augmentation de l'aldostérone qui diminue le niveau plasmatique du potassium par le maintien de l'élimination tubulaire du potassium (Yokus et al., 2004).

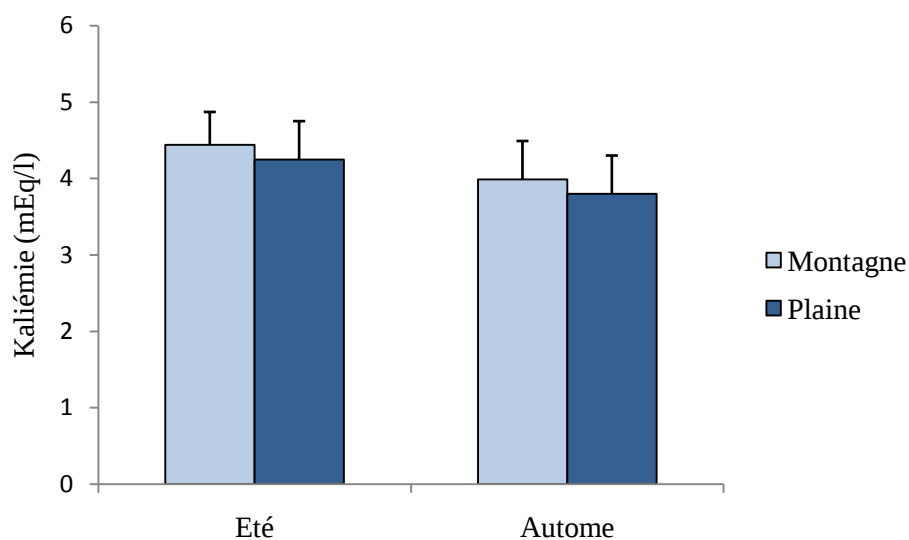


Figure 11 : Variation de la kaliémie en fonction de la saison, et de la région.

II.1.1.6. Chlore

Tableau 17 : Variation du chlore plasmatique (mEq/l), en fonction du stade physiologique, de la saison et de la région.

Chlorémie (mEq/l)		Montagne (moyenne±std)	Plaine (moyenne±std)	P	Valeurs usuelles (mEq/l) 103 (Jean-Blain, 2002) 95-103 (Brugère-Picoux, 2004) 95-103 (Kaneko et al., 2008)
Stade physiologique	DG	52.32±15.45	82.84±14.89 ^{d***}	P<0.001	
	FG	56.22±20.54	43.97±14.21	P>0.05	
	DL	55.7±12.81	54.88±15.17 ^{e***}	P>0.05	
Saison	Eté	52.32±15.45	82.84±14.89 ^{h***}	P<0.001	
	Automne	55.96±16.66	49.42±15.3	P>0.05	

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

*** p<0.001.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Plaine : (d : différence (DG vs FG) ; e : différence (DG vs DL) ; h : différence (été vs automne)).

Le tableau (17), la figure (12) et (13) indiquent les variations des teneurs plasmatiques en chlore dans les deux régions relatives à la saison et à l'état physiologique des brebis. Au cours de la période de l'étude, les concentrations plasmatiques du chlore dans les deux régions (montagne et plaine) sont considérées inférieures aux normes mentionnées par les auteurs cités dans le tableau (17).

Nos valeurs de la chlorémie sont aussi inférieures aux normes rapportées par Antunovic et al. (2002) ; Antunovic et al. (2004) ; Yokus et al. (2004) ; Yildiz et al. (2005) ; Yokus et Cakir (2006) ; Ouedraogo et al. (2008) ; Antunovic et al. (2011) ; Haffaf et al. (2013) avec des valeurs respective de : (102.53- 106.00 mEq/l) ; (102.67- 104.33 mEq/l) ; (108.95- 111.27 mEq/l) ; (99.5- 103.3 mEq/l) ; (105.7- 106.54 mEq/l) ; (106 mEq/l) ; (102.40- 115.80 mEq/l) ; (114.1- 120.3 mEq/l).

II.1.1.6.1. Influence du stade physiologique

II.1.1.6.1.1. Au niveau de la montagne

Les valeurs de la chlorémie qu'on a obtenue durant cette étude dans la montagne sont presque dans le même niveau. Statistiquement la comparaison des moyennes ne reflète aucune différence significative ($p > 0.05$) au cours des différents stades physiologiques des brebis.

Il existe une similitude entre nos résultats de la montagne et ceux établis par Yokus et al. (2004) ; Yokus et Cakir (2006) ; Ouedraogo et al. (2008) ; Djaalab (2011), qui en étudiant le profil minéral des vaches, des chèvres et des brebis. Ils n'ont pas trouvé de différence significative entre les différents stades physiologiques sur la chlorémie.

Les teneurs plasmatiques en Cl, observées dans la montagne n'a pas subi de fluctuations, elles sont restées stables durant la gestation et pendant la lactation mais ces teneurs sont inférieures aux normes physiologiques citées dans la littérature. Cette hypochlorémie est probablement d'origine alimentaire. Aussi selon Hu et Murphy (2004), qui suggèrent que les concentrations plasmatiques en Cl sont affectées, la plupart du temps, par l'approvisionnement en ces ions dans l'alimentation.

II.1.1.6.1.2. Au niveau de la plaine

A l'observation des valeurs de la chlorémie dans la plaine, on constate que la valeur la plus élevée est enregistrée en début de gestation (82.84 ± 14.89 mEq/l) puis on note une diminution très importante du chlore plasmatique en fin de gestation (43.97 ± 14.21 mEq/l) puis il augmente légèrement en début de lactation (54.88 ± 15.17 mEq/l). L'analyse statistique des valeurs de la chlorémie de la plaine montre une différence significative entre les lots des brebis (DG vs FG) et (DG vs DL), donc on a une diminution hautement significative ($p < 0.001$) de la chlorémie en fin de gestation et en début de lactation par rapport au début de gestation.

Au cours de la présente étude, les concentrations plasmatiques de chlore dans la plaine présentaient des variations significatives ($P < 0.001$). Le plus bas niveau de chlore a été trouvé en fin de gestation et en début de lactation. Cette similitude a été observée dans des conditions comparables par Meziane (2001) ; Haffaf et al. (2013) et peut probablement être expliquée par une diminution de la teneur des ions Na, K et Cl suite à leur exportation dans le lait, dans la sueur et par la polypnée en période chaude (Meziane, 2001). Les concentrations plasmatiques qu'on a obtenu dans la plaine et comme dans la montagne sont inférieures aux normes physiologiques citées dans la littérature. Cette diminution de la chlorémie est probablement

d'origine alimentaire. Ainsi la réduction de la chlorémie dans des conditions de carence en Cl a été décrit pour le début lactation (Fettman et al., 1984 cité par Shalit et al., 1991).

