



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat LMD
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Production animale

THÈME

ÉTUDE DE LA VARIATION DU MÉTABOLISME CHEZ LES FEMELLES GESTANTES DES RUMINANTS

Présenté et soutenu publiquement par :

Berrani Abdelkader

Jury :

Présidente : Mme : Ouabed Asmahan
Directrice de thèse : Mme. Meliani Samia
Co-directrice de thèse : Mme. Bourabah Akila
Examineur : Mr. Hallouz Hadj Feghoul
Examineur : Mr. Ammam Abdelkader
Examineur : Mr. Kalbaza Ahmed Yacine

Professeur à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret
Professeur à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret
MCA à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret
MCA à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret
MCA à l'université Moulay Taher de Saida
MCA à l'université Hadj Lakhdar de Batna 1

Année Universitaire 2021-2022

Dédicaces

Je dédie ce travail

À la mémoire de mes parents et à ma sœur Fatiha,

À Mme Ghazi Kheira, qui m'a incité à poursuivre un doctorat.

*Je n'oublierai jamais ses mots (**Tu peux.. juste commencer**).*

Avec un grand amour et beaucoup de respect, je dédie ce travail

*A ma femme et mon fils mohamed Amine (Souhaïbe) que puisse Dieu les
protéger et accorder une longue vie pleine de bonheur.*

À mes frères, Khaled et Hamdi et à mes sœurs

A mes chers neveux et nièces : Louay, Amine, Ilyas, Aymen, Fares, Hiba,

Youcef

A mes beaux parents et mes beaux frères

A mes chers amis Samir, Daoued, Sofiane, Djamel, Ibrahim et Bouziane

REMERCIEMENTS

En premier lieu, j'adresse ma reconnaissance à **Dieu** le tout-puissant qui m'a permis la réalisation de ce travail, qu'il soit loué.

Cette période de doctorat a été probablement l'un des plus beaux chapitres de ma vie et j'aimerais remercier tous ceux et celles qui, d'une manière ou d'une autre, ont participé à ce qu'il voit la lumière.

Mes remerciements vont à :

Professeur Meliani Samia, ma directrice de thèse, Je vous remercie pour vos nombreux conseils, votre rigueur et tout particulièrement pour m'avoir encadré avec enthousiasme et amabilité. Vous m'avez fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail, pour votre savoir, votre grande compétence, et votre disponibilité et surtout votre patience et confiance en moi. Veuillez trouver ici, Madame, le témoignage de ma plus profonde gratitude et de ma sincère estime.

Madame Bourabah Akila, Co-promotrice. Je vous remercie pour vos conseils constructifs, votre grande générosité et pour le partager de votre brillante intuition.

Mes remerciements vont de même aux membres du jury :

Professeur Ouabed Asmahan présidente du jury. Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury, je vous adresse hommages et respect.

Monsieur Hallouz Hadj Feghoul, examinateur. MCA à l'université de Tiaret.

Monsieur Ammam Abdelkader, examinateur. MCA à l'université de Saida.

Et Monsieur Kalbaza Ahmed Yacine, examinateur. MCA à l'université de Batna1.

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail et d'apporter les améliorations nécessaires.

J'adresse tous mes remerciements au **Pr Benallou B**, Directeur de l'Institut des Sciences Vétérinaire de Tiaret, qui malgré ses empêchements m'a accordé beaucoup de son temps, c'est grâce à son soutien et ces encouragements que ce travail a été mené à terme.

Mes profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui m'ont tendu la main dans les moments difficiles et qui m'ont aidé et soutenu de près ou de loin.

SOMMAIRE

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Résumés.....	IV

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

PARTIE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE METABOLISME BIOCHIMIQUE CHEZ LES RUMINANTS

1. Métabolisme biochimique chez les ruminants en dehors de la gestation	3
1.1. Métabolisme glucidique	3
1.1.1. Le glucose	3
1.1.2. Métabolisme du glucose chez les ruminants.....	3
1.1.3. Origine et rôle du glucose chez les ruminants	5
1.1.3.1 La glycolyse.....	5
1.1.3.2 La néoglucogenèse	6
1.2. Métabolisme lipidique.....	10
1.2.1. Particularité du métabolisme lipidique chez les ruminants.....	11
1.2.1.1 Métabolisme au niveau du rumen	11
1.2.1.2 Métabolisme au niveau des intestins grêle	15
1.2.1.3 Métabolisme au niveau du foie	16
1.3. Métabolisme des matières azotées	16
1.3.1. Les acides aminés.....	17
1.3.2. L'ammoniaque	17
1.3.3. L'uréogénèse et recyclage de l'urée.....	18
1.4. Métabolisme minéral.....	19
1.4.1. Les macroéléments.....	19
1.4.2. Oligo-éléments	21

CHAPITRE II : LE METABOLISME ADAPTATIF CHEZ LES RUMINANTS DURANT LA GESTATION ET LACTATION

1. ADAPTATIONS DU METABOLISME ENERGETIQUE.....	22
1.1. Pendant la gestation.....	23

1.1.1.	Causes de déficit énergétique en gestation	23
1.1.1.1	Augmentation des besoins énergétiques.....	23
1.1.1.2	Diminution de capacité d'ingestion.....	24
1.2.	Pendant la lactation	26
2.	ADAPTATIONS DU METABOLISME PROTEIQUE	28
2.1.	Pendant la gestation.....	28
2.2.	Pendant la lactation	29
3.	ADAPTATIONS DU METABOLISME LIPIDIQUE	30
3.1	Pendant la gestation.....	31
3.2.	Pendant la lactation	31
4.	ADAPTATIONS DU METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE	32
4.1.	Pendant la gestation.....	33
4.2.	Pendant la lactation	33

PARTIE II : ÉTUDE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

1.	Présentations des animaux.....	35
1.1.	Bovins.....	35
1.2.	Ovins	36
1.3.	Caprins.....	37
2.	Lieu de l'étude	38
3.	Caractères climatiques de la région d'étude	39
4.	Prélèvements et techniques de dosage biochimique.....	39
5.	Etude statistique.....	41

PREMIER VOLET

VARIATIONS DE QUELQUES PARAMETRES BIOCHIMIQUES CHEZ LES VACHES DANS LA REGION DE TIARET

1-	RESULTATS	42
A.	Parametres biochimiques globaux chez les vaches.....	42
B.	Variations des parametres biochimiques selon la saison	43

C. Variations des parametres biochimiques selon l'etat gestatif	44
D. Variations des parametres biochimiques selon la parite	45
E. Variations des parametres biochimiques selon l'age	46
2- DISCUSSION	47
A. Variations selon la saison.....	48
B. Variations selon l'etat gestatif.....	50
C. Variations selon la parite.....	61
D. Variations selon l'age.....	65

DEUXEIME VOLET

VARIATIONS DE QUELQUES PARAMETRES BIOCHIMIQUES CHEZ LES BREBIS DANS LA REGION DE TIARET

1- RESULTATS	69
A. Parametres biochimiques globaux chez les brebis	69
B. Variations des parametres biochimiques selon la saison	70
C. Variations des parametres biochimiques selon l'etat gestatif	71
D. Variations des parametres biochimiques selon la parite	72
E. Variations des parametres biochimiques selon l'age	73
2- DISCUSSION	74
A. Variations selon la saison.....	75
B. Variations selon l'etat gestatif.....	76
C. Variations selon la parite.....	81
D. Variations selon l'age.....	81

TROISEIME VOLET

VARIATIONS DE QUELQUES PARAMETRES BIOCHIMIQUES CHEZ LES CHEVRES DANS LA REGION DE TIARE

1- RESULTATS	86
A. Parametres biochimiques globaux chez les chèvres	86
B. Variations des parametres biochimiques selon la saison	87
C. Variations des parametres biochimiques selon l'etat gestatif	88
D. Variations des parametres biochimiques selon la parite	89

E. Variations des parametres biochimiques selon l'age	90
2- DISCUSSION	91
A. Variations selon la saison.....	92
B. Variations selon l'etat gestatif.....	95
C. Variations selon la parite.....	100
D. Variations selon l'age.....	102
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	104
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	107
ANNEXES	131

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01: présentation globale de l'effectives des vaches étudiées.....	36-
Tableau 02: présentation globale de l'effectives des brebis étudiées	37-
Tableau 03: présentation globale de l'effectives des chèvres étudiées.....	38-
Tableau 04: Caractéristiques climatiques durant la période expérimentale.....	39-
Tableau 05: Méthodes utilisées dans le dosage des paramètres biochimiques.....	41-
Tableau 06: Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques chez toutes les catégories de vache.....	42-
Tableau 07: Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon saison.....	43-
Tableau 08: Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon l'état gestatif.....	44-
Tableau 09: Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon la parité.....	45-
Tableau 10: Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon les tranches d'âge	46-
Tableau 11: Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques chez toutes les catégories de brebis.....	69-
Tableau 12: Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon saison.....	70-
Tableau 13: Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon l'état gestatif.....	71-
Tableau 14: Variations des paramètres biochimique chez les brebis selon la parité	72-
Tableau 15: Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon les tranches d'âge	73-
Tableau 16 : Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques chez toutes les catégories de chèvres	86-
Tableau 17: Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon saison.....	87-
Tableau 18: Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon l'état gestatif.....	88-
Tableau 19: Variations des paramètres biochimique chez les chèvres selon la parité	89-
Tableau 20: Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon les tranches d'âge	90-

LISTE DES FIGURES

Figure 01: Voies du métabolisme des glucides dans le rumen.....	- 04-
Figure 02: La néoglucogenèse.....	- 10-
Figure 03: Lipolyse et hydrogénation des acides gras dans le rumen.....	- 13-
Figure 04: Principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen.....	- 15-
Figure 05: Capacité d'ingestion en fonction des besoins au cours d'un cycle de production et adaptation de la densité énergétique de la ration chez les bovins.....	-26-
Figure 06: localisation de la région d'étude.....	- 38-

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AA	Acides aminés
ADP	Adénosine Diphosphate
AG	Acides gras
AGNE	Acides gras non estérifiés
AGV	Acides gras volatils
AM	Aliment Minéral
APP	Aiguë Protéines Phase
ATP	Adénosine Triphosphate
Ca	Calcium
CLA	Acides Linoléiques Conjugués
CMV	Composé Minéral Vitaminisé
CO ₂	Dioxyde de Carbone
CoA	Coenzyme A
F-1,6-BP	fructose-1,6-biphosphate
F-6-P	fructose-6-phosphate,
G-6-P	glucose-6-Phosphate.
HDL	High density lipoprotein
Ig	Immunoglobuline
MG	Matière grasse
MS	Matière sèche
MSI	Matière Sèche Ingéré
NAD	Nicotinamide Adénine Dinucleotide
NADH	Hydrure de Nicotinamide Adénine Dinucléotide
NEC	Note D'état Corporel
NH ₃	Ammoniac
OAA	Oxaloacétate
P	Phosphore
PDI	Protéines Digestibles dans L'intestin
PEP	Phosphoénolpyruvate
PPO	Polyphénol Oxydase
PTH	Parathormone
TP	Taux protéique
UFL	Unités Fourragères Lait
UI/l	Unité International par Litre
UV	Uv-Visible
VL	Vache Laitière
VLDL	Very low density lipoprotein

RÉSUMÉ

Notre travail avait pour objectif d'étudier la variation de quelques paramètres biochimiques chez les femelles des ruminants (vaches, brebis et chèvres) en fonction de plusieurs facteurs à savoir : la saison, l'état reproductif, la parité et l'âge des femelles, et en même temps participer à établir les normes biochimiques dans la région de Tiaret, en Algérie. Les échantillons de sang de 100 vaches, 166 brebis et 150 chèvres, ont été prélevés par ponction de la veine jugulaire le matin avant la prise alimentaire en deux temps (une prise en hiver et l'autre au printemps) sur des tubes héparinés. Afin de doser le cholestérol total, les triglycérides, l'urée, la créatinine, les protéines totales, l'albumine, les globulines, le calcium et le phosphore. Les résultats, de ce travail, ont montré que chez les vaches, les concentrations des triglycérides et les protéines totales étaient significativement ($p < 0,05$) élevées au printemps avec des valeurs de $0,19 \pm 0,06$ g/l et $84,45 \pm 8,47$ g/l respectivement. Alors que chez les brebis l'augmentation des triglycérides au printemps s'est accompagnée par l'augmentation de la créatinine avec des valeurs de $0,25 \pm 0,08$ g/l et $9,16 \pm 1,58$ mg/l respectivement. Cependant, des diminutions significatives ($p < 0,05$) des triglycérides, de créatinine et du calcium ont été enregistrées chez les chèvres au cours de la même saison. Concernant le statut gestatif, les valeurs moyennes du cholestérol, des protéines totales et d'albumine chez les vaches étaient élevées à 45 jours de la lactation avec $1,25 \pm 0,31$ g/l, $88,49 \pm 8,57$ g/l et $37,79 \pm 5,83$ g/l respectivement, et les valeurs moyennes des triglycérides et de la créatinine étaient élevées en fin de gestation avec $0,20 \pm 0,07$ g/l et $12,52 \pm 2,51$ mg/l respectivement. Alors que, les globulines et le phosphore étaient élevés en début de gestation. Chez les brebis, les triglycérides et la créatinine étaient élevés chez les femelles gestantes avec $0,24 \pm 0,11$ g/l et $9,49 \pm 1,84$ mg/l respectivement et les protéines totales étaient élevées chez les femelles vides avec $65,11 \pm 7,75$ g/l, par contre, l'urée était élevée chez les brebis postpartum. Alors que, chez les chèvres, les valeurs de l'urée, du cholestérol, des protéines totales, du calcium et du phosphore étaient élevées chez les femelles vides. Chez les vaches et chèvres, l'âge et la parité ont eu une influence significative sur la plupart des composants biochimiques étudiés. Cependant, chez les brebis, la parité a une influence significative que sur l'urée et la créatinine.

Mots clés : Composants Biochimiques, Ruminants, Gestation, Saison, Age, Parité.

ملخص

يهدف هذا العمل الى لدراسة بعض التغيرات التي تحدث في المكونات البيوكيميائية لدى إناث المجترات (ابقار اغنام وماعز) تحت تأثير بعض العوامل على غرار فصول السنة، مراحل الحمل، عدد الولادات الى جانب عمر الاناث. وفي نفس الوقت استخراج القيم المرجعية لتلك المكونات البيوكيميائية في دم هذه المجترات في منطقة تيارت بالجزائر، حيث تم استخدام 100 بقرة، 166 نعجة و150 رأساً من الماعز، وتم أخذ عينتين من الدم عن طريق الوريد الوداجي في الصباح قبل تناول الطعام، واحدة في الشتاء والأخرى في الربيع في أنابيب تحتوي على الهيبارين (الليثيوم هيبارين)، ومن ثم قياس الكوليسترول الكلي، والدهون الثلاثية (التريليغيسيريد)، واليوريا، والكرياتينين، والبروتينات الكلية، والألبومين، الجلوبيولين، الكالسيوم والفوسفور. أظهرت النتائج أن التريغليسيريدي والبروتينات الكلية في الأبقار كانت مرتفعة نوعياً ($P < 0.05$) في الربيع بقيم 0.19 ± 0.06 غ / لتر و 84.45 ± 8.47 غ / لتر على التوالي. بينما عند النعاج كانت الزيادة في التريغليسيريدي مصحوبة بزيادة في الكرياتينين بقيم 0.25 ± 0.08 غ / لتر و 9.16 ± 1.58 مغ / لتر على التوالي. على العكس من ذلك، سجلنا انخفاض محسوس ($P < 0.05$) في التريغليسيريدي والكرياتينين والكالسيوم في الماعز خلال نفس الموسم. بالنسبة لتأثير حالة حمل، عند الأبقار تم تسجيل ارتفاع نسبة الكوليسترول وإجمالي البروتين والألبومين في اليوم 45 من الرضاعة والتي كانت على التوالي 1.25 ± 0.31 غ / لتر، 8.57 ± 88.49 غ / لتر و 37.79 ± 5.83 غ / لتر، بينما قدرت قيمة التريغليسيريدي والكرياتينين في نهاية الحمل بي 0.20 ± 0.07 غ / لتر و 12.52 ± 2.51 مغ / لتر، بينما تم تسجيل ارتفاع في تركيز كل من الجلوبيولين والفوسفور في بداية الحمل. في هذه الدراسة، كانت نسبة التريغليسيريدي والكرياتينين في النعاج مرتفعة عند الإناث الحوامل حيث بلغت 0.24 ± 0.11 غ / لتر و 1.84 ± 9.49 مغ / لتر، بينما كانت نسبة البروتينات الكلية مرتفعة عند الإناث غير الحوامل بقيمة 65.11 ± 7.75 غ / لتر، في حين ان تركيز اليوريا كان مرتفع في فترة ما بعد الولادة. أما في الماعز، فقد كانت قيم اليوريا والكوليسترول والبروتين الكلي والكالسيوم والفوسفور مرتفعة في الإناث غير الحوامل. في هذه الدراسة، أثر كل من عدد الولادات والسن على أغلبية المكونات البيوكيميائية المدروسة في الدم لدى الأبقار و الماعز. في حين ان عدد مرات الولادة اثرت فقط على يوريا الدم والكرياتينين لدى النعاج.

الكلمات المفتاحية: المكونات البيوكيميائية، المجترات، الحمل، الموسم، العمر، عدد الولادات.

ABSTRACT

The objective of our work was to study the variation of some biochemical parameters in female ruminants (cows, ewes, and goats) based on several factors: season, reproductive status, parity, and age of females, and at the same time participate in establishing biochemical standards in the region of Tiaret (Algeria). Blood samples from 100 cows, 166 ewes, and 150 goats were taken by puncture of the jugular vein in the morning before feeding in two phases (one in winter and the other in spring) on heparinated tubes. In order to measure total cholesterol, triglycerides, urea, creatinine, total protein, albumin, globulins, calcium, and phosphorus. The results of this work showed that in cows, triglyceride concentrations and total proteins were significantly ($p < 0.05$) increased in spring with values of 0.19 ± 0.06 g/l and 84.45 ± 8.47 g/l, respectively. Whereas in ewes, the rise in triglycerides in the spring was accompanied by an increase in creatinine with values of 0.25 ± 0.08 g/l and 9.16 ± 1.58 mg/l, respectively. However, significant decreases ($p < 0.05$) in triglycerides, creatinine and calcium were recorded in goats during the same season. For gestational status, mean values of cholesterol, total protein, and albumin in cows were elevated to 45 days of lactation with 1.25 ± 0.31 g/l, 88.49 ± 8.57 g/l and 37.79 ± 5.83 g/l, respectively, and mean values of triglycerides and creatinin were high at the end of gestation with 0.20 ± 0.07 g/l and 12.52 ± 2.51 mg/l, respectively. Whereas globulins and phosphorus were elevated in early gestation. In ewes, triglycerides and creatinin were raised in pregnant females with $0.240.11$ g/l and 9.49 ± 1.84 mg/l, respectively, and total protein was elevated in empty females with 65.11 ± 7.75 g/l, whilst urea was elevated in postpartum ewes. While in goats, the values of urea, cholesterol, total protein, calcium, and phosphorus were highest in empty females. In cows and goats, age and parity had a significant influence on most of the biochemical components studied. Nonetheless, in ewes, parity has a significant influence only on urea and creatinine.

Keywords : biochemical components, ruminants, gestation, season, age, parity.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les analyses sanguines, au laboratoire, sont des outils essentiels pour les praticiens laitiers, dans l'évaluation de la santé, et même la prévention des maladies métaboliques (Oetzel, 2004). Ils peuvent conduire à déterminer s'il y a des déficiences nutritionnelles (Coroian *et al.*, 2017), conditionnant la productivité du cheptel et son aptitude à valoriser les ressources qui peuvent être valablement appréciées par les paramètres sanguins (Obi et Oduye, 1985), soit de l'individu ou du troupeau (Cozzi *et al.*, 2011).

Selon Yokus et Cakir (2006), les paramètres biochimiques sanguins fournissent des informations qui servent de base au diagnostic, au traitement, au pronostic des maladies et même au maintien d'un état métabolique et d'une productivité normaux.

De ce fait, une surveillance du profil biochimique et minéral permet de détecter le plus tôt possible les troubles métaboliques et les déficiences nutritionnelles, et de prendre des mesures préventives face aux troubles sanitaires, afin d'améliorer la productivité et d'éviter les dépenses vétérinaires, ce qui est bénéfique pour les producteurs (Bouzenzana, 2015).

Pour diagnostiquer les anomalies dans un cheptel, les valeurs des analyses sanguines doivent être comparées à la population moyenne ou à des valeurs référentielles standards (Herdt, 2000). Dans ce cas, des intervalles de référence spécifiques sont nécessaires pour chaque espèce animale pour une interprétation appropriée et correcte des analyses biochimiques (Mohri *et al.*, 2007).

Dans le même contexte, il est bien connu que chez les ruminants, de nombreux facteurs tels que la race, l'âge, le stade physiologique, l'alimentation et aussi les variations saisonnières peuvent varier la concentration de ces composants sanguins (Yokus et cakir, 2006; Brscic *et al.*, 2015). Parmi ces derniers, il y a le cholestérol, les triglycérides, l'urée, la créatinémie plasmatique, la protéinémie, l'albumine, la globuline, le calcium et le phosphore qui peuvent être des sources d'information importante de l'état des femelles des ruminants en fonction de ces facteurs.

L'influence des facteurs cités précédemment sur les divers paramètres sanguins a été rapportée par plusieurs auteurs (Bekeová *et al.*, 1987; Pysera et Opalka, 2000; Turk *et al.*, 2005;

Yokus et Cakir, 2006; Djoković *et al.*, 2010; Ghanem *et al.*, 2012; Mazzullo *et al.*, 2014; Brscic *et al.*, 2015; Sarker *et al.*, 2015; Cerutti *et al.*, 2018; Dar *et al.*, 2019; Važić *et al.*, 2020) chez les vaches. Et (Baumgartner et Pernthaner, 1994; Nazifi *et al.*, 2002a; Balıkcı *et al.*, 2007; Taghipour *et al.*, 2010; Deghnouche, 2011; Haffaf *et al.*, 2012; Boudebza, 2015; Chachoua, 2015; Boubzil *et al.*, 2017; Pesántez-Pacheco 2019; Belkacem *et al.*, 2019) chez les brebis. Et (Azab et Abdel-Maksoud, 1999; Waziri *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2016; Allaoua et Mahdi, 2018; Ribeiro *et al.*, 2018; Soares *et al.*, 2018) chez les chèvres, mais sans conclusions uniformes. Cependant, peu d'études ont été menées dans la région de Tiaret que pourraient être à la base d'information sur le profil métabolique de ces espèces.

Dans ce sens, notre travail avait pour objectif d'étudier la variation de quelques paramètres biochimiques chez les femelles des ruminants (vaches, brebis et chèvres) en fonction de plusieurs facteurs à savoir : la saison, l'état reproductif, la parité et l'âge des femelles, et en même temps participer à établir les normes biochimiques dans la région de Tiaret, en Algérie.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons étudié le changement des concentrations de cholestérol total, des triglycérides, d'urée, de créatinine plasmatique, des protéines totales, d'albumine, des globulines, de calcium et de phosphore chez les trois espèces en :

- ❖ Deux saisons (Hiver et Printemps).
- ❖ Différents stades gestatifs (vides, début de gestation, milieu et fin de gestation, postpartum et à 45 jours de lactation) chez les bovins, et (vides, gestantes et en postpartum) pour les petits ruminants (ovins et caprins).
- ❖ Différentes parités (nullipares, primipares et multipares).
- ❖ Différentes tranches d'âge.

Et dans le but de mieux cerner le sujet, notre travail a été divisé en trois volets :

- ✓ **Premier volet :**
Variations de quelques paramètres biochimiques **chez les vaches** dans la région de Tiaret
- ✓ **Deuxième volet :**
Variations de quelques paramètres biochimiques **chez les brebis** dans la région de Tiaret
- ✓ **Troisième volet :**
Variations de quelques paramètres biochimiques **chez les chèvres** dans la région de Tiaret.

Partie I

Étude Bibliographique

CHAPITRE I

LE METABOLISME

BIOCHIMIQUE CHEZ LES

RUMINANTS

CHAPITRE I

LE METABOLISME BIOCHIMIQUE CHEZ LES RUMINANTS

La régénération, la multiplication et la production des cellules de l'organisme nécessitent des matériaux et de l'énergie (donc d'un métabolisme énergétique) en mobilisant les réserves de l'organisme, en digérant les aliments et en absorbant les nutriments, ces phénomènes de transformation sont connus par le métabolisme qui prend deux aspects liés au anabolisme et au catabolisme (Drogoul *et al.*, 2004).

1. Métabolisme biochimique chez les ruminants en dehors de la gestation

1.1. Métabolisme glucidique

1.1.1. Le glucose

Le glucose est le principal monosaccharide contenu dans le sang ; c'est un substrat qui fournit l'énergie indispensable aux fonctions cellulaires à la production et à la reproduction (Khatun *et al.*, 2011).

1.1.2. Métabolisme du glucose chez les ruminants

Chez les ruminants, la dégradation des glucides, s'effectue en deux phases, la première dite hydrolyse et la deuxième dite fermentation, débute au niveau du rumen par l'adhésion des microorganismes sur les particules alimentaires (Popova, 2011).

1. Une phase extra-bactérienne due à la flore cellulolytique et à la flore amylolytique, cette étape est analogue à la digestion d'hydrates de carbone dans les non-ruminants (McDonald *et al.*, 2010), impliquant des enzymes extracellulaires et permettant l'hydrolyse des polymères glucidiques en oses (Le Bars, 1991).
2. Une phase intra-bactérienne qui consiste en une fermentation aboutissant à la production des acides gras à courte chaîne correspondent aux AGV (Le Bars, 1991), plus la production de CO₂ et le méthane (Cuvelier *et al.*, 2005b; McDonald *et al.*, 2010).

Les AGV, les plus représentés sont l'acide acétique, en (C2) à 65%, l'acide propionique, en (C3) à 20% et l'acide butyrique, en (C4) à 15%, le ratio molaire acétate; propionate ; butyrate (Bergman, 1990). L'acide valérique, en (C5) et l'acide caproïque, en (C6), se rencontrent

également, mais en proportions nettement inférieures (de 1 à 4 %, les 2 acides confondus) (Jouany *et al.*, 1995).

Ces AGV sont ensuite absorbés à travers l'épithélium ruminal, avec une efficacité d'autant plus grande que la chaîne carbonée est longue, vraisemblablement par diffusion passive des acides non dissociés d'une part, mais aussi et surtout sous forme anionique (Russell et Gahr, 2000), et représentent 50 à 70% de l'énergie totale absorbée (Le Bars, 1991). Alors qu'une moindre production de ces mêmes produits est obtenue par fermentation au niveau du gros intestin. Ainsi, dépendamment de la composition de la nourriture, les AGV peuvent contribuer jusqu'à 80% du total des besoins en énergie des ruminants (Russel et Gahr, 2000; INRA, 1978). Le reste de l'énergie est représenté par du glucose (3-15%), des acides aminés (15-25%) et des lipides (5-15%) et est absorbé au niveau de l'intestin (Le Bars, 1991).

La figure suivante présente les voies du métabolisme des glucides dans le rumen:

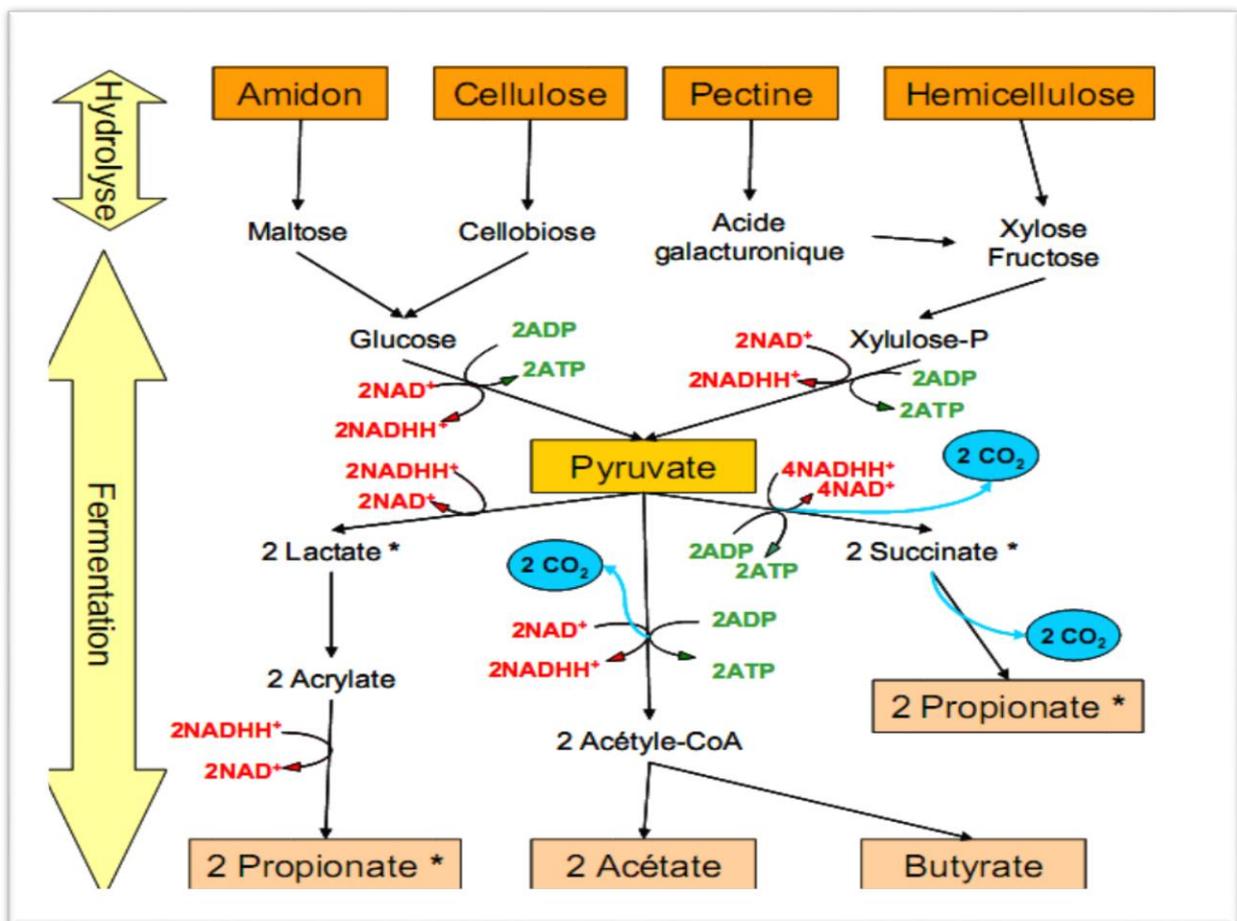


Figure 01. Voies du métabolisme des glucides dans le rumen (Jouany *et al.*, 1995; Moos *et al.*, 2000; Popova, 2011)

1.1.3. Origine et rôle du glucose chez les ruminants

Les besoins cellulaires en glucose sont identiques chez les monogastriques que chez les ruminants. Chez ces derniers, le glucose ne constitue pas le nutriment énergétique le plus important (Drogoul *et al.*, 2004). Il présente un taux inférieur à 1 % de l'énergie absorbée, alors que, pour des rations riches en céréales il est seulement de 2 à 4 % (Vermorel, 1988). Les ruminants peuvent provenir leur besoin en glucose dans une moindre mesure de l'alimentation, d'une part parce que celle-ci en contient très peu, et d'autre part parce qu'il est utilisé par les micro-organismes du rumen (Hayirli, 2006). Mais il provient aussi et surtout d'une synthèse endogène majoritairement hépatique (Danfaer *et al.*, 1995; Bergman, 1971).

Comme le glucose exogène ne couvre pas le besoin total en glucose, l'organisme doit donc le synthétiser par de nombreuses voies métaboliques (Jean-Blain, 1995).

Tout d'abord, le glucose peut provenir de la glycogénolyse. Cependant, les réserves en glycogène sont faibles et leur durée de vie est limitée chez les ruminants. Pour cette raison la voie principale de production de glucose reste la néoglucogenèse à partir des divers précurseurs (Nsanabaganwa, 2009) et à moindre degré au niveau rénal (Preston et Leng, 1987).

1.1.3.1 La glycogénolyse

La glycogénolyse permet de fournir du glucose en fonction des besoins (Deghnouche, 2011), par une transformation de la très grande molécule de glycogène en de nombreuses petites molécules de glucose suite à des réactions d'hydrolyses, ces molécules résultantes vont être relâchées dans le sang (Galindo, 2010).

La dégradation du glucose passe par une glycolyse cytoplasmique qui conduit à l'acide pyruvique avec un carrefour important constitué par les trioses phosphates qui sont les précurseurs du glycérol lui-même à la base de la synthèse des lipides corporels (Djaalab, 2018).

Le cycle de Krebs qui a lieu principalement dans les mitochondries, des muscles et des hépatocytes, permet la dégradation des produits terminaux des métabolismes des oses, des acides gras et de certains acides aminés, pour la production de la plus grande partie de l'énergie, dont les cellules ont besoin (Kolb, 1975; Djaalab, 2018).

Suite à la faible quantité du glucose absorbé d'une part (Deghnouche, 2011), et d'autre part, la faible activité de la glucokinase qui a un rôle dans la phosphorylation du glucose en

glucose-6-phosphate, avant sa polymérisation en glycogène chez les ruminants (Le Bars, 1991). La conversion du glucose en glycogène est minime (Deghnouche, 2011).

1.1.3.2 La néoglucogenèse

La néoglucogenèse correspond au processus de synthèse de glucose à partir de composés non glucidiques (Bassett, 1978; Goetsch *et al.*, 1994).

Parmi les substances non glucidiques, nous pouvons citer certains acides aminés, le lactate, le propionate, ou encore le glycérol (Murray, *et al.*, 2003).

Chez les ruminants, la néoglucogenèse est d'une grande importance à tout moment et elle est plus importante après l'alimentation lorsqu'il y a un afflux important de métabolites dans la circulation sanguine (Young, 1977). Elle présente certaines différences par rapport aux autres espèces (Murray, *et al.*, 2003). Car, presque tous les glucides alimentaires sont fermentés en acides gras volatils dans le rumen (Young, 1977).

Mais due à la faible absorption digestive de glucose, la néoglucogenèse chez les ruminants est très intense (Bassett, 1978), elle fournit 85 % à savoir 93 % du glucose total utilisé par l'organisme, principalement dans le foie et à un moindre degré au niveau rénal, à partir de substances glucoformatrices (Djaalab, 2018).

Par exemple chez la vache laitière, elle permettrait de synthétiser 2 à 2,5 kg de glucose par jour (Danfaer *et al.*, 1995), qui représente 80 à 90 % du glucose sanguin (Hayirli, 2006). Elle se déroule essentiellement dans le foie à partir de substrats glucoformateurs qui entrent dans la voie de la néoglucogenèse au niveau du pyruvate (alanine, lactate, sérine, glycine), d'un intermédiaire du cycle de Krebs (propionate, glutamate, aspartate, proline, etc.) ou des trioses phosphates (glycérol) (Rémésy *et al.*, 1986).

Les principaux substrats glucoformateurs sont :

- L'acide propionique $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$)
- L'acide lactique $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)
- Les acides aminés glucoformateurs (catabolismes des protéines)
- Le glycérol (catabolisme des triglycérides) (Rémésy *et al.*, 1986).

a- Le propionate (C3)

Est un glucoformateur provenant de la fermentation de rations riches en ensilage de maïs et en céréales dans le rumen (Nsanabaganwa, 2009), et c'est le principal précurseur du glucose endogène (Gadoud *et al.*, 1992).

Chez les ruminants, la contribution potentielle du (C3) à la formation de glucose est d'environ 41 % chez l'adulte non productif, de 66 % chez un animal en croissance et de 48 % et 60 % respectivement chez les femelles gestantes et lors de lactation (Loncke *et al.*, 2020).