Au contraire de nos valeurs de la chlorémie dans la plaine, Antunovic et al. (2002), ont trouvé une augmentation significative ($p < 0.01$) du chlore plasmatique chez les brebis en période de lactation (106 ± 2.69 mEq/l) par rapport à la gestation (102.53 ± 2.95 mEq/l). Ces résultats sont aussi constatés par Antunovic et al. (2011), qui ont expliqué ces différences de la chlorémie par l'augmentation des besoins à cause de la croissance intensive de fœtus en fin de gestation et à la synthèse accrue de lait dans la lactation.

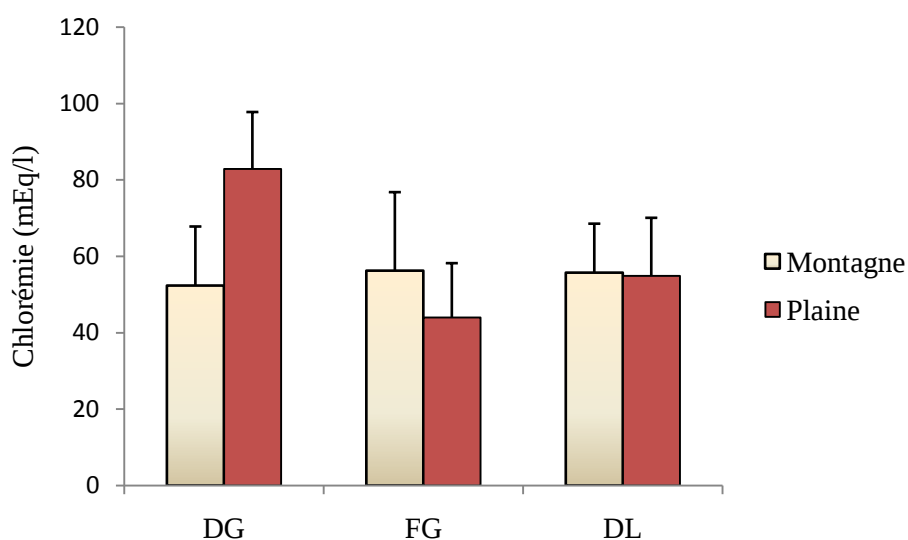


Figure 12 : Variation de la chlorémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.1.6.2. Influence de la saison

L'examen du tableau (17) et la figure (13), montrent que les concentrations plasmatiques du chlore dans la montagne restent stables durant l'été et l'automne, ce qu'est confirmé par l'analyse statistique qui ne donne aucune influence significative ($p > 0.05$) de la saison sur la chlorémie dans la montagne. Donc nos résultats de la montagne sont similaires aux travaux d'Antunovic et al. (2002) ; Yokus et Cakir (2006), qui en étudiant l'influence de la saison et le stade physiologique sur quelques paramètres sanguins chez les brebis et les vaches, ils n'ont pas trouvé d'influence significative ($p > 0.05$) de la saison sur la concentration plasmatique en Cl.

En revanche, on constate que la chlorémie dans la plaine est faible en automne (49.42 ± 15.3 mEq/l) par rapport en été (82.84 ± 14.89 mEq/l), cela est confirmé statistiquement par une diminution significative ($p < 0.001$) de la chlorémie en automne. Ces résultats sont en accord avec ceux de Yokus et al. (2004), qui ont trouvé une augmentation significative ($p < 0.05$) de la

chlorémie en été ($110.41 \pm 1.93 \text{ mEq/l}$) par apport en automne ($108.42 \pm 2.07 \text{ mEq/l}$). Les concentrations plasmatiques qu'on a obtenu dans la plaine est comme dans la montagne soit durant l'été ou l'automne sont inférieurs aux normes physiologiques citées dans la littérature.

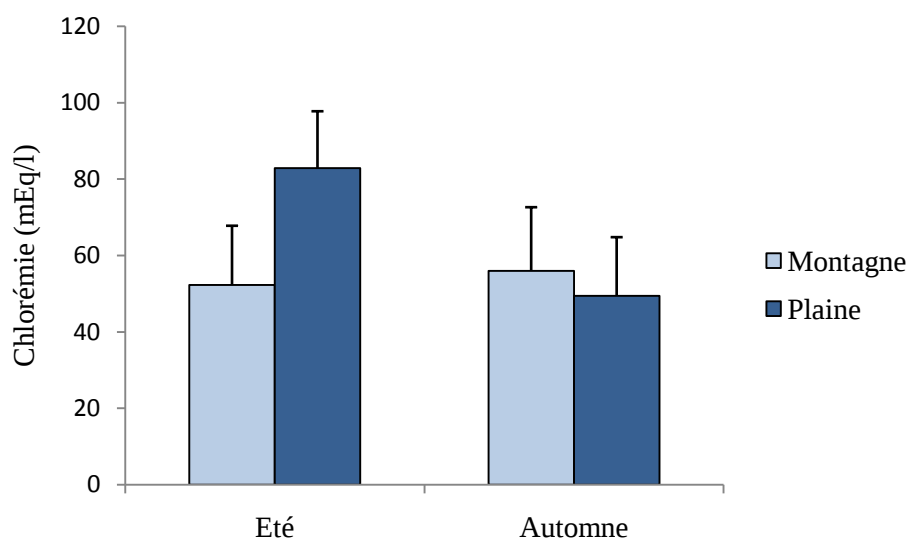


Figure 13 : Variation de la chlorémie en fonction de la saison, et de la région.

II.1.2. Les oligo-éléments

II.1.2.1. Le fer

Tableau 18 : Variation de la sidérémie ($\mu\text{g/dl}$), en fonction du stade physiologique, de la saison et de l'altitude de la région.

Sidérémie ($\mu\text{g/dl}$)		Montagne (moyenne $\pm$ std)	Plaine (moyenne $\pm$ std)	P	Valeurs usuelles ($\mu\text{g/dl}$) 120-180 (Wolter, 1997) 166-222 (Kaneko et al., 2008)
Stade physiologique	DG	132.83 $\pm$ 25.81 ^{a*}	156.46 $\pm$ 43.93	P<0.05	
	FG	157.02 $\pm$ 32.45	173.24 $\pm$ 29.95	p>0.05	
	DL	155.14 $\pm$ 21.57 ^{b**}	161.81 $\pm$ 41.97	p>0.05	
Saison	Eté	132.83 $\pm$ 21.43 ^{g**}	156.46 $\pm$ 43.93	P<0.05	
	Automne	156.08 $\pm$ 27.16	167.52 $\pm$ 36.45	P>0.05	

P : degré de significativité (différence entre colonne (montagne vs plaine)).

*p<0.05, ** P<0.01.

DG : début de gestation ; FG : fin de gestation ; DL : début de lactation.

Montagne : (a : différence (DG vs FG) ; b : différence (DG vs DL) ; g : différence (été vs automne)).

Le tableau (18) indique les valeurs relatives des teneurs plasmatiques en fer dans la montagne et la plaine en fonction de la saison et du stade physiologique des brebis. Nos résultats comparativement avec la littérature sont dans la fourchette des normes citées par Wolter (1997) ; Meziane (2001) ; Antunovic et al. (2002) qui sont respectivement : (120-180 $\mu\text{g/dl}$) ; (115-181.66 $\mu\text{g/dl}$) ; (130.83- 161.11 $\mu\text{g/dl}$).

En revanche, ils sont supérieurs aux valeurs mentionnées par Antunovic et al. (2004) ; Yokus et al. (2004) ; Yokus et Cakir (2006) ; Hafid (2006) ; Gurgoze et al. (2009) ; Aytekin et Aypak (2011) ; Haffaf et al. (2013) avec des valeurs respective de : (125.41- 129.16 $\mu\text{g/dl}$) ; (94.14- 124.86 $\mu\text{g/dl}$) ; (58.57- 73.57 $\mu\text{g/dl}$) ; (57.99- 94.91 $\mu\text{g/dl}$) ; (91.65- 108.41 $\mu\text{g/dl}$) ; (121.53 $\pm$ 9.06 $\mu\text{g/dl}$) ; (86.36- 121.6 $\mu\text{g/dl}$). Mais ils sont inférieurs aux normes physiologiques citées par Kaneko et al. (2008) (166- 222 $\mu\text{g/dl}$).

II.1.2.1.1. Influence du stade physiologique**II.1.2.1.1.1. Au niveau de la montagne**

Lorsqu'on constate les valeurs de la sidérémie des brebis de la montagne, on constate que la valeur faible est enregistrée en début de gestation ($132.83 \pm 25.81 \mu\text{g/dl}$), puis elle augmente en fin de gestation ($157.02 \pm 32.45 \mu\text{g/dl}$) pour atteindre sa valeur élevée en début de lactation ($155.14 \pm 21.57 \mu\text{g/dl}$). Statistiquement on a une augmentation significative ($p < 0.05$) de la sidérémie en fin de gestation par rapport au début de gestation. Aussi une augmentation significative ($p < 0.01$) du fer plasmatique en début de lactation par rapport en début de gestation.

Nos résultats, en ce qui concerne l'évolution de la sidérémie, sont en accord avec ceux de Hafid (2006) qui a trouvé que les variations de la sidérémie chez les chèvres ont une allure physiologique, avec une augmentation significative ($p < 0.001$) pendant la gestation ($94.91 \pm 20.96 \mu\text{g/dl}$), puis une diminution au début de la lactation ($57.99 \pm 22.83 \mu\text{g/dl}$). Cette augmentation de la sidérémie en fin de gestation pourrait être expliquée par l'augmentation des besoins du fœtus en cet élément dont l'origine est maternelle.

Nos résultats sont en accord avec Yokus et al. (2004), qui en étudiant l'effet des variations saisonnières et physiologiques sur le niveau plasmatique des minéraux chez les brebis. Ils ont trouvé que la sidérémie est influencée par le stade physiologique et ils ont enregistré une diminution significative ($p < 0.01$) du fer plasmatique en début de gestation, qui peut être causé par le besoin élevé en fer par le fœtus durant le début de gestation.

II.1.2.1.1.2. Au niveau de la plaine

Dans cette étude, on note pour les résultats de la plaine une augmentation des niveaux plasmatique de fer pendant la fin de gestation par rapport au début de gestation et début de lactation (tableau 18 et figure 14), mais ce n'était pas la signification statistique ($P > 0.05$). Cette observation est similaire à celle indiquée par Gürgöze et al. (2009) qui ont montré que la sidérémie est plus élevée en fin de gestation comparativement au postpartum mais sans différence significative. Aussi Yokus et cakil (2006), ont trouvé les mêmes résultats pour les vaches. Cette concentration moyennement élevée pourrait être le résultat d'une défaillance dans la mobilisation du fer et qui est probablement due à un dysfonctionnement des mécanismes de l'hématopoïèse (Ndoutamia et Ganda, 2005).

Il existe une similitude entre nos résultats et ceux d'Antunovic et al. (2004), qui en étudiant l'effet de l'âge et le stade physiologique chez les brebis sur quelques paramètres sanguins, ils n'ont pas trouvé d'influence significative du stade physiologique sur la sidérémie, par contre selon eux la sidérémie est influencée par l'âge.

Par la suite, une diminution mais aussi non significative de la teneur en fer a été observée en début de lactation et qui pourrait être le résultat de son exportation avec le lait car les micelles de caséines fixent beaucoup d'oligoéléments comme le fer, le cuivre, le manganèse et le zinc (Goursaud, 1985).

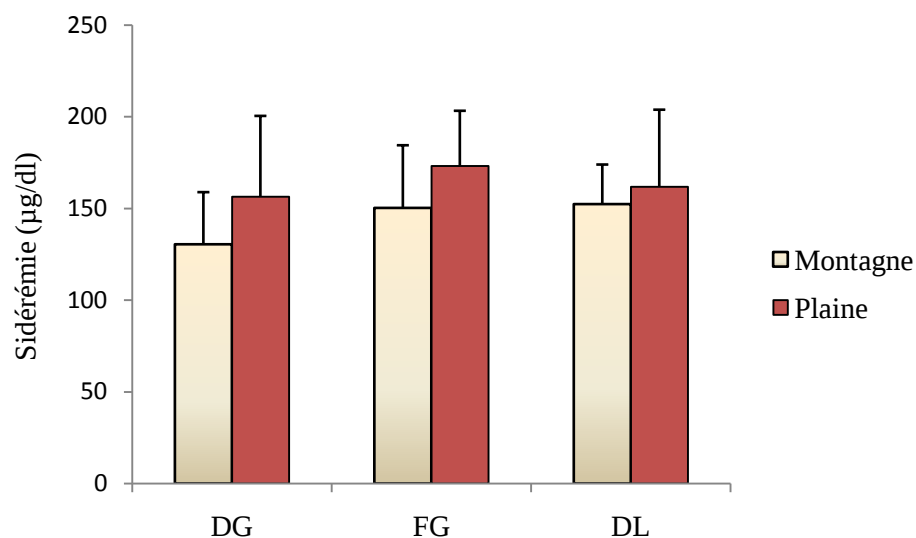


Figure 14 : Variation de la sidérémie en fonction du stade physiologique, et de la région.