Généralement 90% à savoir 91% du propionate sanguin est capté par le foie et transformé en glucose via le succinyl CoA au niveau de la mitochondrie de la cellule hépatique (Young, 1977; Loncke *et al.*, 2020).

Cette réaction nécessite également de la vitamine B12, synthétisée par les microorganismes du rumen à partir du cobalt de la ration par l'intermédiaire du Méthyl-malonyl CoA (Rémésy *et al.*, 1986; Al-habsi *et al.*, 2007). Mais un déficit en cobalt entraînerait donc un déficit en vitamine B12 qui deviendrait alors un facteur limitant à la formation de glucose (Ortigue-Marty *et al.*, 2005).

La concentration du propionate (C3) dans la circulation générale est donc très basse (Payne, 1983). Il est très intéressé pour l'engraissement, car il donne à la fois du glycérol et des acides gras. Il agit comme agent anticétosique en portant à l'acétyl-coenzyme A d'être fortement utilisé par la voie de l'oxydation dans le cycle de Krebs, via l'oxalo-acétate. En cas d'absence de ce dernier, l'acétyl-coenzyme suivi une autre voie pour former des corps cétoniques. Cette déviation métabolique est un facteur fondamental dans la pathogénie de l'acétonémie (Gadoud *et al.*, 1992; Payne, 1983).

b- Le lactate

Le lactate provient d'origines variées, digestive ou métabolique. Par la voie glycolytique du pyruvate suite à une réduction du pyruvate au niveau du rumen. Il peut être issu de l'alimentation, de la synthèse ruminal par fermentation des glucides alimentaires et même ou encore de la fermentation lactique musculaire (Rémésy *et al.*, 1986).

Quel que soit le statut nutritionnel, le lactate ne fournit qu'un pourcentage réduit du glucose produit. Il contribue à former 15 % du glucose total (Cohen *et al.*, 1976).

L'utilisation de l'acide lactique par le foie est souvent limitée par ses faibles concentrations sanguines. Cette dernière varierait entre 0,5 et 2 mm. Il est prélevé par le foie grâce à un transporteur transmembranaire : la monocarboxylase transporter 1 (Kirat *et al.*, 2007). Parfois, le lactate s'accumule spontanément dans le sang en cas d'acidose digestive mais, vu la diminution de pH sanguin son utilisation hépatique est sans doute diminuée au niveau de la pyruvate carboxylase (Cohen *et al.*, 1976).

L'état physiologique peut varier le taux de contribution du lactate à la néoglucogénèse pour former du glucose. Chez les ruminants adultes non productifs ce taux est de 31,9 %. Alors que, pour les femelles gestantes et les femelles en lactation, il est de 12 % et 15% respectivement. (Loncke *et al.*, 2020).

c- Les acides aminés

Utilisés dans la néoglucogénèse pour compenser le manque en propionate en cas de déficit. L'origine de ces acides aminés glucoformateurs est digestive ou suite à une mobilisation des protéines corporelles. En effet les principaux AA utilisés lors de la synthèse du glucose sont l'alanine, la glutamine, le glutamate et la glycine. L'extraction de ces quatre acides aminés représente à elle seule environ les deux tiers de l'uréogénèse totale (Rémésy *et al.*, 1986).

Chez les ruminants adultes non productifs les acides aminés participent avec un taux maximal de 46% dans la formation de glucose. Bien que, ce taux soit plus faible pour un animal en croissance, il peut atteindre 30 %. Mais suite aux changements des stades gestatifs, ce taux de participation devient plus faible et varie d'un stade à l'autre, il est d'environ 19 % en gestation et d'environ 16,4% en lactation (Loncke *et al.*, 2020).

La contribution des acides aminés à la formation de glucose augmente considérablement avec une diminution de la prise alimentaire (Baird *et al.*, 1983).

Les acides aminés captés par le foie ne sont pas nécessairement transaminés mais ils peuvent servir aux synthèses protéiques (Rémésy *et al.*, 1986). Les acides aminés glucoformateurs en fournissent 25% du glucose total, ils viennent en deuxième position après le propionate dans le processus de la néoglucogénèse (Allaoua, 2019).

La source en acides aminés glucoformateurs la plus importante est représentée par les protéines d'origine alimentaire. Une bonne partie de ces protéines sont dégradées dans le rumen, à l'origine d'acides aminés libres et d'ammoniac. Ces acides aminés servent de substrats pour les

synthèses microbiennes et le ruminant digère ensuite les protéines bactériennes (Deghrouche, 2011).

d- Le glycérol

Le glycérol est un substrat glucoformateur qui peut provenir des graisses alimentaires (Tao *et al.*, 1983), et du catabolisme des triglycérides lors de la lipolyse (Gadoud *et al.*, 1992).

Ce glycérol est un excellent substrat pour la néoglucogenèse mais son utilisation hépatique est limitée par ses faibles concentrations sanguines sauf lorsque la lipomobilisation est intense. Il pourrait donc fournir plus de 10% du glucose (Bergman, 1983).

Ainsi, le glycérol est aussi utilisé pour la synthèse des triglycérides par la liaison avec la majorité des acides gras provenant du sang (ITEB-INRAP, 1984), et la synthèse des phospholipides (Rémésy *et al.*, 1986).

Tandis que sous sa forme libre, le glycérol contribue chez les ruminants nourris, à la synthèse de glucose par la néoglucogenèse mais avec un taux maximale possible de 5 %, car la majeure partie est sous sa forme combinée avec des acides gras (Brockman, 1993). Mais après un régime restreint, ces ruminants mobilisent leurs réserves graisseuses, et le glucose sera synthétisé grâce à la contribution de glycérol, cette dernière dépendante de la quantité de tissu adipeux mobilisée et pouvant aller jusqu'à 40 % (Bergman *et al.*, 1968).

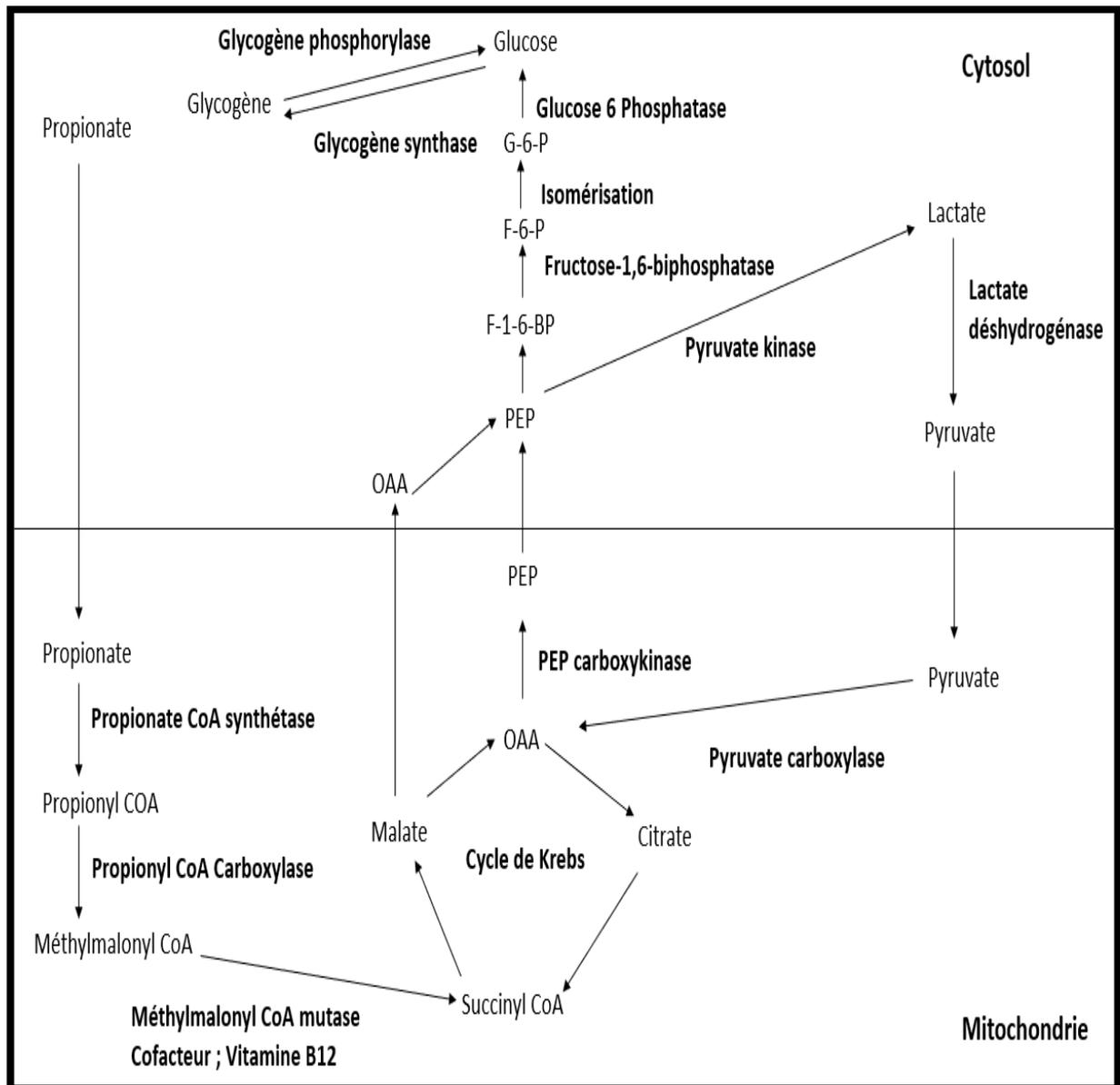


Figure 02. La néoglucogénèse (Rémésy *et al.*, 1986)

1.2. Métabolisme lipidique

Selon INRA (1978), au niveau des tissus, il existe simultanément deux phénomènes antagonistes, la lipogénèse ou synthèse des lipides corporels, et la lipolyse ou destruction des lipides corporels.

Chez les monogastriques, les acides gras à longue chaîne de la ration sont absorbés au niveau de l'intestin sans avoir été métabolisés et il y a donc une relation étroite entre la composition des AG ingérés et celle des AG absorbés. Contrairement aux ruminants, les AG insaturés sont fortement hydrogénés et isomérisés dans le rumen.

Il y a donc une grande différence entre la composition des AG ingérés et celle des AG absorbés, et les produits des ruminants contiennent une grande variété d'AG qui ne sont pas présents dans leur ration (Doreau *et al.*, 2012).

D'un point de vue biochimique, chez le ruminant, il existe deux grands groupes d'acide gras, d'une part les acides gras volatils, issus du métabolisme ruminal des hydrates de carbone alimentaires et d'autre part, les acides gras issus du métabolisme ruminal des lipides. Cette deuxième catégorie comprend les acides gras synthétisés de novo par les microorganismes du rumen, mais aussi les acides gras issus de l'hydrolyse des triacylglycérols alimentaires, dont la plupart subissent dans le rumen une biohydrogénation avant leur absorption intestinale. Les acides gras absorbés sont donc toujours plus saturés que les acides gras ingérés (Cuvelier *et al.*, 2005b).

1.2.1. Particularité du métabolisme lipidique chez les ruminants

Les animaux ruminants possèdent un système digestif au fonctionnement complexe en raison, notamment, de la diversité des régimes ingérés et des transformations qui se déroulent dans l'ensemble stomacal sous l'action des populations microbiennes (Sauvant et Bas, 2001).

Pour ces raisons, les acides gras présentent un métabolisme tout à fait spécifique (Cuvelier *et al.*, 2005b), qui détermine vis-à-vis de la quantité et surtout la proportion des acides gras disponibles pour les synthèses lipidiques corporelles et mammaires (Sauvant et Bas, 2001).

Généralement les lipides ne représentent qu'un faible pourcentage (2 à 5 %) de la matière sèche de la plupart des aliments destinée aux ruminants, dont les acides gras insaturés sont environ la moitié avec en particulier des proportions élevées d'acide linoléique (18 : 2) et linoléinique (18 : 3) (Sauvant, 1988).

Selon Cuvelier *et al.* (2005b) le métabolisme des lipides chez ces ruminants se déroule dans le rumen, l'intestin grêle et le foie comme suit :

1.2.1.1 Métabolisme au niveau du rumen

Il existe deux phénomènes simultanés caractérisant le métabolisme des lipides dans le rumen :

- La lipolyse des triacylglycérols alimentaires suivie d'une hydrogénation des acides gras,
- La synthèse lipidique réalisée par les microorganismes du rumen (Cuvelier *et al.*, 2005b).

1- Lipolyse et hydrolyse

L'hydrolyse des lipides alimentaires est en général considérée comme rapide (moins d'1 h), cependant la cinétique précise de cette phase a été peu étudiée, en particulier dans le cas des lipides alimentaires atypiques (lipides cristallisés, protégés ...) (Sauvant et Bas, 2001).

Une activité lipolytique intense et rapide sur les lipides alimentaires (les triglycérides, galactolipides et les phospholipides) et d'autres substrats lipidiques tels que les esters de stérol, suivi par une hydrolyse donnent des acides gras, du glycérol et du galactose qui sont rapidement fermentés en acides gras volatils (principalement en propionate et en butyrate) (Cuvelier *et al.*, 2005b). Alors que les microorganismes du rumen assurent une hydrogénation de la fraction insaturée des acides gras (Allaoua, 2019).

Mais selon certains d'autres auteurs tels que Faruque *et al.* (1974), des lipases d'origine végétale, présentés dans les feuilles, seraient principalement responsables de l'hydrolyse des acides gras estérifiés chez les animaux en pâture ; cette hypothèse n'a cependant pas été corroborée par des expériences ultérieures, de même, aucune activité lipolytique n'a pu être attribuée aux champignons du rumen, alors que l'implication des protozoaires ciliés dans l'hydrolyse des lipides alimentaires n'a pas été prouvée de façon claire.

La figure suivante présente la lipolyse et l'hydrogénation des acides gras dans le rumen:

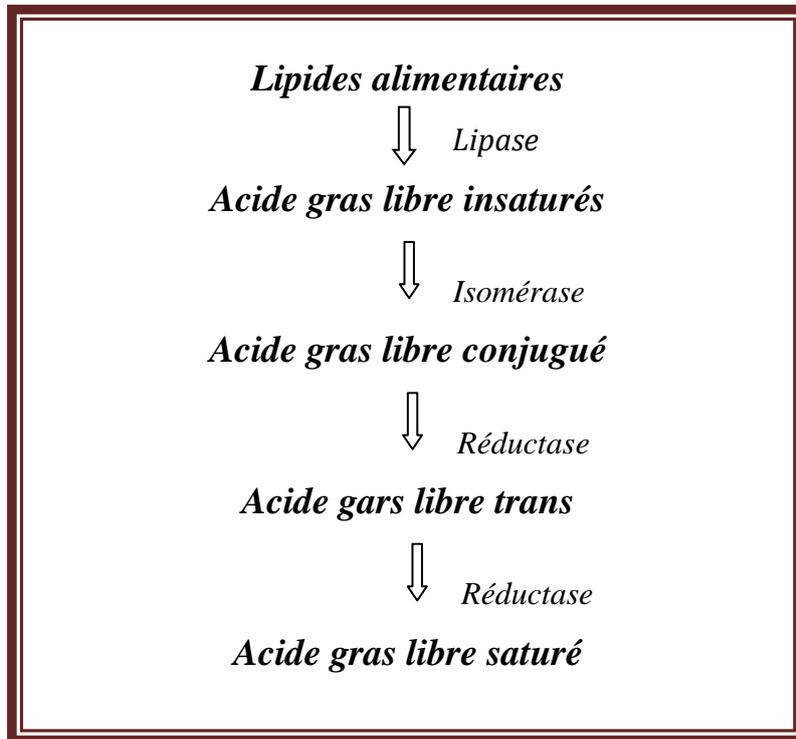


Figure 03. Lipolyse et hydrogénation des acides gras dans le rumen (Sauvant et Bas, 2001)

2- Synthèse des lipides microbiens

La composition lipidique des microorganismes du rumen est d'une importance majeure, étant donné qu'elle détermine en partie la composition des lipides disponibles pour l'animal hôte au niveau intestinal (Cuvelier *et al.*, 2005b). Ils peuvent aussi synthétiser leurs propres lipides (Sauvant et Bas, 2001). Ces derniers peuvent avoir une origine endogène (synthèse *de novo*) ou provenir d'une source exogène (incorporation directe de molécules précurseurs préformées, éventuellement d'origine alimentaire) (Harfoot et Hazlewood, 1997; Sauvant et Bas, 2001 ; Cuvelier *et al.*, 2005b).

La synthèse endogène d'acides gras par les micro-organismes s'effectue à partir de précurseurs courts : l'acétate, le propionate, le valérate pour la synthèse des acides gras à longue chaîne ou à partir de l'élongation de la chaîne carbonée de précurseurs ramifiés issues du métabolisme des acides aminés du même type (valine, leucine, isoleucine). Les bactéries du rumen seraient également capables de synthétiser les acides gras monoinsaturés en C16 et C18 (Harfoot et Hazlewood, 1997; Cuvelier *et al.*, 2005b).

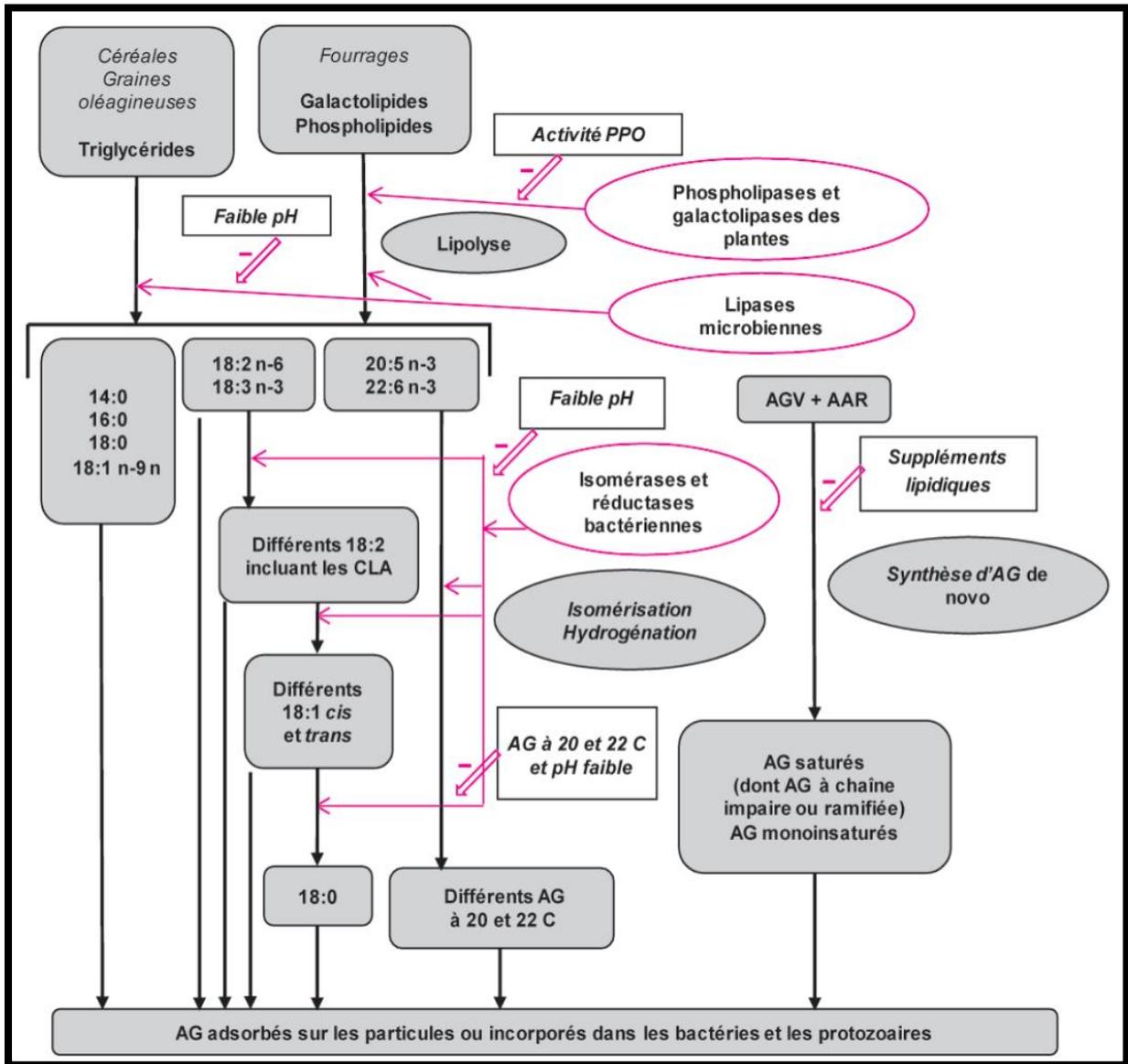
Ces lipides bactériens sont caractérisés par une composition en acides gras très spécifique et le contenu et la composition de ces lipides et ces acides gras des bactéries ruminales varient selon la composition du régime (proportions fourrages/concentrés) et type de fourrage, même de la présence de suppléments en matières grasses (Bas *et al.*, 2003).

Selon Sauvant et Bas (2001) les teneurs en lipides des bactéries du rumen sont en moyenne de l'ordre de 10-15 % MS et peuvent atteindre 30 %. Elles sont nettement plus importantes (plus de 2 fois en moyenne, et 4 à 5 fois pour les régimes non supplémentés en lipides) que celles des rations non supplémentées en matières grasses (MG), et que les acides palmitique et stéarique représentent les 2 acides gras majeurs (approximativement 70 % des acides gras totaux) isolés; les autres acides gras sont représentés par les AG mono-insaturés (7,2%), les AG branchés (8,7%) (iso et anteiso) et les AG à nombre impair de carbone (4,4%).

En effet, la composition en acides gras des lipides bactériens est tout à fait spécifique, et environ une cinquantaine d'acides gras différents ont été isolés (Bas *et al.*, 2003).

Alors que la concentration en acides gras est plus faible chez les protozoaires (2 à 4 % de la MS) (Sauvant et Bas, 2001), dont, les acides gras présents sont moins saturés que leurs homologues bactériens, et l'acide palmitique est le plus représenté (43 % des acides gras totaux), suivi des acides gras en C18 : 1 et C18 : 2 (respectivement 18 et 16 %) et de l'acide stéarique (9 % des acides gras totaux) (Harfoot, 1978).

La figure suivante présente les principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen:



1. Les flèches noires signifient la représentation simplifiée des principaux mécanismes de transformation.
2. Les flèches rouges signifient l'action des principales enzymes et facteurs d'inhibition.
3. Les abréviations signifiées : (14:0 : acide myristique); (16:0 : acide palmitique); (18:0 : acide stéarique); (18:1 n-9 : acide oléique); (18:2 n-6 : acide linoléique); (18:3 n-3 : acide linoléique); (20:5 n-3 : acide eicosapentaénoïque); (22:6 n-3 : acide docosahexaénoïque);

Figure 04. Principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen (Doreau *et al.*, 2012)

1.2.1.2 Métabolisme au niveau des intestins grêle

Au niveau du duodénum, le bol alimentaire va subir l'action de la bile et les sécrétions pancréatiques (Harfoot, 1978).

Les acides gras des lipides sont absorbés au niveau de l'intestin grêle sous forme de micelles contenant des lyso-lécithines biliaires ; une partie de l'acide stéarique est désaturée en

acide oléique dans l'épithélium intestinal (Rémésy *et al.*, 1986 ; Cuvelier *et al.*, 2005b), alors que, les phospholipases pancréatiques et les lipases pancréatiques vont hydrolyser les phospholipides et les triacylglycérols d'origine microbienne en acides gras qui seront absorbés après leur solubilisation dans la phase micellaire (Bauchart, 1993).

Les acides gras absorbés sont estérifiés en triglycérides, transportés par la lymphe et déversés dans le sang sous forme de chylomicrons utilisés par les tissus adipeux et la glande mammaire (Auroseau, 1981).

1.2.1.3 Métabolisme au niveau du foie

Chez les ruminants, comme chez les autres espèces, le foie joue un rôle important dans le catabolisme des acides gras ou leur incorporation dans les différentes fractions lipidiques (triglycérides, phospholipides, cholestérol libre ou estérifié) (Rémésy *et al.*, 1986).

Le foie métabolise principalement les acides gras longs liés à la fraction albumine, et l'absorption hépatique de ces acides gras est plus efficace s'il y a une augmentation du rapport acides gras libres/albumine. Le foie peut également capter de petites quantités de triglycérides (après hydrolyse par la lipase hépatique) (Rémésy *et al.*, 1986).

Selon Hocquette et Bauchart (1999) les acides gras subissent 3 voies métaboliques au niveau du foie :

- la sécrétion des AG dans la bile ;
- L'oxydation ;
- Estérification en triacylglycérols.

A l'intérieur de la cellule hépatique, les AG libres sont utilisés par les mitochondries (β oxydation) par l'action d'une carnitine acyl transférase I, ou bien, ils sont dirigés vers la synthèse des triglycérides ou des phospholipides après leur activation en acyl CoA, par l'intermédiaire du glycérol phosphate acyl transférase (Rémésy *et al.*, 1986).

1.3. Métabolisme des matières azotées

Les protéines fournissent les acides aminés nécessaires pour le maintien des fonctions vitales, la croissance, la reproduction et la lactation (Payne, 1983). Une partie des protéines est directement prélevée dans la ration au niveau intestinal. En outre, les ruminants possèdent la particularité de pouvoir synthétiser les acides aminés dans le rumen à partir de substrat non

protéique (ammoniac ou urée) grâce aux microbes présents dans le rumen (Wattiaux et Grummer, 2002).

Les protéines dégradables sont transformées d'abord en acides aminés puis en ammoniac, tandis que l'azote non protéique est directement transformé en NH_3 (Brocard *et al.*, 2010).

L'urée est le produit final du métabolisme des protéines dans le corps, et elle est normalement excrétée dans les urines. Cependant, en cas de déficit azoté, l'urée retourne de préférence dans le rumen où les bactéries peuvent en faire usage, les ruminants possèdent ce mécanisme pour conserver l'azote lorsque leur ration est déficiente en cet élément (Ndibualonji *et al.*, 1997; Payne, 1983).

1.3.1. Les acides aminés

Chez le ruminant, les acides aminés proviennent de l'alimentation suite à la dégradation des protéines ingérées au niveau du rumen par l'action de la flore bactérienne ruminale, voir de la digestion des protéines dans le tube digestif. Alors que les acides aminés d'origine endogène sont liés aux catabolismes des protéines (Lobley et Milano, 1997).

Les acides aminés libres totaux qui arrivent au niveau de la veine porte sont fortement prélevés et captés par le foie (Marty *et al.*, 2013). Généralement une moyenne de 75% des AA totaux apparaissant en veine porte étaient prélevés par le foie (Loncke *et al.*, 2020)

Selon leur nature, ils participent à la synthèse de protéines (Lobley et Milano, 1997), des chaînes carbonées de glucose (Seal et Reynolds, 1993), ou de corps cétoniques (Bergman, 1971).

Dans le même sens, Marty *et al.* (2013) rapportent que chaque acide aminé présente un métabolisme spécifique, mais globalement ils sont métabolisés en glucose et corps cétonique utilisés pour la synthèse des protéines plasmatiques et d'urée, et ils participent au turn-over intense des protéines hépatiques tissulaires.

Le catabolisme des acides aminés par transamination ou désamination produit des molécules d'azote aminée, celles-ci contribuent ensuite à la synthèse d'urée (Jahoor *et al.*, 1988).

1.3.2. L'ammoniaque

L'ammoniaque (NH_3) est un composé qui provient de la synthèse ruminale ou du catabolisme des AA, des acides nucléiques et autres composés azotés (Loncke *et al.*, 2019),

lorsque sa concentration dépasse son utilisation par les bactéries, il est absorbé par la paroi du rumen et converti en urée par le foie (Eryavuz *et al.*, 2008).

Selon Chachoua (2015), la formation de l'ammoniac à partir des acides aminés s'effectue selon deux voies :

- désamination directe : libère un acide cétonique et de l'ammoniac.
- une transamination reverse : aboutit au glutamate. Puis le glutamate déshydrogénase catalyse la réaction de formation de NH_3 et cétooglutarate en présence de NAD (phosphorylé ou pas selon les organismes).

Deux mécanismes principaux pour la détoxification de l' NH_3 sont ; majoritairement, l'uréogénèse hépatique et à moindre degré, la synthèse de la glutamine (Milano et Lobley, 2001).

Selon Loncke *et al.* (2019), le (NH_3) est prélevé à 100 % de la veine porte par le foie est transformé en urée lors de l'uréogénèse.

L'ammoniac est considéré comme un précurseur très important de la protéosynthèse microbienne, il est indispensable à l'opération de croissance de certaines bactéries cellulolytiques. Il a été prouvé qu'une teneur en NH_3 trop faible du milieu peut certainement conduire à un « découplage » des fermentations (synthèse d'acides sans croissance bactérienne). Dans ce cas, il y a une production des AGV normale et en parallèle une synthèse de protéines microbiennes très réduite, par conséquent une diminution remarquable de l'efficacité de la protéosynthèse (Chachoua, 2015).

1.3.3. L'uréogénèse et recyclage de l'urée

C'est dans le foie que l'ammoniac va être transformé en urée : c'est ce que l'on peut appeler l'uréogénèse ou aussi cycle de l'urée (Chachoua, 2015).

Et comme l'hyperammoniémie est toxique, l'uréogénèse participe dans la détoxification de l'organisme par l'élimination de l'ammoniac circulante (Tuchman *et al.*, 2008). Elle contribue aussi au recyclage de l'azote chez le ruminant. La molécule d'azote utilisée pour la synthèse de l'urée peut provenir du NH_3 (Milano, 1997), ou des AA (l'alanine, la glutamine, la sérine et la glycine) (Wolff *et al.*, 1972).

Plusieurs auteurs tels que Remond *et al.* (1996) ont rapporté qu'un faible taux de l'urémie sanguine peut signifier que la portion alimentaire est riche en amidon ou pauvre en azote.

1.4. Métabolisme minéral

Toutes les formes de la matière vivante nécessitent des substances inorganiques tels que les minéraux en quantités en proportions très variables dans le corps. Par exemple le calcium représente une dizaine de kilogrammes, alors que l'iode ou cobalt se compte en quelques dizaines de milligrammes. Et toute déficit en minéraux doit compenser par un produit spécifique, l'aliment minéral, anciennement appelé « complément » ou « composé minéral vitaminisé » (CMV), et le plus anciennement encore « condiment minéral ». L'aliment minéral (AM) qui est précisément défini au plan réglementaire est supposé corriger toutes les insuffisances minérales (et vitaminiques) d'une ration donnée. Il apparait immédiatement qu'il ne peut y avoir d'AM universel, valable pour toutes les situations, le choix de l'éleveur devant reposer sur l'analyse de la ration qu'il distribue (Meschy, 2010).

Les minéraux répartissent en deux groupes en fonction de leur importance pondérale (Meschy, 2010).

1.4.1. Les macroéléments

Ces éléments minéraux majeurs sont : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, le chlore et le soufre, qui se trouvent en quantité importante avec un taux qui représente 80% des minéraux de l'organisme. Parmi eux, le phosphore et le calcium sont des éléments incontournables. Ils constituent environ les trois-quarts des minéraux de l'organisme. L'apport alimentaire des macroéléments s'exprime en grammes (g/jour ou g/kg MS) (Meschy, 2010; Crocco, 2017).

Selon Djaalab (2018) les fourrages présentent des teneurs minérales variant de 0,2 à 7 g/kg de MS pour le phosphore ; 0,4 à 41 g/kg de MS pour le calcium et 0,3 à 10 g/kg de MS pour le magnésium.

Les deux principaux macroéléments ont un rôle « plastique » dans l'organisme, intervenant dans la structuration du squelette, des muscles et du sang, exerçant une action fonctionnelle en participant aux échanges cellulaires et à la régulation de l'homéostasie et jouant un rôle de catalyseur dans des réactions biochimiques notamment la production enzymatique (Meschy, 2010).

1. Calcium

Le calcium est le minéral majeur du corps (Martinez *et al.*, 2014). Il est absorbé au niveau de rumen-réseau mais principalement au niveau de l'intestin grêle par une voie transcellulaire saturable au niveau duodénal et par une voie paracellulaire insaturable le long de l'intestin surtout au niveau jéjunal (Guéguen *et al.*, 2000). Alors que la fraction non absorbée est essentiellement éliminée par voie fécale et urinaire (Meschy, 2002).

Le calcium est dans le plasma soit sous sa forme ionisée, qui est la forme biologiquement active du calcium, représentant entre 42 et 48% du calcium total, soit liée à des protéines telles que l'albumine, ce qui représente 50% du calcium total, par exemple chez une vache adulte de 600 kg, le plasma sanguin comporte 3 à 3,5 g de calcium. Il y'a 8 à 9 g de calcium dans les liquides extracellulaires (sans compter le tissu osseux) et 7,8 à 8,5 kg dans le squelette. Le calcium est un ion extracellulaire ; moins de 1 g est contenu à l'intérieur des cellules (Goff, 2014).

Des concentrations sériques élevées de calcium peuvent être rencontrées dans le cas de l'utilisation des substances tampons comme le carbonate de calcium (chaux). A l'opposé, des concentrations sériques basses de calcium peuvent être rencontrées lors d'un manque d'apport alimentaire en calcium ou en vitamine D, d'un excès de phosphore, de magnésium ou de soufre, qui réduisent l'absorption intestinale du calcium, ou encore des rations à forte teneur en acides gras non protégés (Chorfi, 2013).

Le calcium total sanguin varie entre 94 et 120 mg/l chez les moutons (Klasing *et al.*, 2005), et entre 89 et 117 mg/l chez les chèvres (Chartier, 2018), et entre 92 et 124 mg/l chez les bovins (Wolter et Ponter, 2019).

2. Phosphore

Localisé principalement dans les os, par exemple chez la vache est à 80-85% sous forme de cristaux d'hydroxyapatite dans les os, à 14-15% présent dans les tissus mous (notamment les muscles) et moins de 1% du phosphore est présent dans le milieu extracellulaire. Il est régulé par l'hormone parathyroïde (PTH), cette dernière active des ostéoclastes et stimule la destruction des cristaux d'hydroxyapatite par conséquent la concentration sanguine du phosphore augmente. La 1,25dihydroxyvitamine D augmente son absorption intestinale et la calcitonine augmente l'excrétion de phosphate dans les urines. D'autres hormones agissent sur la réabsorption des phosphates dans les urines : les hormones de croissance, l'insuline ou encore la thyroxine (Goff, 2008; Allen-Durrance 2017).

Les valeurs élevées ou faibles du phosphore sanguin sont dues à des apports alimentaires supérieurs ou inférieurs aux besoins des animaux, la biodisponibilité du phosphore alimentaire variant selon la source et l'équilibre avec le calcium intestinal (Meschy, 2010 ; Chorfi, 2013), car une faible teneur en Ca dans l'alimentation augmente les concentrations plasmatiques de phosphore et une teneur élevée en calcium diminue le phosphore (Ramos-Nieves *et al.*, 2009). De plus, le pH du contenu intestinal peut également modifier la concentration de phosphore sanguin (Meschy, 2010).

La phosphatémie varie au cours de la journée, elle subit notamment des fluctuations importantes autour des repas (Chorfi, 2013). La teneur normale du phosphore plasmatique chez les bovins se situe entre 36 et 72 mg/l (Wolter et Ponter, 2019).

Chez les petits ruminants, le phosphore sanguin varie entre 45 et 75 mg/l chez les moutons (Brunet-Grissolange, 2002), et entre 40 et 90 mg/l chez les chèvres (Chartier, 2018).

1.4.2. Oligo-éléments

Contrairement aux macro-élément, les oligo-éléments sont en quantité très faible dans l'organisme à savoir des traces (Djaalab, 2011). L'apport alimentaire s'exprime en milligrammes (mg/kg de MS) ou en partie par million (ppm) (Crocco, 2017).

Ces oligo-éléments sont : le fer, le cuivre, le manganèse, le cobalt, l'iode, le sélénium et le molybdène qui exercent également un rôle d'activateur d'enzymes et interviennent dans la composition d'hormones et de vitamines (Crocco, 2017).