II.1.2.1.2. Influence de la saison

La comparaison entre l'été et l'automne dans la plaine ne donne aucune signification ($p > 0.05$) par contre elle montre une différence très significative ($p < 0.01$) dans la montagne. Cette augmentation de la sidérémie au cours de l'automne dans les deux régions pourrait être expliquée par les besoins trop élevés du ou des fœtus à la fin de gestation.

Meziane (2001), n'a pas trouvé de différence significative de la sidérémie entre l'été et l'automne mais il a montré des différences significatives entre les autres saisons. Antunovic et al. (2002), ont trouvé une différence significative entre l'hiver et l'été avec une augmentation de la sidérémie des brebis en lactation durant l'été et l'inverse pour les brebis gestantes. Alors que Yokus et al. (2004) ; Yokus et Cakir (2006), n'ont trouvé aucune influence de la saison sur les teneurs plasmatique en fer.

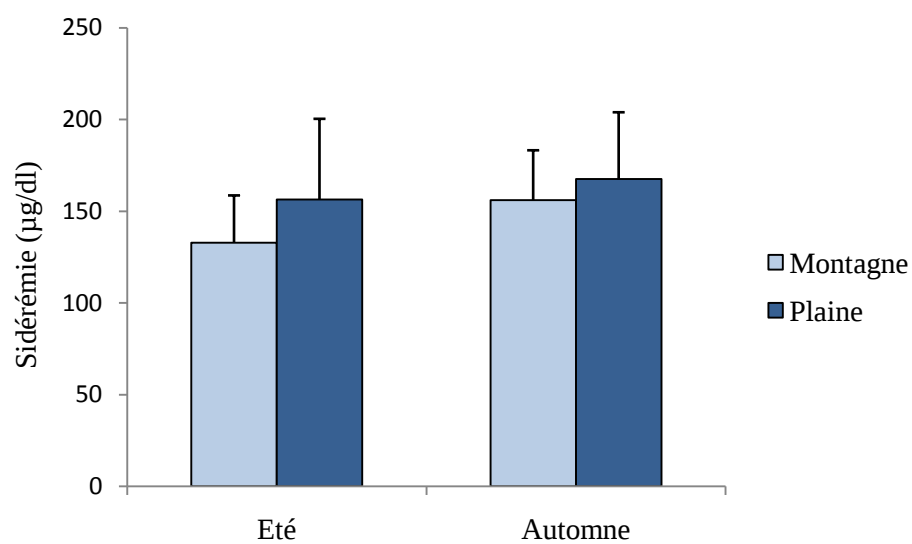


Figure 15 : Variation de la sidérémie en fonction de la saison, et de la région.

CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire l'évolution du statut minéral selon le stade physiologique de la brebis, en fonction de la saison (été, automne) et la région (montagne, plaine). Ceci nous a donné des informations utiles sur l'impact du stade physiologique, la saison et la région sur les teneurs plasmatique des minéraux sanguins.

L'analyse des résultats a montré que le stade physiologique des brebis a une grande influence sur la calcémie, la phosphatémie et la kaliémie dans les deux régions, par contre les concentrations plasmatiques du magnésium et du fer à la plaine, le sodium et le chlore à la montagne n'ont pas de différences significatives selon le stade physiologique. La saison influence largement les teneurs plasmatiques des minéraux avec une augmentation significative du calcium, phosphore, et le fer à l'automne et l'inverse pour le sodium, potassium et le chlore ; tandis que la saison n'a pas d'effet sur la magnésiémie. La région a une grande influence sur les concentrations plasmatiques du calcium, phosphore, magnésium, chlore et le fer, par contre la natrémie et la kaliémie n'ont pas affecté par l'effet région.

En générale les taux des paramètres minéral étudiés sont en grandes majorité situés dans la limite inférieure des normes physiologiques ; voire même en dessous de celle-ci surtout pour la natrémie et la chlorémie dans les deux régions. Donc on doit ajouter à l'alimentation des deux groupes de brebis soit dans la montagne ou dans la plaine une supplémentation minérale qui sera probablement augmenter le taux sanguin de ces minéraux. Cependant, autres études devraient être menées dans les deux régions pour déterminer la composition minérale du sol, des aliments et de l'eau afin de déterminer la cause principale de cette déficience minérale dans les deux régions.

Aussi il est nécessaire, dès que la gestation crée des perturbations du statut minéral, augmentant les besoins nutritifs des animaux, de faire une correction de l'alimentation et cela par des apports en minéraux qui s'accordent avec les périodes critiques de la brebis palliant aux exigences métaboliques imposées, car cela améliorerait sensiblement la situation des brebis sans avoir recours à des analyses lourdes et à des traitements coûteux, parfois même difficiles.

Enfin, les résultats obtenus sur la base des paramètres sanguins du métabolisme minéral, indiquent la nécessité de surveiller le profil minéral des animaux, afin de déterminer l'état nutritif, et de prendre des mesures préventives vis à vis des troubles de santé, afin d'accroître la productivité.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **Abarghani A. ; Mostafaei M. ; Alamisaed K. ; Ghanbari A. ; Sahraee M. ; Ebrahimi R. (2013).** Investigation of Calcium, Phosphorus and Magnesium Status of Grazing Sheep in Sabalan Region, Iran. *J. Agr. Sci. Tech.*, 15, 65-76.
2. **Abdelrahman M.M. (2008).** The effect of high calcium intake by pregnant Awassi ewes at late gestation on minerals status and performance of ewes and newborn lambs. *Livestock Science.*, 117, 15-23.
3. **Abdelrahman M.M.; Abo-Shehada M.N.; Mesanat A.; Mukbel R. (2002).** The requirements of calcium by Awassi ewes at early lactation. *Small Ruminant Research.*, 45, 101-107.
4. **Adamou S. ; Bourennane N. ; Haddadi F. ; Hamidouche S. ; Sadoud S. (2005).** Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie. *Série de Document de Travail. Algérie.*, 126, p 81.
5. **Ami K. (2013).** Approche ostéo-morphométrique des têtes de la population ovine autochtone. Thèse pour l'obtention du diplôme de Magister en médecine vétérinaire. p 116.
6. **Ammerman C.B.; Goodrich R.D. (1981).** Advance in Mineral Nutrition in Ruminants. *J ANIM SCI.*, 57, 519-533.
7. **Antunovic Z. ; Novoselec J. ; Sauerwein H. ; M. Speranda M. ; Vegara M. ; Pavic V. (2011).** Blood metabolic profile and some of hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.*, 17 (5), 687-695.
8. **Antunovic Z. ; Sencic D. ; Speranda M. ; Liker B. (2002).** Influence of the season and the reproductive status of ewes on blod parameters., *Small Ruminant Research.*, 45, 39-44.
9. **Antunovic Z. ; Speranda M. ; Steiner Z. (2004).** The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. *Arch Tierz Dummerstorf.*, 47 (3), 265-273.