CHAPITRE II

LE METABOLISME ADAPTATIF CHEZ LES RUMINANTS DURANT LA GESTATION ET LACTATION

CHAPITRE II

LE METABOLISME ADAPTATIF CHEZ LES RUMINANTS DURANT LA GESTATION ET LACTATION

1. ADAPTATIONS DU METABOLISME ENERGETIQUE

Les besoins énergétiques correspondent à l'énergie utilisée quotidiennement par l'animal pour assurer ses fonctions vitales (besoin d'entretien) ainsi que pour assurer sa production. Au cours d'un cycle de production, il y a les besoins énergétiques d'entretien, de gestation et de lactation (Crocco, 2017).

Chez les ruminants, le glucose est une source indispensable d'énergie pour certains organes tels que le cerveau (Griffon, 2013). Alors que chez les femelles en fin de gestation ou en début de lactation, les besoins énergétiques augmentent et les femelles ont besoin de plus de glucose que l'alimentation ne peut en fournir. (Rémésy *et al.*, 1986 ; Bell, 1995; Sadjadian *et al.*, 2013), car ce glucose est indispensable pour l'unité fœto-placentaire et la mamelle pour la synthèse de lactose (Lean, *et al.*, 1992; Drackley, 2004).

De plus, l'unité fœto-placentaire à un mode de prélèvement du glucose sanguin indépendant de l'insuline, ce qui signifie que ses besoins sont incompressibles et prioritaires. Il en est de même pour la mamelle pour la synthèse de lactose (Drackley, 2004), mais la quantité de glucose directement absorbée est très faible, elle peut augmenter légèrement si la proportion de céréales avec de l'amidon (maïs) croît mais ce surplus reste de faible ampleur (Lean, *et al.*, 1992; Drackley, 2004).

Dans ces conditions, la disponibilité en glucose peut être un facteur limitant pour la croissance fœtale, la production laitière ou l'anabolisme corporel (Rémésy *et al.*, 1986). Une mobilisation du tissu adipeux va s'activer suite à ce manque d'énergie considéré comme un phénomène physiologique et normale, mais il y aura parfois une aggravation du déséquilibre entre les entrées (ingestion) et les sorties (production) (Griffon, 2013).

1.1. Pendant la gestation

1.1.1. Causes de déficit énergétique en gestation

1.1.1.1 Augmentation des besoins énergétiques

Avec la progression de la gestation, les fœtus et les produits de conception présentent une croissance exponentielle du poids et des besoins (Morand-Fehr et Sauvant, 1978). Ces derniers sont plus élevés dans les derniers jours de gestation à cause de la production des constituants du colostrum, de la libération de glucocorticoïdes qui accélère le métabolisme (Brandon, *et al.*, 1971), et aussi par une forte exportation de nutriments vers l'utérus, qui peut atteindre 30% à 50 % des métabolites (Bell, 1995).

Il a été aussi démontré qu'à la fin de gestation et quand le fœtus est dans sa croissance maximale s'installe un nouveau mécanisme de développement et renouvellement des tissus nobles de la glande mammaire qui fait augmenter aussi les dépenses énergétiques. Chez les petits ruminants, ce développement de la glande mammaire est proportionnel au nombre de fœtus (Boudebza, 2015).

Chez les brebis, le fœtus en fin de gestation consomme 30 à 40 g de glucose par jour alors qu'une brebis moyenne n'en transforme que 90 à 100 g /jour (Bezille, 1995; Rook, 2000; Lima *et al.*, 2012). Ce qui conduit à une évolution de besoin énergétique de 0,83 UFL vers six semaines avant la parturition à 1,45 UFL au moment de la mise-bas pour une brebis de 60 kg portant deux agneaux (Gadoud *et al.*, 1992).

Chez les bovins les besoins de gestation sont en fonction du poids attendu du veau à la naissance, ils sont estimés à partir de la croissance du fœtus en lipides et en protéines. Les poids de l'utérus, du fœtus et des enveloppes s'accroissent exponentiellement au cours de la gestation (Institut de l'élevage, 2014).

Il a été enregistré, au début de gestation, une valeur négligeable de (<1 UFL/j) comme besoin de gestation, mais cette valeur a tendance à augmenter vers le 9^{ème} mois de gestation pour atteindre des valeurs plus élevées selon le poids des veaux. Chez un veau de 40 kg ou 45kg ou 50 kg les valeurs enregistrées étaient respectivement 2,6 UFL; 3,1 UFL; 3,5 UFL (Institut de l'élevage, 2014).

1.1.1.2 Diminution de capacité d'ingestion

L'augmentation de l'espace occupé par le fœtus en parallèle avec l'avancement de gestation, limite la place disponible pour le rumen, la cavité abdominale n'étant pas extensible. Dans le cas des vaches par exemple, la capacité d'ingestion diminue significativement dans les trois semaines précédentes le vêlage et chute fortement dans les jours qui précèdent le part (Grummer, 1993). Cette chute d'ingestion peut atteindre 30% à savoir 50% (Goff *et al.*, 1997; Bobe *et al.*, 2004; Rousseau, 2013), dont 89% de cette diminution ont lieu lors de la dernière semaine de gestation, dans le même sens, et selon les travaux de Ingvarlsen et Andersen (2000), cette diminution commencerait dès 26 semaines avant vêlage, à raison de 1,5% par jour et ce jusqu'à trois semaines avant le vêlage.

Morand-Fehr et Sauvart, (1978) ont conclu que les chèvres Alpines, au cours des dernières semaines de gestation gagnent en moyenne 1,5 kg de poids vif par semaine, mais leur apport de MS reste constant, par conséquent, la consommation volontaire de matière sèche ou d'énergie, exprimée en poids vif, diminue à l'approche du vêlage.

Pour la brebis, la capacité d'ingestion a signalé une diminution pendant le dernier tiers de gestation et surtout durant les dernières semaines (trois semaines avant la parturition). Cette diminution a été remarquée en particulier chez les femelles portant plusieurs fœtus, chez les femelles grasses et aussi lorsque le régime alimentaire est composé d'une ration de faible concentration énergétique (Chilliard, 1987). Par conséquent, l'apparition d'un bilan énergétique négatif chez les brebis pendant les six à dix semaines autour du vêlage, suite à l'écart entre les apports énergétiques d'une part (évolution de l'ingestion volontaire) et les besoins d'une autre part de ces femelles gestantes (Broqua et Chartier, 1995).

Plus l'espace occupé par le fœtus qui fait diminuer la capacité d'ingestion. D'autres facteurs ont une influence sur la quantité de MS ingérée, ce qui provoque sa diminution, tels que :

- La note d'état corporel (NEC) : plus la NEC est élevée et moins la quantité de MSI sera importante
- La parité : une vache ingère une plus grande quantité de matière sèche qu'une génisse
- Le stress causé par l'approche du jour du vêlage est considéré comme un facteur majeur (Hayirli, *et al.*, 2002).

Selon Griffon (2013) cette baisse d'ingestion est une cause majeure du déficit énergétique de fin de gestation.

Il faut savoir qu'en plus de la baisse de la capacité d'ingestion, d'autres facteurs tendent à accentuer le déficit énergétique au cours des derniers jours de gestation, tels que les hormones de la reproduction (une forte hausse du taux d'œstrogène) (Grummer, 1993; Drackley, 2004), hormones de stress, leptine, insuline, peptides, cytokines, neuropeptides) (Ingvarsen et Andersen 2000), et même l'augmentation du cortisol qui stimule le métabolisme (Aubadie-Ladrix, 2011).

Ingvarsen et Andersen (2000) ont rapporté que l'augmentation de la concentration en œstrogène et la diminution conjointe en progestérone influencent directement sur la diminution de la quantité de matière sèche ingérée.

Face à cette situation, les besoins des animaux en nutriments pendant la gestation, doivent être récupérés et assurés par une augmentation volontaire de la quantité de nourriture ingérée (Bell, 1995), et une série d'adaptation métabolique (Vernon et *al.*, 1981).

Allaoua (2019) a rapporté que plusieurs auteurs ont signalé qu'un processeur métabolique est déclenché au cours de la gestation chez les ruminants, ce qui se traduit par une adaptation homéorétique qui s'installe en diminuant l'anabolisme du tissu adipeux, en augmentant la mobilisation des réserves corporelles surtout lipidiques et la néoglucogenèse hépatique et en diminuant l'utilisation du glucose par le tissu périphérique.

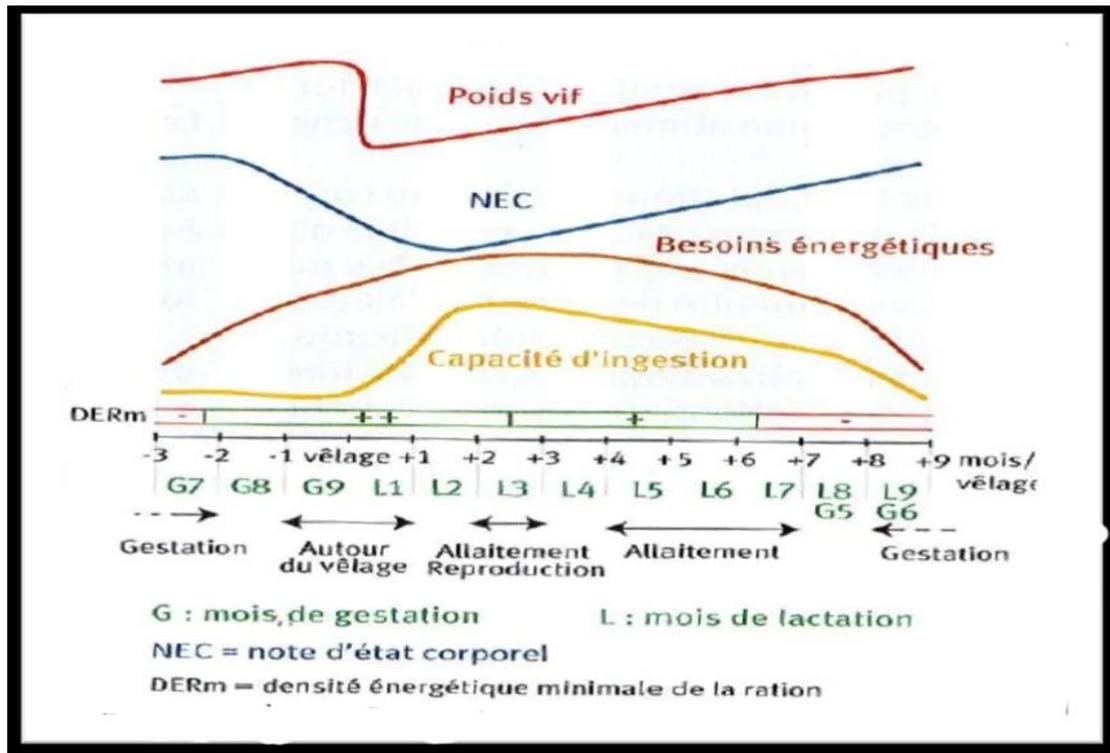


Figure 05. Capacité d'ingestion en fonction des besoins au cours d'un cycle de production et adaptation de la densité énergétique de la ration chez les bovins (Institut de l'élevage, 2014)

1.2. Pendant la lactation

Chez les ruminants, de nombreux dérèglements métaboliques apparaissent en début de lactation, entraînant un mécanisme « téléophorétiques » (Bauman et Curie, 1980), Ce qui a pour effet de diriger préférentiellement les flux de métabolites vers la glande mammaire (Chilliard *et al.*, 1987).

Selon Chilliard *et al.* (1983) la lipomobilisation est généralement variable selon :

- ❖ Le stade de lactation.
- ❖ Le niveau de production.
- ❖ Le niveau d'ingestion.

Chilliard *et al.* (1987) ont ajouté que chez la brebis, la lipomobilisation est aussi liée au nombre d'agneaux allaités et à l'état d'engraissement initial, ainsi qu'à la saison.

Il a été signalé que chez les vaches les besoins nutritionnels augmentent au début de lactation par rapport au prépartum (Salat, 2005). Cette augmentation est due à l'augmentation des besoins énergétiques de 10 à 20 %, permettant chez une vache allaitante une production

moyenne de 8 litres de lait, avec une consommation de 0,45 UFL par litre de lait produit (Institut de l'élevage, 2014).

Les besoins énergétiques sont doublés en quelques jours car la production lactée croît intensément (Drackley, 2004). En quatre jours après le vêlage, les besoins en énergie et en protéines métabolisables sont supérieurs d'environ 25 % aux apports (Salat, 2005), et continuent à augmenter jusqu'au pic de lactation vers la quatrième semaine après vêlage (Aubadie-Ladrix, 2011).

En outre, la mamelle doit utiliser 97 % de l'énergie consommée et 83 % des protéines métabolisables, laissant peu de nutriments disponibles pour couvrir les besoins d'entretien. (Drackley, 1999). Dans ce cas un bilan énergétique négatif est systématique en début de lactation et celui-ci dure plus ou moins longtemps selon la parité (De Vries *et al.*, 1999)

Dans ce cas les vaches mobilisent leurs réserves lipidiques et peuvent perdre 30 et 60 kg de graisse dans les trois premières semaines de lactation, provoquant une augmentation de la concentration sanguine en AGNE utilisés essentiellement par les muscles squelettiques laissant ainsi le glucose disponible pour le métabolisme fœtal et la synthèse de lactose (Salat 2005). En condition physiologique, une perte de 40 à 50 kilogrammes de poids vif permet de couvrir une production de 400 à 500 litres de lait (Enjalbert, 1998).

Dans le même sens, la lactation influence le métabolisme chez les petits ruminants (Allaoua, 2019). Chez la brebis, l'initiation de la lactation augmente la néoglucogenèse hépatique à partir du propionate de 60% et épargne le glucose en diminuant son oxydation et en favorisant l'utilisation d'autres composés pour satisfaire les besoins énergétiques (Wilson *et al.*, 1983).

Chez la brebis laitière, ce déficit énergétique se poursuit même jusqu'à deux mois après la mise bas (Gadoud *et al.*, 1992).

Alors que chez les chèvres une mobilisation de ces réserves, en particulier adipeuses, est intense pendant les 4 à 8 premières semaines de lactation selon les niveaux de production laitière et d'ingestion (Morand-Fhr et Sauvart, 1988).

Une réduction des utilisations d'acétate, des triglycérides et de glucose par le tissu adipeux, avec une entrée accrue de glycérol et AGNE dans la circulation sanguine ont été observées en début de lactation Chilliard (1987). Cette augmentation de la concentration en

AGNE indique un déficit énergétique, car les AGNE sont le reflet du degré de lipomobilisation (Adewuyi *et al.*, 2005).

Il a été rapporté par Chilliard (1987) que chez les ruminants, les tissus adipeux sous-cutanés semblent être plus rapidement sollicités que les tissus adipeux viscéraux et surtout intermusculaires.

Sauvant *et al.* (1991) ont signalé des modifications hormonales en début de lactation chez les ruminants tels que : l'hormone de croissance, le lactogène placentaire et l'insuline, suite à une mobilisation lipidique.

2. ADAPTATIONS DU METABOLISME PROTEIQUE

2.1. Pendant la gestation

Les déficits azotés survenant en début de gestation pénalisent la survie de l'embryon et le développement fœtal en raison d'une carence en acides aminés particuliers (cystéine, histidine) (Crocco, 2017). Alors qu'en fin de gestation ça augmenterait le risque de rétention placentaire et de repeat-breeding (Enjalbert, 1994).

Généralement, en fin de gestation les ruminants ont besoin de grande quantité en protéine, les animaux couvrent ces besoins élevés par une absorption apparente d'acides aminés plus importante, indiquant l'importance d'une bonne alimentation durant cette période critique pour résynthétiser ses protéines corporelles (El-Sherif et Assad, 2001).

De plus, une diminution de l'albumine et des globulines chez les brebis a été signalée, la diminution de l'albumine a été causée par l'hypocalcémie de fin de gestation (Sadjadian *et al.*, 2013), suite aux besoins du fœtus et à la préparation de la mamelle à la production de colostrum. Alors que la diminution des globulines est due aux passages des immunoglobulines dans le colostrum, en plus que le fœtus synthétise ses propres protéines par les acides aminés dérivant de la mère (El-Sharif et Assad, 2001).

La brebis pourrait s'adapter à l'augmentation des besoins azotés, en fin de gestation, par la diminution de l'excrétion rénale de l'urée, par la diminution de la filtration glomérulaire de l'urée ou par l'augmentation de sa réabsorption tubulaire (Ndibualonji *et al.*, 1998).

2.2. Pendant la lactation

La lactation des ruminants, à haut potentiel laitier, se traduit par des exportations de très grandes quantités de protéines dans le lait ; par conséquent une augmentation du flux total des acides aminés (Bryant et Smith, 1982; Grizard *et al.*, 1988).

Chez les petits ruminants, les flux de deux acides aminés (tyrosine et méthionine) sont environ 1,4 fois plus élevés en début de lactation qu'au tarissement. Suite à un métabolisme au niveau de la glande mammaire le flux d'acides aminés augmente. La quantité de certains acides aminés indispensables trouvée dans le lait correspondent presque exactement celle prélevée dans le sang par la glande mammaire (Grizard *et al.*, 1988).

Alors que, pour une vache laitière, de 700 kg de poids vif au pic de lactation, produit 40 litres du lait avec TP de 31g /kg a un besoin protéique de 2 376 g PDI/j, tandis qu'une vache allaitante de 700 kg de Poids vif au pic de lactation produit 8 litres avec TP de 33 g/kg a besoin de 854 g PDI/j (Crocco, 2017).

Masiek *et al.* (2007) ont rapporté qu'au cours de la lactation, la protéinémie est en fonction des changements de la globulinémie, alors que l'albuminémie semble être plus constante.

En outre, El-Sherif et Assad (2001) ont conclu que les protéines plasmatiques s'abaissent chez les brebis allaitantes, cette diminution est due à la chute des teneurs sanguines en globulines après trois semaines post-partum, comparativement aux brebis taris. Les globulines pourraient être utilisées pour la synthèse des protéines du lait (caséine) et des anticorps, tandis que l'albumine est maintenue à des concentrations élevées par rapport aux femelles tariées ou avec une légère diminution.