10. **Archa B. ; Chentouf M. ; Bister J.L. (2009).** Effet du niveau alimentaire sur la saisonnalité de l'activité sexuelle chez la brebis Timahdite : influence de la leptine et du système IGF. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 62 (1), 67-73.
11. **Aytekin I. ; Aypak S. U. (2011).** Levels of selected minerals, nitric oxide, and vitamins in aborted Sakis sheep raised under semitropical conditions. *Tropical animal health and production.*, 43(2), 511-514.
12. **Barillet F. ; Bocquier F. ; Caja G. ; Ferret A. ; Molina E. ; Oregui L.M. (2002).** Nutrition et alimentation des brebis laitières. *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches.*, n.42, 37-55.
13. **Barlet J.P. ; Davicco M.J. ; Coxam V. (1995).** Physiologie de l'absorption intestinale du phosphore chez l'animal. *Reprod. Nutr. Dev.*, 35, 475-489.
14. **Baumgartner W.; Pernthaner A. (1994).** Influence of age, season, and pregnancy upon blood parameters in Austrian Karakul sheep. *Small Ruminant Research.*, 13(2), 147-151.
15. **Bencherif S. (2011).** L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Evolution et possibilités de développement. Thèse pour obtenir le grade de Docteur. p 269.
16. **Benyoucef M.T.; Madani T.; Abbas K. (2000).** Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens.*, 43, 101-109.
17. **Bocquier F. ; Guillouet P. ; Barillet F. (1995).** Alimentation hivernale des brebis laitières : intérêt de la mise en lots. *INRA Prod. Anim.*, 8 (1), 19-28.
18. **Bocquier F. ; Theriez M. ; Prache S. ; Brelurut A. (1988).** Alimentation des ovins. In : Jarrige R. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA. Paris. p 249-271.
19. **Borella P.; Szilagyi A.; Than G.; Csaba A.; Giardino A.; Facchinetti F. (1990).** Maternal plasma concentrations of magnesium, calcium, zinc and copper in normal and pathological pregnancies. *Sci. Total Environ.*, 99, 67-76.

20. **Broucek J.; Soch M.; Srejberova P. (2009).** Effect of different environmental factors on selected blood minerals in sheep. *Slovak J. Anim. Sci.*, 42 (2), 1-6.
21. **Brugère-Picoux J. (2004).** Maladies des moutons 2^e édition. Editions France Agricole. p285.
22. **Caja G. ; Gargouri A. (1995).** Orientations actuelles de l'alimentation des ovins dans les régions méditerranéennes arides. *Options Méditerranéennes.*, n. 6, 51-64.
23. **Casenave P. C. H. (2005).** Intérêt De L'administration Orale De Potassium Pour Le Traitement De L'hypokaliémie Chez Les Bovins. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. p 96.
24. **Cashman K.D. (2011).** Milk Salts/ Macroelements, Nutritional Significance. In: Fuquay J.W.; Fox P.F.; McSweeney P.L.H. *Encyclopedia of Dairy Sciences Second Edition.* Academic Press. p 925-932.
25. **Chellig R. (1992).** Les Races Ovines Algérienne. Office des Publications Universitaires. Alger. p 80.
26. **Coles E.H. (1979).** Laboratoire en Clinique Vétérinaire. Editions Vigot. p 641.
27. **COMMISSION NATIONALE AnGR. (2003).** Rapport national sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie. Ministère de l'agriculture et du développement rural. p 46.
28. **Corbett J.L.; Ball A.J. (2002).** Nutrition for Maintenance. In: Freer M.; Dove H. *Sheep Nutrition.* Csiro Publishing. p 385.
29. **Craplet C. ; Thibier M. (1980).** Le Mouton 4^e édition– Production, Reproduction, Génétique, Alimentation, Maladies– Edition Vigot. Paris. p 575.
30. **Deghnouche K. (2011).** Etude de certains paramètres zootechniques et du métabolisme énergétique de la brebis dans les régions arides (Biskra).Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Science. p 234.

31. **Deghnouche K. ; Tlidi M. ; Meziane T. (2013).** Variations de l'activité enzymatique et du métabolisme minéral chez la brebis Ouled Djellal des zones steppiques de l'Algérie en fonction de la saison et du stade reproductif. *Livestock Research for Rural Development.*, 25 (9).
32. **Deghnouche K. ; Tlidi M. ; Meziane T. ; Touabti A. (2011).** Influence du stade physiologique sur divers paramètres biochimiques sanguins chez la brebis Ouled Djellal des zones arides du Sud-Est algérien. *Revue Méd. Vét.*, 162 (1), 3-7.
33. **Dekhili M. ; Aggoun A. (2007).** Performances reproductive de la brebis de race Ouled Djellal dans deux milieux contrastés. *Arch. Zootech.*, 56 (216), 963-966.
34. **Dekhili M. (2010).** Fertilité des élevages ovins type «HODNA» menés en extensif dans la région de Sétif. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences. Université Ferhat Abbas. Sétif-19000. *Agronomie* numéro, 0, 1-7.
35. **Dekhili M.; Aggoun A. (2005).** Productivité des brebis Ouled Djellal, élevées dans deux milieux différents. *Renc. Rech. Ruminants.*, 12, 163.
36. **Dias I.R. ; Viegas C.A. ; Silva A.M. ; Pereira H.F. ; Sousa C.P. ; Carvalho P.P. ; Cabrita A.S. ; Fontes P.J. ; Silva S.R. ; Azevedo J.M.T. (2010).** Haematological and biochemical parameters in Churra-da-Terra-Quente ewes from the north east of Portugal. *Aeq. Bras.Med. Zootec.*, v.62, n.2, 265-272.
37. **Dirand A. (2007).** L'élevage du mouton. Editions Educagri. Dijon. p 241.
38. **Djaalab I. (2011).** Statut minéral des brebis reproductrice en relation avec leurs rations alimentaires. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister en science vétérinaires. Université de Batna. p 100.
39. **Djalal A.K. (2011).** Elevage ovin périurbain au Tchad : Effet de l'alimentation sur les performances de reproduction et de croissance. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat Unique en Développement Rural. p 129.
40. **Dudouet C. (2003).** La production du Mouton. 2ème édition. France Agricole. p 134-166.