Face à cette situation au début de lactation, les ruminants installent un mécanisme d'adaptation qui privilégie le fonctionnement de la glande mammaire par un processus d'épargne de l'utilisation des acides aminés pour la synthèse protéique dans d'autres tissus et organes tels que la peau, la carcasse et certains muscles (Grizard *et al.*, 1988), dont les protéines de la carcasse semblent fournir plus des deux tiers des protéines mobilisées (Chilliard, 1999).

La réduction de la synthèse protéique dans quelques tissus des animaux en lactation pourrait représenter un mécanisme par lequel la quantité d'acides aminés mise à disposition des

cellules sécrétrices est améliorée à la suite d'une réduction de leur utilisation par les autres tissus (Bryant et Smith, 1982).

Selon Allaoua (2019) ce métabolisme protéique musculaire adaptatif a été peu étudié chez les ruminants.

Généralement la quantité de protéines mobilisées n'atteint au total que 8 kg pour une vache produisant 30 kg au pic de lactation (au lieu de 60 kg dans le cas des lipides), alors que c'est faible chez la brebis, mais peut dépasser 1kg en six semaines en cas de sous-alimentation azotée modérée. Elle tend à être plus faible chez les animaux dont le stock de protéines corporelles a été réduit par une sous-alimentation importante avant la mise bas (Chilliard, 1999).

Chez les chèvres en lactation, des études ont été menées par Riis (1988) et Champredon *et al.* (1990), ont rapporté qu'au début de lactation, des difficultés apparaissent pour répondre aux besoins des ruminants par manque d'ingestion et d'interaction énergétique et azotées dans le rumen, à ce stade l'animal installe un nouveau mécanisme en modulant le métabolisme musculaire de façon à préserver et/ou mobiliser les acides aminés au profit d'autres organes. (Chilliard, 1993).

Alors que les brebis pourraient s'adapter à l'augmentation des besoins azotés, durant la période du début de lactation par la diminution de l'excrétion de l'urée au niveau du rieu (Ndibualonji *et al.*, 1998).

Cette adaptation est associée à la diminution de la concentration plasmatique en urée chez la brebis allaitante, car les besoins en azote sont plus élevés au début de lactation que chez les brebis gestantes (Gunter *et al.*, 1990), toutefois elle pourrait être liée à l'augmentation du recyclage de l'urée vers le tractus digestif (Ndibualonji *et al.*, 1998).

3. ADAPTATIONS DU METABOLISME LIPIDIQUE

Comme les animaux ne peuvent en aucun cas couvrir tous les besoins de leur corps pendant les deux périodes critiques (fin de gestation et début de lactation), ils mobilisent les réserves de l'organisme. D'un point de vue quantitatif, la mobilisation des lipides est de loin la plus importante (Chilliard *et al.*, 1983 ; Chilliard, 1987), cette mobilisation dépend à la fois du niveau d'alimentation, du potentiel de production et de l'état des réserves corporelles (Boudebza, 2015).

3.1. Pendant la gestation

Le niveau de nutrition prépartum semble plus critique que le niveau post-partum (Holness, 1984). D'une manière générale, lors des périodes fastes d'alimentation, l'organisme animal met en réserve de l'énergie et certains éléments (réserves corporelles), surtout sous forme de graisses et de glycogène. En effet, l'hydrolyse d'un lipide libère plus d'énergie que celle d'un glucide ou d'une protéine. Ces graisses de réserve sont surtout sous-cutanées (appréciées à l'œil et par le maniement et transcrites par la note d'état corporel), un peu inter et intramusculaires (Meyer, 2009).

La brebis gravide normalement alimentée ne mobilise ses lipides corporels que pendant le dernier tiers de la gestation et lorsqu'elle porte plusieurs fœtus. Lorsqu'elle est sous-alimentée, elle peut toutefois mobiliser plus de 50 % de ses réserves lipidiques (Chilliard, 1987).

Il a été prouvé par Guesnet *et al.* (1991) que chez les brebis en début de gestation, l'insuline joue un rôle direct dans le métabolisme du tissu adipeux, il stimule la lipogénèse, mais suite à la progression de la gestation et à l'approche du vêlage les tissus perdent leur sensibilité à l'insuline, et il y a moins d'utilisation du glucose par les tissus et les muscles, et l'inhibition insulino-dépendante de la lipolyse diminue significativement ce qui se traduit par une concentration élevée en AGNE. Ces résultats sont signalés chez les brebis prolifiques ou fortes laitières, grasses ou sous alimentées et même si la brebis est correctement nourrie.

Généralement les brebis sont plus maigres en fin de gestation par rapport à celles non gestantes qui ont reçu le même apport alimentaire (Heaney et Lodge, 1975), en plus, les femelles qui portent 3 ou 4 fœtus perdent plus de lipides que celles qui n'en portent qu'un ou deux (Robinson *et al.*, 1978).

Nazifi *et al.* (2002a) a rapporté que la synthèse et la sécrétion des VLDL riche en triglycérides par le foie augmentent à la fin de gestation, car l'activité de la lipoprotéine lipase et de la lipase hépatique n'est pas changée. D'autre part, la diminution de l'activité de la lipoprotéine lipase des autres tissus y compris le tissu adipeux, vers la fin de la gestation pourrait être responsable de l'augmentation des VLDL- riche en triglycérides.

3.2. Pendant la lactation

Au début de lactation la lipogénèse et l'estérification des acides gras sont très réduites chez la vache et même inexistantes chez la brebis (Bell, 1995).

Chez la vache haute productrice, la diminution de l'action de l'insuline, l'augmentation d'hormone de croissance et une réponse exagérée au stress adrénérgique en début de lactation stimule la lipomobilisation (Bauman et Elliott, 1983; Chilliard, 1987).

Alors, que chez les brebis, en début de lactation, la lipomobilisation est fortement liée au nombre d'agneaux allaités ou au niveau de production laitière, au niveau alimentaire et à l'état d'engraissement initial des brebis, il a été enregistré une mobilisation d'environ 60 g de lipides par jour par des brebis qui produisent en moyenne 1,2 kg ou 2 kg de lait en deuxième semaine de lactation. Cependant, les brebis qui produisent moins de 0,5 kg de lait déposent de 10 à 50g d'équivalents lipides par jour au cours du premier mois de lactation (Chilliard, 1987).

Malgré le taux très faible des lipoprotéines (de chylomicrons et de VLDL) chez les ruminants, elles restent des sources très importantes des lipides pour les tissus extra-hépatiques, en particulier pendant la lactation, si bien que le taux extrêmement bas des VLDL chez la vache laitière ne serait pas dû à une synthèse ou à une sécrétion hépatique réduite, mais plutôt à une avidité exceptionnelle de la mamelle pour les triglycérides associés à cette fraction (Mazur et *al.*, 1987).

Généralement la synthèse et la sécrétion des lipoprotéines au cours de lactation se traduisent par un taux élevé de triglycérides synthétisés et sécrétés par le foie, essentiellement dans les lipoprotéines légères, fortement captées par la mamelle (Mazur et *al.*, 1987).

4. ADAPTATIONS DU METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE

Les minéraux sont indispensables aux fonctions vitales. La couverture des besoins des animaux est importante pour maintenir leur capacité de production (Crocco, 2017).

Pour couvrir ses besoins en minéraux en cas d'un déficit alimentaire ou dans les périodes caractérisées par une forte augmentation des besoins tel que la fin de gestation ou le début de lactation, l'animal installe divers mécanismes adaptatifs ; il peut aussi faire appel à ses réserves minérales (Allaoua, 2019).

Le calcium et le phosphore sont les minéraux les plus abondants dans l'organisme animal. Ils représentent environ 2% de la composition totale et sont principalement concentrés dans le tissu osseux (Payen, 1983)

Chez la brebis en fin de gestation et en début de lactation, la mobilisation représente 20% environ de minéraux du squelette (Barlet, 1985).

4.1. Pendant la gestation

L'organisme maternel a besoin d'une quantité plus importante de Ca et de P pendant la gestation. Les animaux tirant leur Ca et P de l'alimentation, l'apport en ces minéraux est donc lié à la quantité d'aliments ingérés (Djimrao, 1989). Car l'organisme est incapable de les fabriquer (Crocco, 2017).

Mais au cours des différentes étapes critiques de gestation (fécondation, implantation, développement de l'embryon puis sa croissance) une perturbation du métabolisme phosphocalcique apparaît. Cette perturbation aura des répercussions sur le niveau de prise alimentaire, l'absorption des nutriments et le niveau de régulation hormonale (Djimrao, 1989), qui provoquent la mortalité et les avortements (Djaalab, 2017).

L'accrétion insuffisante de calcium au début de la gestation peut conduire à une perte nette de calcium squelettique maternel plus tard dans la gestation et nettement au moment d'agnelage en raison de la croissance des fœtus et l'élaboration de leur squelette (Djimrao, 1989; Saeed *et al.*, 2009). Alors que, le phosphore est un composant essentiel de la vie microbienne : il garantit l'intégralité des structures cellulaires et autorise les principaux transferts énergétiques, de plus il est spécifiquement nécessaire à la dégradation des parois végétales et un manque de phosphore peut induire une diminution de la digestibilité et à la croissance (Meschy, 2010).

Il a été signalé que la diminution de l'absorption intestinale du calcium au moment d'agnelage est une conséquence de la baisse de l'appétit et la diminution de la résorption osseuse qui accompagne une sécrétion élevée des oestrogènes (Djimrao, 1989).

Selon Meschy (2010) une carence en calcium se traduit par des vêlages lents ainsi que des prolapsus de l'utérus et du vagin. Les besoins de gestation en phosphore sont de 2g/j à 6 mois et 5 g/j à 9 mois chez les bovins.

4.2. Pendant la lactation

Dans cette période, la mobilisation du calcium osseux ainsi que d'autres minéraux apparaît, car la quantité de calcium absorbée dans l'intestin ne peut couvrir les besoins quotidiens d'une femelle allaitante (Barlet, 1985).

Le taux sérique du calcium chute au début de lactation en raison de la concentration calcique importante du lait (Saeed *et al.*, 2009). Cette concentration a tendance à diminuer avec

la progression de la lactation et que la prolactine est impliquée comme une hormone qui stimule l'absorption intestinale de cet élément pendant la lactation (Mainoya, 1975).

Donc le métabolisme du calcium est également affecté par le début de la lactation et comme titre d'exemple, les besoins de la vache augmentent de plus de 400% à partir du jour de la parturition (Goff et Horst, 1997). Horst *et al.* (2005) rapportent que les mécanismes comprennent une libération accrue de l'hormone parathyroïdienne et la libération rénale de métabolites actifs de la vitamine D₃ pour soutenir l'absorption intestinale du calcium, réduire l'excrétion urinaire du calcium et la mobilisation du calcium des os.

Concernant le phosphore, Montiel (2007) rapporte qu'une carence en phosphore alimentaire peut perturber la production de lait, par exemple chez les vaches laitières la production du lait diminuait quand l'apport alimentaire en phosphore était réduit intentionnellement à un niveau plus bas que ce qui est requis, soit de 0,24 à 0,30% de matières sèches.

Les besoins en phosphore pendant la lactation chez les bovins sont de 0,9 g de phosphore absorbable et 1,25 g calcium absorbable par litre de lait (Meschy, 2010).

Partie II

Etude Expérimentale

MATERIEL

ET

METHODES

MATERIEL ET METHODES

Ce travail vise à analyser quelques paramètres biochimiques sanguins des femelles des ruminants élevées dans la région de Tiaret, afin de déterminer l'influence du statut gestatif, de la saison, de la parité et de l'âge sur le métabolisme biochimique, et ainsi obtenir des valeurs de références de ces espèces locales ou des autres espèces élevées dans notre région. Notre étude s'est déroulée de Décembre 2019 jusqu'à Janvier 2022.

1. Présentations des animaux

Dans la présente étude nous avons travaillé sur 416 femelles, dont 100 vaches, 166 brebis et 150 chèvres. Ces animaux appartenaient à différentes fermes dans la wilaya de Tiaret.

1.1. Bovins

Le Premier volet d'étude a porté sur un effectif composé de 100 vaches cliniquement saines, les animaux utilisés dans cette étude étaient en différents stades de gestation et de parité, avec un âge compris entre un et dix ans (Tableau 01).

Pour tous les animaux, la ration était distribuée en deux repas par jour, dont la composition variait selon le stade gestatif et la saison.

La quantité d'aliments distribués pour une vache était en moyenne de 1/2 de botte de foin et de 9,5 kg de concentré (VL/vache/J) en hiver, tandis qu'au printemps le foin était remplacé par la paille ainsi que le pâturage le matin.

Pour les vaches en début de lactation, une addition supplémentaire de 2 kg de concentré (VL/vache/J) était effectuée, l'abreuvement est collectif durant toute l'année.

Le diagnostic de gestation était réalisé par les vétérinaires des fermes, et la reproduction était effectuée par saillie naturel, ou l'induction des chaleurs après un retard en moyenne de 45 jours après le vêlage.

Tableau 01. Présentation globale de l'effectif des vaches étudiées :

Répartition de l'effectif		Nombre
Saison	Hiver	50
	Printemps	50
Etat gestatif	Vides	30
	Début de gestation	12
	Milieu de gestation	10
	Fin de gestation (dernier mois+ tarées)	20
	21±1 jours postpartum	14
	45±3 jours de lactation	14
	Parité	Nullipares	11
Primipares		10
Multipares		79
Age (an)	≤3	36
	] 3-6[	52
	≥6	12
Totale		100

1.2. Ovins

L'étude a porté sur un effectif composé de 166 brebis cliniquement saines, appartenant à plusieurs élevages. Les femelles étaient en différents stades de gestation et de parité, et avec un âge compris entre six et soixante-douze mois (Tableau 02).

Pour tous les animaux la ration était distribuée en deux repas par jour, et la quantité d'aliment distribué par jour était en moyenne d'une botte de foin pour 20 brebis et de 500 g d'orge par brebis en hiver, tandis qu'au printemps le foin est remplacé par le pâturage. L'abreuvement est collectif durant toute l'année.

Tableau 02. Présentation globale de l'effectif des brebis étudiées

Répartition de l'effectif		Nombre
Saison	Hiver	83
	Printemps	83
Etat gestatif	Vides	58
	Gestation (dernier mois)	55
	Postpartum (dans les 10 jours après la mise bas)	53
Parité	Nullipares	23
	Primipares	49
	Multipares	94
Age (mois)	≤24	45
	] 24-60[	51
	≥60	70
Totale		166

1.3. Caprins

L'étude a porté sur un effectif composé de 150 chèvres cliniquement saines de race croisée locale, appartenant à plusieurs élevages. Les animaux étaient en différents stades de gestation et de parité avec un âge compris entre six et soixante-douze mois (Tableau 03).

La ration est distribuée en deux repas par jour, dont la composition variait selon la saison. La quantité d'aliment distribué par jour était en moyenne d'une botte de foin pour 20 chèvres et de 500 g d'orge par chèvres en hiver, tandis qu'au printemps les chèvres bénéficient d'un pâturage seulement. L'abreuvement est collectif durant toute l'année.

Tableau 03. Présentation globale de l'effectif des chèvres étudiées

Répartition de l'effectif		Nombre
Saison	Hiver	75
	Printemps	75
Etat gestatif	Vides	50
	Gestation (dernier mois)	50
	Postpartum (dans les 21 jours après la mise bas)	50
Parité	Nullipares	23
	Primipares	38
	Multipares	89
Age (mois)	≤24	72
	] 24-60[	54
	≥60	24
Totale		150

2. Lieu de l'étude

Notre étude expérimentale a été menée dans différentes fermes de la région de Tiaret.

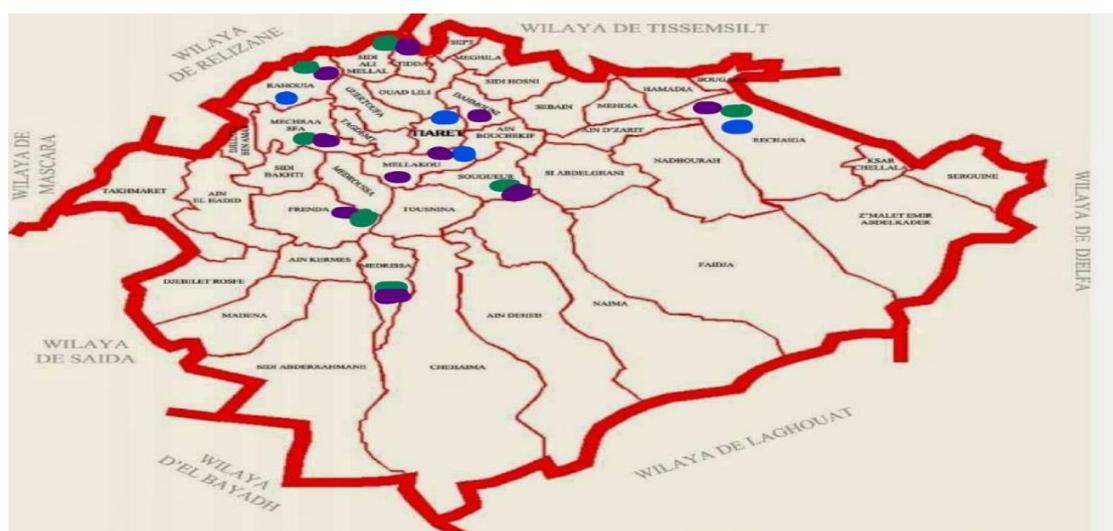


Figure 06. Localisation de la région d'étude. (Les points bleus indiquent la zone d'échantillonnage des vaches, les points verts indiquent la zone d'échantillonnage des brebis et les points violets indiquent la zone d'échantillonnage des chèvres)

3. Caractères climatiques de la région d'étude

La wilaya de Tiaret est une région caractérisée par un climat semi-aride à savoir un été chaud et sec par contre un hiver rigoureux (froid et humide), la moyenne thermique maximale (26 °C) est enregistrée au mois d'août et la moyenne minimale (6 °C), au mois de janvier. Le régime pluviométrique est irrégulier, ne dépassant pas souvent 450 mm d'eau par an en zone nord et inférieur à 300 mm/an en zone sud de Tiaret (Benahmed *et al.*, 2016).