41. **Engels E.A.N. (1981).** Mineral status and profiles (blood, bone, and milk) of the grazing ruminant with special reference to calcium, phosphorus and magnesium. SAfr. J. Anim. Sci., 11, 171-182.
42. **Evans G.O. (2009).** Animal Clinical Chemistry: A Pratical Handbok for Toxicologists and Biomedical Researchers Second Edition.CRC. Press. p 310.
43. **Freer M. (2007).** Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing. p 270.
44. **Gadoud R. ; Joseph M.M. ; Jussiau R. ; Lisberney M.J. ; Mangeol B. ; Montméas L. ; Tarrit A. (1992).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2.Editions Foucher. Paris. p 151-190.
45. **Goursaud J. (1985).** Le lait de vache : composition et propriétés physico-chimiques. Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire, Laits et produits laitiers : les laits de la mamelle à la laiterie, Lavoisier, p 93.
46. **Guéguen L. ; Barlet J.P. (1978).** Besoins nutritionnels en minéraux et vitamines de la brebis et de la chèvre. In l'alimentation de la brebis et de la chèvre. 4^{èmes} journées de la recherche ovine et caprine. France 1978.
47. **Guerouali A. ; Boulanouar B. (2005).** Besoin énergétiques des brebis au cours du cycle de production. In : Boulanouar B. ; Paquay R. L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc. Editions INRA. Paris. p 291-307.
48. **Gurgoze S.Y.; Zonturlu A.K.; Ozyurtlu N.; İçen H. (2009).** Investigation of some biochemical parameters and mineral substance during pregnancy and postpartum period in Awassi ewes. Kafkas. Univ. Vet. Fak. Derg., 15 (6), 957-963.
49. **Haffaf S. ; Chachoua I. ; Djaalab I. ; Allaoui A. ; Mamache B. (2013).** Profil minéral péripartum et intérêt dans la gestion de l'élevage des brebis reproductrices. Renc. Rech. Ruminants., 20, 375.

50. **Hafid N. (2006).** L'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres sanguins. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister en science vétérinaires. Université de Batna. p 101.
51. **Harkat S. ; Lafri M. (2007).** Effet des traitements hormonaux sur les paramètres de reproductions chez des brebis «Ouled- djellal». Courrier du Savoir, 08, 125-132.
52. **Hassoun P. ; Bocquier F. (2007).** Alimentation des ovins. In : Agabriel J. Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux- Valeurs des aliments : Tables INRA. Editions Quae. p 123-138.
53. **Henry P.R.; Miller E.R. (1995).** Iron Bioavailability. In: Ammerman C.B.; Baker D.H.; Lewis A.J. Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acides, Minerals, and Vitamins. Academic Press. p 169-200.
54. **Hornbuckle W. E.; Tennant B.C. (1997).** Gastrointestinal Function. In: Kaneko J.J.; Harvey J.W.; Bruss M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals Fifth Edition. Academic Press. p 367-406.
55. **Hu W.; Murphy M.R. (2004).** Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cow: a meta-analysis. J Dairy Sci., 78, 2222-2229.
56. **Iqbal M.U.; Bilal Q.; Muhammed G.; Sadjid M.S. (2005).** Absorption, Availability, Metabolism and Excretion of Phosphorus in Ruminants. Int. J. Agric. Biol., 4, 689-693.
57. **Jean-Blain C. (2002).** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Editions Technique et Documentation. p 424.
58. **Kaneko J.J.; Harvey J.W.; Bruss M.L. (2008).** Clinical Biochemistry of Domestic Animals 6th Edition. Academic Press. p 916.
59. **Kanoun A.; Kanoun M.; Yakhlef H.; Cherfaoui M.A. (2007).** Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins. Renc. Rech. Ruminants., 14, 181-184.

60. **karn J.F. (2001).** Phosphorus nutrition of grazing cattle: a review. *Animal Feed Science and Technologie.*, 89, 133-153.
61. **Khaled N.F.; Illek J. (2012).** Changes in selected blood minerals, vitamins and thyroid hormones in Barky ewes during late pregnancy, post-partum and early lactation. *Journal of Applied Biological Sciences.*, 6 (2), 5-8.
62. **Khan Z. I. ; Ashraf M. ; Ahmad K. ; Valeem, E. E. ; McDowell L. R. (2009).** Mineral Status of Forage and its Relationship with that of Plasma of Farm Animals in Southern Punjab, Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 36, 851-856.
63. **Khatun A.; Wani G.M.; Bhat J.I.A.; Choudhury A.R.; Khan M.Z. (2011).** Biochemical indices in sheep during different stages of pregnancy. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances.*, 6 (2), 175-181.
64. **Khiati B. (2013).** Etude des performances reproductives de la brebis de race Rembi. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie. p 182.
65. **Kiran S. ; Bhutta A.M. ; Ali Khan B. ; Durrani S. ; Ali M. ; Ali M. ; Iqbal F. (2012).** Effect of age and gender on some blood biochemical parameters of apparently healthy small ruminants from Southern Punjab in Pakistan. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.*, 304-306.
66. **Klasing K.C. ; Goff J.P. ; Greger J.L. ; King J.C. ; Lall S.P. ; Lei x.g. ; Linn J.G. ; nielsen F.H. ; Spears J.W. (2005).** Mineral Tolerance of Animals Second Revised Edition. National Academics Press. p 496.
67. **Krajnicakova M. ; Kovac G. ; Kostecky M. ; Valocky I. ; Maracek I. ; Sutiakova I. ; Lenhardt L. (2003).** Selected clinico-biochemical parameters in the puerperal period of goats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.*, 47, 177-182.
68. **Kulcu R.; Yur F. (2003).** A study of some serum mineral levels before and during pregnancy and during lactation period of sheep and cattle. *Biological Trace Element Research.*, 92, 275-279.

69. **Lamand M. ; Barlet J.P. ; Rayssiguier Y. (1986).** Particularité de la biologie clinique des minéraux chez les ruminants. Rec. Méd. Vét., 162 (10), 1127-1132.
70. **Luquet F.M. (1986).** Lait et produits laitiers vache. Brebis. Chèvre. Edition technique et documentation Lavoisier. p 445.
71. **Mamine F. (2010).** Effet de la suralimentation et de la durée de traitement sur la synchronisation des chaleurs en contre saison des brebis Ouled Djellal en élevage semi-intensif. Publibook éditions. Paris. p 98.
72. **Martens H. (2011).** Diseases of Dairy Animals/Non-infectious Diseases: Grass Tetany. In: Fuquay J.W.; Fox P.F.; McSweeney P.L.H. Encyclopedia of Dairy Sciences Second Edition. Academic Press. p 224-229.
73. **Martens H.; Gäbel G.; Strozyk B. (1991).** Mechanism of Electrically Silent Na and Cl Transport across the Rumen Epithelium of Sheep. Experimental Physiology., 76, 103-114.
74. **Masek T.; Mikulec Z.; Valpotic H.; Pahovic S. (2007).** Blood biochemical parameters of crossbred Istrian × East Friesian dairy ewes: relation to milking period. Ital. J. Anim. Sci. Vol., 6, 281-288.
75. **Masters D. G. ; Purser D. B. ; Yu S. X. ; Wang Z. S. ; Yang R. Z. ; Liu N. ; Lu D.X. ; Wu L.H. ; Ren J.K. ; Li G.H. (1993).** Mineral nutrition of grazing sheep in Northern China. Macro-minerals in pasture, Feed supplements and Sheep. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 6 (1), 99-105.
76. **Masters D.G. (1996).** Mineral deficiency problems in grazing sheep-an overview. In : Masters D.G. ; White C.L. Detection and treatment of mineral nutrition problems in grazing sheep. ACIAR Monograph., No 37, p 117.
77. **Matsui T. (2007).** Significance of Magnesium in Animals In: Nishizawa Y.; Morii H.; Durlach J. New Perspectives in Magnesium Research. Springer London. p 381-391.
78. **McDonald P.; Edwards R.A.; Greenhalgh J.F.A.; Morgan C.A.; Sinclear L.A.; Wilkinson R.G. (2010).** Animal Nutrition Seventh Edition. Pearson Edition. p 692.

79. **Mcdowell L.R. (1985).** Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Academic Press Inc. San Diego CA. p 168-169.
80. **McDowell L.R. (2003).** Minerals in animal and human nutrition second edition. Edition Elsevier Science BV. p 644.
81. **Meschy F. (2010).** Nutrition minérale des ruminants. Editions Quae. p 208.
82. **Meschy F. ; Guéguen L. (1995).** Ingestion et absorption des éléments minéraux majeurs. In : Jarrige R. ; Ruckebusch Y. ; Demarquilly C. ; Farce M.H. ; Journet M. Nutrition des ruminants domestiques : ingestion et digestion. Editions INRA, Paris. p 721-758.
83. **Meziane T. (2001).** Contribution à l'étude de l'effet de la salinité de l'eau de boisson et d'un régime à base de paille chez les brebis de race Ouled Djellal dans les hauts plateaux sétifiens. Thèse Doctorat d'Etat. Univ. Constantine. p 162.
84. **Miller E.R. (1995).** Potassium Bioavailability. In: Ammerman C.B.; Baker D.H.; Lewis A.J. Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acides, Minerals, and Vitamins. Academic Press. p 295-302.
85. **Mohamed elsir E.; Abdalla mohamed A. (2010).** The mineral profile in Desert ewes (Ovis aries): effect of pregnancy, lactation and dietary supplementation. American Eurasian J.Agric & Environ. Sci., 7 (1), 18-30.
86. **Moinecourt M. ; Priymenko N. (2006).** L'alimentation en calcium chez la truie en production : bases-recommandations- pathologies associées. Revue Méd. Vét., 157 (3), 121-133.
87. **National Research Council (NRC). (2001).** Nutrient Requirements of Dairy Cattle Seventh Edition. National Academy Press. p 381.
88. **Ndoutamia G.; Ganda K. (2005).** Détermination des paramètres hématologiques et biochimiques des petits ruminants du Tchad. Revue. Méd. Vét., 156 (4), 202-206.
89. **Nedjraoui D. (2003).** Profil Fourrager Algérie. FAO. p 30 / Profil fourrager/Algerie/www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm.

90. **Okab A.B.; Mekkawy M.Y.; Elbanna I.M.; Hassan G.A.; El-nouty F.D.; Salem M.H. (1992).** Seasonal changes in plasma volume, adrenocortical hormones, osmolarity and electrolytes during pregnancy and parturition in Barki and Rahmani ewes. *Indian Journal of Animal Sciences.*, 62, 302-306.
91. **Ouanes I.; Abdenmour C.; Aouaidjia N. (2011).** Effect of cold winter on blood biochemistry of domestic sheep fed natural pasture. *Annals of Biological Research.*, 2 (2), 306-313.
92. **Ouedraogo G.A. ; Barry M. ; Kanwé B.A. ; Sawadogo G.J. (2008).** Variations des profils métaboliques lors de gestation à terme et d'avortement chez des chèvres Mossi au Burkina Faso. *Revu. Méd. Vét.*, 159(2), 112-118.
93. **Park Y.W. ; Juarez M. ; Ramos M. ; Haenlein G.F.W. (2007).** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research.*, 68, 88-113.
94. **Pfeffer E.; Hristov A.N. (2005).** Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle: Reducing the Environmental Impact of Cattle Operations. CAIB Publishing. p 288.
95. **Ramos M.; Juarez M. (2011).** Milk/ Sheep Milk. In: Fuquay J.W.; Fox P.F.; McSweeney P.L.H. *Encyclopedia of Dairy Sciences Second Edition.* Academic Press. p 494-502.
96. **Rekik M.; Ben Salemb H.; Lassoued N.; Chalouati H.; Ben Salem I. (2010).** Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. *Small Ruminant Research.*, 90, 53-57.
97. **Ronald L.H.; Jesse P.G.; Timothy A.R. (1997).** Calcium and Vitamin D Metabolism During Lactation. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia.*, 2(3), 253-263.
98. **Rosol T.J.; Capen C.C. (1997).** Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism. In: Kaneko J.J.; Harvey J.W.; Bruss M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals Fifth Edition.* Academic Press. p 619-702.

99. **Roubies N. ; Panousis N. ; Fytianou A. ; Katsoulos P.D. ; Giadinis N. ; Karatzias H. (2006).** Effects of age and reproductive stage on certain serum biochemical parameters of Chios sheep under Greek rearing conditions. *Journal of Veterinary Medicine. Series A.*, 53 (6), 277-281.

100. **Safsaf B. (2014).** Effet de la sous-alimentation sur certains paramètres de reproduction des brebis de race Ouled djellal. Thèse de Doctorat en sciences vétérinaires. Université de Batna. p 216.

101. **Satter L.D.; Roche J.R. (2011).** Feed Ingredients/ Feed Supplements: Macrominerals In: Fuquay J.W.; Fox P.F.; McSweeney P.L.H. *Encyclopedia of Dairy Sciences* Second Edition. Academic Press. p 371-377.

102. **Shalit U.; Male E.; Silanikove N.; Berman A. (1991).** Water, Sodium, Potassium, and Chlorine Metabolism of Dairy Cows at the Onset of Lactation in Hot Weather. *J Dairy Sci.*, 74, 1874-1883.

103. **Sowande O.S. ; Odufowora E.B. ; Adelakun A.O. ; Egbeyale L.T. (2008).** Blood minerals in wad sheep and goats grazing natural pastures during wet and dry seasons. *Arch. Zootec.*, 57 (218), 275-278.

104. **Spears J.W; Engle T.E. (2011).** Feed Ingredients/ Feed Supplements: Microminerals. In: Fuquay J.W.; Fox P.F.; McSweeney P.L.H. *Encyclopedia of Dairy Sciences* Second Edition. Academic Press. p 378-383.