Tableau 04. Caractéristiques climatiques durant la période expérimentale (ONM, 2021; ANRH, 2021)

	Année 2019		Année 2020		Année 2021	
	Température (°C)	Précipitation (mm)	Température (°C)	Précipitation (mm)	Température (°C)	Précipitation (mm)
Janvier	4,35	121,7	5,4	28,7	9	43
Février	5,66	22,3	9,5	0	13	16
Mars	8,94	4,9	10,3	51,5	12	33
Avril	11,15	68,1	13,2	100,3	16	21
Mai	16,15	20,5	19,1	18,5	22	26
Juin	23,47	0	22,1	0	27	18
Juillet	27,36	20,5	22,3	10,9	32	01
Aout	26,75	0	27,5	0	32	02
Septembre	21,75	70,8	21,1	20,6	28	09
Octobre	16	8,2	14,8	21,1	20	01
Novembre	9,13	119,3	12,2	26,4	11	27
Décembre	8,27	73,9	9,3	92,3	12	07
Moyenne	14,92	44,18	15,57	30,86	19,5	17

4. Prélèvements et techniques de dosage biochimique

Deux prises de sang ont été effectuées sur toutes les femelles par des ponctions de la veine jugulaire le matin avant la prise alimentaire à savoir : une prise en hiver et l'autre au printemps.

Le sang a été déposé dans des tubes héparinés (héparinate de lithium) afin de les transporter dans des conditions isothermes vers le laboratoire, où il a été centrifugé immédiatement à 3000 tours pendant 10 minutes, et les sérums ont été stockés dans des tubes et conservé à -20 °C jusqu'à l'analyse.

Les échantillons sanguins de chaque saison ont été analysés en termes de :

- Cholestérol total
- Triglycérides
- Urée
- Créatinine plasmatique
- Protéine totale
- Albumine
- Calcium
- Phosphore

Cependant, la concentration en globulines sériques a été calculée par la soustraction de la concentration sérique des protéines totales de celle de l'albumine qui sont mesurées par la méthode colorimétrique (Chorfi, 2004; Kowalczyk *et al.*, 2018).

Les tests biochimiques ont été réalisés à l'aide de kits commerciaux SPINREACT (Espagne) et les lectures ont été effectuées par un analyseur de biochimie «Beckman coulter» pour les vaches et les chèvres.

Tandis que, le Spectrophotomètre UV visible Optizen (model 2120 UV) a été utilisé pour le dosage de ces paramètres chez les brebis.

Les méthodes de dosage biochimique utilisées dans la présente étude sont énumérées dans le Tableau 05.

Tableau 05. Méthodes utilisées dans le dosage des paramètres biochimiques (Cozzi, 2011).

Paramètre	Méthode
Cholestérol total	Teste enzymatique colorimétrique (CHOD- PAP)
Triglycérides	Enzymatique : glycérol-3-phosphate oxydase (GPO)-PAP
Urée	Méthode de Berthelot (uréase)
Créatinine plasmatique	Méthode de Jaffe sans déprotéinisation
Protéines totales	Réaction de Biuret
Albumine	Méthode au vert de bromcrésol à l'albumine (BCG)
Calcium	Méthode Colorimétrique : complexone o-crésolphtaléine
Phosphore	Méthode Colorimétrique : Phosphomolybdate
Globuline	Paramètre calculé (Chorfi, 2004; Kowalczyk <i>et al.</i> , 2018)

5. Etude statistique

Pour chaque paramètre, les valeurs moyennes et l'écart type ont été déterminés, et une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS IMB © 20 et du test ANOVA1 a été réalisée pour déterminer l'influence des différents facteurs.

RESULTATS

ET

DISCUSSION

Premier volet

Variations de quelques
paramètres biochimiques chez
les vaches dans la région de
Tiaret

RESULTATS

A. PARAMETRES BIOCHIMIQUES GLOBAUX CHEZ LES VACHES

Tableau 06. Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques chez toutes les catégories de vaches.

Paramètres biochimiques	N	moyenne et écart type	Minimum	Maximum
Cholestérol (g/l)	100	1,11±0,28	0,58	2,36
Triglycérides (g/l)	100	0,17±0,06	0,04	0,42
Urée (g/l)	100	0,19±0,08	0,07	0,46
Créatinine (mg/l)	100	11,28±2,14	6,42	17,60
Protéines totales (g/l)	100	82,70±8,86	55	109
Albumine (g/l)	100	32,54±6,63	16	45
Globuline (g/l)	100	50,16±6,48	36	67
Calcium (mg/l)	100	86,14±8,82	54	111
Phosphore (mg/l)	100	62,31±11,41	30	111

Les données totales des 100 vaches étudiées sont regroupées dans le tableau ci-dessus. Dans la présente étude, la valeur minimale enregistrée pour le cholestérol était de 0,58 g/l, et la valeur maximale était de 2,36 g/l, tandis que la valeur moyenne était de 1,11±0,28 g/l, alors que les triglycérides avaient une valeur minimale de 0,04 g/l, une valeur maximale de 0,42 g/l et la valeur moyenne était de 0,17±0,06 g/l.

Concernant l'urée, nous avons enregistré une valeur moyenne de 0,19±0,08 g/l, une valeur minimale de 0,07 g/l et une valeur maximale de 0,46 g/l. Alors que la créatinine avait une valeur moyenne de 11,28 ± 2,14 mg/l, un minimum de 6,42 mg/l, et une valeur maximale de 17,60 mg/l.

Pour les protéines totales, l'albumine et les globulines, les valeurs moyennes enregistrées dans notre étude étaient respectivement de 82,70±8,86 g/l; 32,54±6,63 g/l; 50,16±6,48 g/l, alors que pour les minéraux nous avons enregistré des valeurs du calcium et phosphore respectivement de 86,14±8,82 mg/l et 62,31±11,41 mg/l.

B. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON LA SAISON

Tableau 07. Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon saison

Paramètres biochimiques	Saison		
	Hiver	Printemps	Total
	N= 50	N=50	N=100
Cholestérol (g/l)	1,12±0,31	1,11±0,25	1,11±0,28
Triglycérides (g/l)	0,16±0,06	0,19±0,06*	0,17±0,06
Urée (g/l)	0,20±0,09	0,18±0,06	0,19±0,08
Créatinine (mg/l)	10,92±2,41	11,65±1,79	11,28±2,14
Protéines totales (g/l)	80,96±8,98	84,45±8,47*	82,70±8,86
Albumine (g/l)	31,48±7,19	33,62±5,89	32,54±6,63
Globuline (g/l)	49,48±5,59	50,83±7,25	50,16±6,48
Calcium (mg/l)	86,72±8,84	85,56±10,01	86,14±8,82
Phosphore (mg/l)	62,28±11,76	62,33±11,17	62,31±11,41

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne

D'après nos résultats, la saison a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur les triglycérides et les protéines totales. La valeur moyenne des triglycérides la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée au printemps avec $0,19 \pm 0,06$ g/l et la plus basse en hiver avec $0,16 \pm 0,06$ g/l.

Dans notre travail, nous avons enregistré une valeur significativement ($p < 0,05$) élevée des protéines totales de $84,45 \pm 8,47$ g/l au printemps et une valeur basse de $80,96 \pm 8,98$ g/l en hiver.

C. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON L'ETAT GESTATIF

Tableau 08. Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon l'état gestatif

Paramètres biochimiques	Etat gestatif des vaches					
	Vides	Début de gestation	Milieu de gestation	Fin de gestation	Postpartum (21± 1j)	Lactation (45 ± 3j)
	N=30	N=12	N=10	N=20	N=14	N=14
Cholestérol (g/l)	1,14±0,24	1,19±0,42	1,13±0,12	0,94±0,14	1,10±0,35	1,25±0,31*
Triglycérides (g/l)	0,18±0,05	0,16±0,09	0,15±0,05	0,20±0,07*	0,13±0,04	0,17±0,04
Urée (g/l)	0,22±0,09	0,17±0,04	0,17±0,03	0,15±0,05	0,23±0,12*	0,20±0,04
Créatinine (mg/l)	10,86±1,82	11,69±3,00	11,81±0,93	12,52±2,51*	10,58±2,13	10,39±0,99
Protéines totales (g/l)	84,43±9,33	85,07±7,88	79,04±6,74	75,98±5,04	83,40±8,98	88,49±8,57*
Albumine (g/l)	33,90±6,58	30,41±7,02	33,71±3,29	31,28±5,50	30,06±6,93	37,79±5,83*
Globuline (g/l)	50,53±6,85	54,66±5,26*	45,33±4,14	44,70±4,64	53,34±5,46	50,70±7,20
Calcium (mg/l)	90,48±8,52*	82,27±7,04	81,41±5,28	85,87±8,56	83,84±11,00	86,33±7,80
Phosphore (mg/l)	64,82±11,59	68,74±19,20*	63,93±4,61	60,29±6,81	59,05±12,55	56,38±5,48

*Marque la différence significative ($p<0,05$) dans la même ligne

Le tableau ci-dessus montre que la valeur moyenne la plus basse, pour le cholestérol, a été enregistrée chez les vaches en fin de gestation avec $0,94\pm 0,14$ g/l, tandis que la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les vaches à 45 jours de lactation, avec $1,25 \pm 0,31$ g/l.

Le cholestérol en postpartum a été de $1,10\pm 0,35$ g/l, inférieur aux valeurs enregistrées chez les vaches vides et celles en début et milieu de gestation avec respectivement $1,14\pm 0,24$ g/l; $1,19\pm 0,42$ g/l et $1,13\pm 0,12$ g/l. Dans la présente étude, la valeur moyenne des triglycérides la plus élevée a été enregistrée chez les vaches en fin de gestation de $0,20 \pm 0,07$ g/l et la valeur la plus faible a été enregistrée en postpartum qui était de $0,13 \pm 0,04$ g/l.

Concernant les protéines totales, la valeur la plus élevée significative ($p<0,05$) était de $88,49\pm 8,57$ g/l enregistrée chez les vaches à 45 jours de lactation et la valeur la plus basse était de $75,98\pm 5,04$ g/l enregistrée chez les vaches en fin de gestation.

En ce qui concerne les minéraux, les résultats montrent que la valeur moyenne la plus élevée en calcium a été enregistrée chez les vaches vides avec $90,48\pm 8,52$ mg/l, et la valeur moyenne du phosphore la plus élevée significativement ($p<0,05$) était de $68,74\pm 19,20$ mg/l enregistrée chez les vaches en début de gestation.

D. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON LA PARITE

Tableau 09. Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon la parité

Paramètres biochimiques	La parité			
	Nullipares	Primipares	Multipares	Total
	N 11	N10	N79	N100
Cholestérol (g/l)	1,23±0,38	1,12±0,16	1,10±0,28	1,11±0,28
Triglycérides (g/l)	0,23±0,07*	0,17±0,06	0,16±0,06	0,17±0,06
Urée (g/l)	0,15±0,08	0,16±0,07	0,20±0,08*	0,19±0,08
Créatinine (mg/l)	11,84±1,82	12,67±2,71*	11,03±2,04	11,28±2,14
Protéines totales (g/l)	72,60±8,35	78,84±9,03	84,60±7,84*	82,70±8,86
Albumine (g/l)	25,89±8,21	27,80±8,49	34,07±5,22*	32,54±6,63
Globuline (g/l)	46,71±5,77	51,04±4,55	50,53±6,69	50,16±6,48
Calcium (mg/l)	98,46±8,39*	88,53±3,39	84,12±7,88	86,14±8,82
Phosphore (mg/l)	67,61±18,66*	64,87±4,74	59,99±9,11	62,31±11,41

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne

D'après nos résultats, les valeurs significativement les plus élevées de triglycérides, du calcium et du phosphore étaient respectivement de 0,23±0,07 g/l; 98,46±8,39 mg/l; 67,61±18,66 mg/l enregistrées chez les vaches nullipares. Alors, que les valeurs les plus basses pour les mêmes paramètres ont été enregistrées chez les vaches multipares avec 0,16±0,06 g/l; 84,12±7,88 mg/l; 59,99±9,11 mg/l respectivement.

Concernant l'urée, les protéines totales et l'albumine, leurs valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez les vaches multipares, qui étaient respectivement de 0,20±0,08 g/l; 84,60±7,84 g/l; 34,07±5,22 g/l, et les valeurs les plus faibles ont été enregistrées chez les vaches nullipares respectivement de 0,15±0,08 g/l; 72,60±8,35 g/l; 25,89±8,21 g/l.

Pour la créatinine, la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les primipares avec 12,67±2,71 mg/l, et la valeur la plus faible a été enregistrée chez les multipares avec 11,03±2,04 mg/l.

E. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON L'AGE

Tableau 10. Variations des paramètres biochimiques chez les vaches selon les tranches d'âge

Paramètres biochimiques	L'âge (an)			
	≤3	] 3-6[	≥6	Total
	N 36	N52	N12	N100
Cholestérol (g/l)	1,20±0,30*	1,10±0,27	0,90±0,14	1,11±0,28
Triglycérides (g/l)	0,18±0,06	0,18±0,06	0,15±0,06	0,17±0,06
Urée (g/l)	0,17±0,05	0,19±0,07	0,26±0,10*	0,19±0,08
Créatinine (mg/l)	10,99±2,01	11,24±2,04	12,32±2,74	11,28±2,14
Protéines totales (g/l)	78,80±8,55	83,82±7,97	89,59±8,49*	82,70±8,86
Albumine (g/l)	29,43±7,64	33,22±4,92	38,97±4,27*	32,54±6,63
Globuline (g/l)	49,37±5,93	50,60±6,93	50,62±6,36	50,16±6,48
Calcium (mg/l)	91,05±8,20*	85,50±6,53	74,19±7,23	86,14±8,82
Phosphore (mg/l)	67,07±13,69*	61,10±8,57	53,27±2,26	62,31±11,41

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne

D'après le tableau ci-dessus les concentrations du cholestérol, du calcium et du phosphore étaient élevées chez les vaches ayant un âge inférieur ou égale 3 ans avec $1,20 \pm 0,30$ g/l ; $91,05 \pm 8,20$ mg/l ; $67,07 \pm 13,69$ mg/l respectivement, alors que les valeurs basses étaient enregistrées chez les vaches ayant un âge supérieur à 6 ans avec $0,90 \pm 0,14$ g/l ; $74,19 \pm 7,23$ mg/l ; $53,27 \pm 2,26$ mg/l respectivement.

Dans ce travail, les concentrations de l'urée, des protéines totales et de l'albumine étaient élevées chez les vaches les plus âgées (âge supérieur à 6 ans) avec $0,26 \pm 0,10$ g/l ; $89,59 \pm 8,49$ g/l ; $38,97 \pm 4,27$ g/l respectivement, et basses chez les vaches les plus jeunes d'un âge inférieur ou égale 3 ans, respectivement de $0,17 \pm 0,05$ g/l ; $78,80 \pm 8,55$ g/l ; $29,43 \pm 7,64$ g/l.

DISCUSSION

Dans la présente étude, la valeur moyenne enregistrée pour le cholestérol chez les vaches étudiées se trouve dans la fourchette des normes rapportée par la bibliographie (Sawadogo *et al.*, 1991; Puls, 1989; Cuvelier *et al.*, 2005a; Kaneko *et al.*, 2008; Merck, 2011; Brscic *et al.*, 2015; Mapfumo *et al.*, 2017; Chacha *et al.*, 2018; Contiero *et al.*, 2018). Néanmoins, elle était inférieure aux normes décrites par Nakagawa et Katoh (1998), Cozzi *et al.* (2011) et De Vasconcelos *et al.* (2020) (voir annexe I).

Pour les triglycérides, la valeur moyenne enregistrée de toutes les vaches étudiées était de $0,17\pm 0,06$ g/l, ce qui est dans la fourchette des normes citée par Brscic *et al.* (2015) à savoir (0,08 - 0,49) g/l, mais elle est au-dessus des normes citées par Kaneko *et al.* (2008) et Cozzi *et al.* (2011), et au-dessous des celles de Nakagawa et Katoh (1998), Sevinç (2003), Cuvelier *et al.* (2005a) et De Vasconcelos *et al.* (2020).

Concernant l'urée, nous avons enregistré une valeur moyenne de $0,19\pm 0,08$ g/l, ce qui correspond aux valeurs rapportées par plusieurs auteurs (Puls, 1989; Merck, 2011; Brscic *et al.*, 2015; Contiero *et al.*, 2018; Chacha *et al.*, 2018; Kowalczyk *et al.*, 2018), cependant, elle est supérieure à celles décrites par Sawadogo *et al.* (1991) et Cozzi *et al.* (2011), et inférieure à celles rapportées par Kaneko *et al.* (2008) et De Vasconcelos *et al.* (2020) (voir annexe I).

Dans la présente étude, la créatinine avait une valeur moyenne égale à $11,28\pm 2,14$ mg/l, cette valeur se situe dans la fourchette des normes rapportée par Kaneko *et al.* (2008), Lorin *et al.* (2009) et Brscic *et al.* (2015) à savoir (10-20) mg/l, (10-15) mg/l et (6,82-16,59) mg/l respectivement, par contre elle est inférieure à celle enregistrée par De Vasconcelos *et al.* (2020) et supérieure à la valeur trouvée par Cozzi *et al.* (2011) à savoir $7,39\pm 1,06$ mg/l.

Pour les protéines totales, l'albumine et les globulines, les valeurs moyennes enregistrées dans notre étude étaient respectivement de $82,70\pm 8,86$ g/l; $32,54\pm 6,63$ g/l et $50,16\pm 6,48$ g/l. Ces valeurs moyennes sont similaires à celles de la littérature (Brscic *et al.*, 2015; Kowalczyk *et al.*, 2018 ; Contiero *et al.*, 2018).