105. **Suttle N. (2011).** Nutrients, Digestion and Absorption / Absorption of Minerals and Vitamins. In: Fuquay J.W.; Fox P.F.; McSweeney P.L.H. *Encyclopedia of Dairy Sciences* Second Edition. Academic Press. p 996-1002.

106. **Suttle N.F. (2010).** Mineral Nutrition of Livestock Fourth Edition. Editions CABI. p 579.

107. **Tagaki H.; Block E. (1991).** Effects of various dietary cation-anion balances on response to experimentally induced hypocalcaemia in sheep. *J. Dairy Sci.*, 74, 4215-4224.

108. **Tanritanir P. ; Dede S. ; Ceylan E. (2009).** Changes in some macro minerals and biochemical parameters in female healthy siirt hair goats before and after parturition. *Journal of Animal and Veterinary Advances.*, 8 (3), 530-533.
109. **Timet D.; Emanovic D.; Herak M.; Kraljevic P.; Mitin V. (1981).** Rôle des ions sodium dans l'absorption gastrique du calcium chez les ruminants. *Ann. Rech. Vét.*, 12 (1), 47-56.
110. **Toussaint G. (2001).** L'élevage des moutons. Editions Vecchi. Paris. p 192.
111. **Underwood E.J. (1977).** Iron. In: Underwood E.J. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. Academic Press. p 13-55.
112. **Vandiest P. ; Pèlerin V. (2003).** L'élevage ovin, les principales bases. Filière Ovine et Caprine n.7, p 1-5.
113. **Vouillot A. (2006).** Prévention de la fièvre de lait chez la vache laitière. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Lyon. p 98.
114. **Wolter R. (1997).** Alimentation de la vache laitière 3^e édition. Editions France Agricole. p 263.
115. **Yildiz A. ; Balikci E. ; Gurdogan F. (2005).** Serum mineral levels at pregnancy and postpartum in single and twin pregnant sheep. *Biological trace element research.*, 107 (3), 247-254.
116. **Yokus B.; Cakir D.U.; Kurt D. (2004).** Effects of seasonal and physiological variations on the serum major and trace element levels in sheep. *Biological Trace Element Research.*, vol. 101, 241-255.
117. **Yokus B.; Cakir U.D. (2006).** Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biological Trace Element Research.*, 109, 255-266.

«Etude comparative du statut minéral (macro-éléments) des brebis dans la région de Seriana : effet altitude et saison»

Résumé :

Cette étude avait pour objectif d'estimer le statut minéral des brebis reproductrices dans la région de Seriana en relation avec leur état physiologique, la saison (été et automne) et la région (montagne plaine) par la détermination des teneurs plasmatiques du Ca, P, Mg, Na, K, Cl et Fe.

Les prélèvements sanguins ont été réalisés sur 40 brebis divisées en deux groupes selon la région (20 dans la montagne et 20 dans la plaine). L'analyse des résultats a montré que le stade physiologique des brebis a une grande influence sur la calcémie, la phosphatémie et la kaliémie dans les deux régions, par contre les concentrations plasmatiques de Mg et Fe à la plaine et Na et Cl à la montagne n'ont pas de différences significatives ($p>0.05$) selon le stade physiologique. La saison influence largement les teneurs plasmatiques des minéraux avec une augmentation significative ($p<0.05$) du Ca, P, et Fe à l'automne et l'inverse pour le Na, K et Cl ; tandis que la saison n'a pas d'effet sur la magnésémie. la région a une grande influence sur les concentrations plasmatiques du Ca, P, Mg, Cl et Fe, par contre la natrémie et la kaliémie n'ont pas affecté ($p>0.05$) par ce paramètre.

Mots clés : Statut minéral- plasma- Brebis reproductrice- Stade physiologique- Saison-Montagne-Plaine.

Abstract:

The aim of this study was to estimate the mineral status of reproductive ewes in the region of Seriana relation to their physiological state, season (summer, autumn) and region (mountain, plain) by the determination of plasma levels of Ca, P, Mg, Na, K, Cl and Fe.

Blood samples were performed on 40 ewes divided into two groups according to region (20 in the mountain and 20 in the plain). Analysis of the results showed that the physiological stage of the ewes has a great influence on plasma levels of calcium, phosphorus and potassium in the two regions, however the plasma concentrations of Mg, Fe in the plain and Na, Cl in the mountain have no significant differences ($p>0.05$) according to the physiological stage. The season is largely influence the plasma levels of minerals with a significant increase ($p<0.05$) of Ca, P, and Fe in autumn and the opposite for Na, K and Cl, while the season has no effect on plasma level of Mg. The region has a great influence on the plasma concentrations of Ca, P, Mg, Fe and Cl, while plasma levels of sodium and potassium did not affect ($p>0.05$) by region.

Key words : Mineral status- Plasma - Reproductive ewes- Physiological stage- Season- Mountain- Plain.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير المستوى المعدني للنعاج الولود في منطقة سريانة بالنسبة إلى حالتها الفيزيولوجية ، الفصل (الصيف، الخريف) و المنطقة (جبل ، سهل) من خلال تحديد مستويات البلازما من الكالسيوم، الفوسفور، المغنيزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم ، الكلور و الحديد.

أجريت عينات الدم على 40 نعجة تم تقسيمها إلى مجموعتين وفقا للمنطقة (20 في الجبل و20 في السهل). أظهر تحليل النتائج أن المرحلة الفيزيولوجية للنعاج لديها تأثير كبير على مستويات البلازما من الكالسيوم ، الفوسفور والبوتاسيوم في المنطقتين، بينما تركيزات البلازما من المغنيزيوم والحديد في السهل ، الصوديوم والكلور في الجبل ليس بينها فروق ذات دلالة إحصائية ($P> 0.05$) وفقا للمرحلة الفيزيولوجية. الفصل يؤثر بشكل كبير على مستويات البلازما من المعادن مع ارتفاع محسوس ($p<0.05$) لكل من الكالسيوم ، الفوسفور والحديد في الخريف بينما نلاحظ العكس بالنسبة للبوتاسيوم والكلور. أما مستوى المغنيزيوم في البلازما فلا يتأثر بعامل الفصل. عامل المنطقة لديه تأثير كبير على تركيزات البلازما من الكالسيوم ، الفوسفور، المغنيزيوم، الحديد والكلور بينما مستويات الصوديوم والبوتاسيوم في البلازما لم تتأثر ($P> 0.05$) بعامل المنطقة.

الكلمات المفتاحية : المستوى المعدني- البلازما- النعاج الولود- الحالة الفيزيولوجية- الفصل – جبل- سهل.