En revanche, Alberghina *et al.* (2011) et De Vasconcelos *et al.* (2020) ont rapporté des valeurs de protéines totales inférieures à notre valeur à savoir $67,54\pm 11,53$ g/l et $77,3\pm 8,2$ g/l respectivement. Tandis que, Roy *et al.* (2010) ont rapporté des valeurs supérieures à notre valeur

à savoir $96,5 \pm 2,42$ g/l. Alors que, la valeur moyenne de l'albumine enregistrée dans la présente étude était supérieure à la valeur citée par Alberghina *et al.* (2011) à savoir $31,86 \pm 4,60$ g/l, et inférieure par rapport aux valeurs trouvées par Cozzi *et al.* (2011) et De Vasconcelos *et al.* (2020) à savoir (33 - 41) g/l et $50,7 \pm 6,8$ g/l. Tandis que, la valeur de globulines enregistrée dans ce travail a été supérieure aux normes indiquées par Moretti *et al.* (2017) et Vallejo-Timarán *et al.* (2020) à savoir (16 - 44,8) g/l et (15 - 45,5) g/l respectivement.

Dans notre travail, nous avons enregistré des valeurs du calcium et de phosphore respectivement de $86,14 \pm 8,82$ mg/l et $62,31 \pm 11,41$ mg/l, ce qui concorde avec les valeurs rapportées par Puls (1989), Merck (2011), Brscic *et al.* (2015), Moretti *et al.* (2017), Chacha *et al.* (2018), Contiero *et al.* (2018) et Vallejo-Timarán *et al.* (2020). Par contre Cozzi *et al.* (2011) et Bertoni et Trevisi (2013) ont enregistré des valeurs supérieures à nos valeurs.

A. VARIATIONS SELON LA SAISON

Yokus et cakir (2006) a suggéré que les variations saisonnières et physiologiques doivent être prises en considération pour l'interprétation correcte des paramètres biochimiques chez les bovins. De plus, le changement de la température ambiante, de l'humidité relative, du vent et des précipitations est reconnu comme un danger potentiel pour la croissance et la production du bétail (Dar *et al.*, 2019).

Les résultats de la présente étude montrent que la saison a une influence significative sur la concentration des triglycérides chez les vaches étudiées, avec une valeur moyenne significativement élevée ($p < 0,05$) au printemps et basse en hiver. Ce qui est similaire aux rapports de Piccione *et al.* (2012b) qui ont enregistré une valeur élevée de triglycérides le mois de Mai de $17,50 \pm 4,20$ mg/dl, et une valeur moyenne basse le mois de Décembre de $12,20 \pm 1,69$ mg/dl, l'augmentation des triglycérides au printemps a été expliquée par la coïncidence avec le mois de parturition dans leur expérience.

Dans notre étude, l'augmentation des triglycérides au printemps, pourrait être expliquée par l'amélioration de la ration à savoir, la qualité et la quantité de l'herbe disponible au printemps par rapport à l'hiver, ce qui est confirmé par Dar *et al.* (2019) qui suggèrent que les triglycérides augmentent en raison d'une meilleure disponibilité alimentaire et d'une prise alimentaire volontaire.

En outre, Courtet Leymarios (2010) rapporte que les teneurs en acides gras de l'herbe sont plus importantes au début du printemps et à la fin de l'automne que pendant les autres saisons, et la proportion en C18:3 des acides gras totaux est maximale pendant cette même période en raison de la plus grande proportion de feuilles, et que l'acide α -linoléique (C18:3 n-3), est le composé le plus variable dans les pâtures, sa teneur est maximale au printemps. Sachant que les acides gras majoritaires de l'herbe sont le C18:3- ω 3, le C18:2- ω 6 et l'acide palmitique (C16:0) qui représentent respectivement 41%, 19% et 24 % des acides gras totaux de l'herbe, et que les triglycérides riches en acides gras insaturés : acide α -linoléique (C18:3- ω 3), acide linoléique (C18:2- ω 6) et acide oléique (C18:1- ω 9) (Meynadier *et al.*, 2019). Donc par conséquent une augmentation du taux des triglycérides plasmatiques.

Cerutti *et al.* (2018) ont rapporté que les triglycérides diminuaient au printemps et augmentaient en hiver sans aucune différence significative et que ce changement est lié au stade gestatif des vaches et non à l'effet de la saison, ce qui diffère de nos résultats. De même, Abeni *et al.* (2007) ont rapporté que les triglycérides diminuaient légèrement suite à l'augmentation de l'utilisation des lipides par les tissus périphériques à cause de l'augmentation de la température.

Les résultats de la présente étude montrent aussi une influence significative de la saison sur les protéines totales chez les vaches, avec une valeur moyenne élevée au printemps et basse en hiver. Nos résultats sont similaires à ceux de Mazzullo *et al.* (2014) à savoir $6,83 \pm 0,44$ g/dl en hiver et $7,27 \pm 0,92$ g/dl au printemps, et aussi à ceux de Yokus et Cakir (2006) chez les vaches gestantes et vides. Dans le même sens, Nikhil *et al.* (2018) ont enregistré les mêmes résultats chez des génisses croisées sous les tropiques chauds et humides.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Calamari *et al.* (2018), Cerutti *et al.* (2018) et Važić *et al.* (2020) qui ont enregistré des valeurs élevées en hiver et faibles au printemps sans aucune différence significative avec $5,99$ mmol/l, $70,92 \pm 2,47$ g/l et $81,82$ g/l respectivement en hiver, et $5,65$ mmol/l, $67,12 \pm 2,07$ g/l et $81,75$ g/l respectivement au printemps.

Selon Mapfumo *et al.* (2017), des concentrations de protéines totales plus élevées chez les vaches indiquent qu'elles sont soit adaptées à leur environnement, soit qu'elles ont des besoins métaboliques inférieurs en rapport avec la qualité d'aliments de pâturage.

De plus, Dar *et al.* (2019) ont signalé que la disponibilité des aliments et du fourrage affecte indirectement l'état nutritionnel et du métabolisme des vaches par conséquent influence

le niveau de la concentration sérique de protéines totales dans le sang, moins de stress environnemental et une bonne disponibilité du fourrage augmentent la concentration sérique de protéines totales chez les animaux.

B. VARIATIONS SELON L'ETAT GESTATIF

Selon nos résultats, des différences significatives ($p < 0,05$) ont été enregistrées dans tous les paramètres biochimiques sanguins étudiées. Nous avons remarqué que la valeur la plus basse en cholestérol a été enregistrée chez les vaches en fin de gestation puis elle a augmenté avec la progression de la lactation pour atteindre la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) à 45 jours de lactation avec $1,25 \pm 0,31$ g/l.

Nos résultats sont similaires à ceux de Isler (2007) qui ont enregistré des valeurs moyennes de cholestérol basses dans les six semaines qui précèdent la parturition, puis une augmentation dès la mise-bas, et aussi à ceux de Pysera et Opalka (2000), Turk *et al.* (2005) et Mohebbi-Fani *et al.* (2006) qui ont montré que la cholestérolémie diminue pendant la dernière période de gestation. Et dans le même sens, Van Den Top *et al.* (1996) ont rapporté une concentration du cholestérol plus basse avant le vêlage, qui avait tendance à augmenter jusqu'à un pic à trois semaines de lactation.

De même, nos résultats sont similaires à ceux de Đoković *et al.* (2012), Bertoni et Trevisi (2013) et Kessler *et al.* (2014) qui ont constaté que la concentration de cholestérol était faible au tarissement et élevée en postpartum. Cette diminution du cholestérol en fin de gestation a été liée aux besoins accrus en cholestérol par les glandes productrices d'hormones stéroïdes de la mère (Pysera et Opalka, 2000), et l'accroissement des besoins du fœtus (Turk *et al.*, 2005).

Par contre, Rémond *et al.* (1973), Ghazlane *et al.* (2017) et Paiano *et al.* (2021) ont rapporté que le cholestérol était élevé en fin de gestation et faible en postpartum. De même, Piccione *et al.* (2012a) et Basiri *et al.* (2013) ont rapporté que le cholestérol était élevé en fin de gestation et faible en postpartum mais sans aucune différence significative.

Cependant, l'augmentation progressive de cholestérol au cours de la lactation enregistrée dans la présente étude concorde avec les rapports de Rowlands *et al.* (1980), Mohebbi-Fani *et al.* (2006), Bionaz *et al.* (2007), Isler (2007), Oniła et Colibar (2009), Cozzi *et al.* (2011), Piccione *et al.* (2012a), Coroian *et al.* (2017), Ghazlane *et al.* (2017) et Chacha *et al.* (2018).

Coroian *et al.* (2017) ont noté que le cholestérol présentait une valeur moyenne très faible le troisième jour postpartum par rapport au septième jour. En outre, Isler (2007) a noté que le cholestérol augmentait jusqu'à 4,98 mmol/l à 6 semaines postpartum.

Dans le même sens, Oniła et Colibar (2009) ont enregistré une valeur basse de cholestérol sanguin chez les vaches de 5-6 jours postpartum, augmentée chez les vaches de 20-21 jours postpartum et élevée chez les vaches de 40-41 jours postpartum respectivement, et ils ont rapporté que le cholestérol a un rôle dans la mobilisation des acides gras qui participent dans la synthèse des lipides du lait, et l'augmentation dans la période d'allaitement est normale car le catabolisme des lipides est intensifié par rapport aux périodes hors allaitement.

D'autres auteurs ont suggéré que l'augmentation de la concentration du cholestérol au cours de progression de lactation, pourrait être due, soit à une mobilisation des réserves lipidiques (Ghozlane *et al.*, 2017), soit liée à l'augmentation de la synthèse plasmatique des lipoprotéines (Mohebbi-Fani *et al.*, 2006; Bionaz *et al.*, 2007; Bertoni *et al.*, 2008; Cozzi *et al.*, 2011; Garcia *et al.*, 2011).

Chacha *et al.* (2018) ont expliqué que l'augmentation de la concentration sanguine de cholestérol pendant la lactation peut être considérée comme physiologique chez les vaches laitières, d'une part elle est due, soit à la suite de la mobilisation des lipides causée par le glucagon ou à une élévation de la synthèse de lipoprotéines plasmatiques, et d'autre part à une plus grande énergie demandée que celle fournie par le régime offert.

En revanche, certains auteurs ont suggéré que les changements du cholestérol au cours du péripartum sont indépendants de l'état physiologique (Reist *et al.*, 2002), et que la concentration du cholestérol est positivement corrélée avec le bilan énergétique et que cette concentration peut augmenter quelle que soit la phase physiologique de la vache, après restriction énergétique. En outre, Ozpinar *et al.* (1995) ont suggéré que l'alimentation, l'âge, le sexe, la race, la saison, les maladies hépatiques et des voies biliaires sont des facteurs qui modifient les taux de cholestérol chez les vaches.

Concernant les triglycérides, les résultats signalés dans la présente étude indiquent que la valeur moyenne significativement ($p < 0,05$) la plus élevée a été enregistrée chez les vaches en fin de gestation par rapport aux vaches en postpartum, suivie par une progression au cours de la lactation, ce qui est semblable aux rapports de Rémond *et al.* (1973), Piccione *et al.* (2012a), Basiri *et al.* (2013) et Hallouz (2019).

De même, plusieurs d'autres auteurs Pysera et Opalka (2000), Van den Top *et al.* (2005), Turk *et al.* (2005), Mohebbi-Fani *et al.* (2006), Seifi *et al.* (2007), Mohebbi-Fani *et al.* (2009), Kessler *et al.* (2014) et Cui *et al.* (2019) ont rapporté que les triglycérides étaient faibles après la parturition par rapport au tarissement.

Hallouz (2019) a enregistré chez les vaches laitières de race Prim Holstein dans la région de Tiaret, une valeur moyenne de $0,18 \pm 0,07$ g/l au tarissement et $0,082 \pm 0,03$ g/l dans les 24 heures suivant la mise-bas, puis la concentration sanguine des triglycérides augmente légèrement pour atteindre la valeur de $0,09 \pm 0,03$ g/l à 30 jours postpartum ce qui est similaire à nos résultats.

Alors que, Djoković *et al.* (2010) ont constaté que les triglycérides sont élevés en fin de gestation (entre 4 et 1 jour avant la parturition) par rapport au postpartum, soit pour les vaches saines ou les vaches qui présentent une cétose.

Cette augmentation des triglycérides en fin de gestation a été expliquée par plusieurs auteurs (Busato *et al.*, 2002; Roche *et al.*, 2009; Piccione *et al.*, 2012a), qui ont rapporté que chez les vaches en péripartum, une modification apparaît sur les profils endocriniens, la lipolyse et la lipogenèse sont adaptées dans le sens d'augmenter les réserves lipidiques pendant la gestation, alors qu'après la parturition et en début de lactation les vaches utilisent ces réserves, ce qui explique la faible concentration des triglycérides en postpartum.

De plus, pendant la gestation, il a été observé chez diverses espèces une diminution de l'activité de la lipoprotéine lipase qui peut également conduire à une hypertriglycémie (Knopp *et al.*, 1986).

Dans le même sens, Marcos *et al.* (1990) ont rapporté que ce changement de taux des triglycérides par une concentration plus élevée chez les vaches au tarissement est très probablement dû à la diminution de leur catabolisme ou à leur surproduction, l'absorption des triglycérides par la glande mammaire pour la formation des matières grasses du lait pendant la lactation et qui est arrêtée pendant le tarissement (Grummer, 1993).

D'autre part, pendant le tarissement, la glande mammaire cesse également d'absorber la majeure partie de l'acétate, dérivé du rumen, nécessaire à la synthèse des matières grasses du lait pendant la lactation (Hanson et Ballard, 1967). Ainsi, chez les vaches tarées, l'acétate est principalement absorbé par le foie, ce qui entraîne une augmentation de la synthèse hépatique des triglycérides (Turk *et al.*, 2005).

Dans notre étude, la diminution de la concentration de triglycérides enregistrée en début de lactation, chez les vaches, pourrait être due à leur utilisation accrue par la glande mammaire (Cuvelier *et al.*, 2005a). Sachant que la matière grasse du lait est fréquemment quantifiée par le taux butyrique, qui se compose à 98 % de triglycérides, le reste étant représenté par des phospholipides participant à la structure lipoprotéique de la membrane des globules gras (Hanzen, 2010).

Cependant, Kessler *et al.* (2014) ont rapporté que les principaux lipides de la molécule de VLDL sont les triglycérides, et un faible taux des triglycérides et des VLDL postpartum pourrait également être dû à la capacité limitée du foie à exporter les triglycérides sous forme de VLDL lorsque les AGNE sont réestérifiés dans le foie. Par conséquent les triglycérides s'accumulent dans le foie, ce qui se traduit par une stéatose hépatique.

Mazur *et al.* (2009) ont suggéré que la sécrétion des triglycérides chez les ruminants est limitée lors d'un déficit énergétique et d'une lipomobilisation accrue. Ce qui a été fortement confirmé dans nos résultats par une augmentation du taux de cholestérol dans cette période.

Dans notre travail, nous avons aussi enregistré une augmentation des triglycérides au cours de la progression de la lactation, nos résultats sont similaires à ceux de Ghoulane *et al.* (2017) qui ont rapporté que les triglycérides plasmatiques ont tendance à augmenter au fur et à mesure avec la progression de la lactation.

Ghoulane *et al.* (2017) et Kouamo *et al.* (2011) ont signalé que l'élévation de la concentration des triglycérides avec la progression de la lactation chez les vaches laitières affirme un déficit énergétique en début de lactation dû à une mobilisation des réserves lipidiques.

Concernant la concentration de l'urée, nous avons enregistré une valeur moyenne significativement ($p < 0,05$) élevée chez les vaches en postpartum et la valeur la plus faible chez les vaches en fin de gestation. Ceci est cohérent avec les résultats obtenus par Piccione *et al.* (2012a), Bertone et Trevisi (2013) et Basiri *et al.* (2013).

Bertone et Trevisi (2013) ont constaté que la concentration de l'urée était faible dans le dernier tiers de gestation par rapport au postpartum et au cours de lactation. Alors que, Basiri *et al.* (2013) ont signalé que l'urée était élevée une semaine après la parturition et basse une semaine avant la parturition sans aucune différence significative.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Ghanem *et al.* (2012), Chacha *et al.* (2018), Cui *et al.* (2019) et Paiano *et al.* (2021) qui ont signalé une augmentation au tarissement par rapport au début de lactation (Chacha *et al.*, 2018) chez les vaches primipares, et une augmentation de l'urémie avec l'avancement de la gestation et même après la mise bas (Ghanem *et al.*, 2012).

En revanche, Paiano *et al.* (2021) ont rapporté que la concentration plasmatique de l'urée diminue à l'approche du vêlage et même juste après la parturition chez les vaches saines et celles qui présentent une métrite. Alors que, Cui *et al.* (2019) ont signalé une concentration élevée le jour de la parturition diminue par la suite.

La concentration de l'urée dans le sang est un indicateur du statut Protéique d'un régime alimentaire, de plus une urémie élevée indique que l'apport alimentaire est élevé en protéines ou une mobilisation excessive à partir des muscles (Chimonyo *et al.*, 2002).

Certains auteurs ont suggéré que l'augmentation de l'urée en période de lactation par rapport à la fin de la gestation, était strictement dépendante de l'apport alimentaire en matière protéique et très pertinent pendant la lactation en raison des besoins accrus (Roubies *et al.*, 2006; Piccione *et al.*, 2012a).

En effet, nous pouvons expliquer l'augmentation de l'urée en postpartum par rapport aux autres stades physiologique par le recyclage accru de l'urée par le rumen a fin de synthétiser les protéines sériques nécessaires à la lactation. Selon kaneko *et al.* (1997), la détoxification de plus grandes quantités d'ammoniac dans le foie suite à une forte absorption dans le rumen forme l'urée, qui compensera par la suite la faible concentration des protéines sériques en postpartum. Cette constatation a été clairement observée dans nos résultats par l'augmentation des protéines totales en postpartum et à 45 jours de lactation par rapport à la fin de gestation.

Les résultats de notre travail montrent que la créatinine augmente avec l'avancement de gestation. Nous avons enregistré des valeurs croissantes du début de gestation et jusqu'à la fin de la gestation, alors que la valeur la plus basse a été enregistrée à 45 jours de lactation avec $10,39 \pm 0,99$ mg/l.

Nos résultats sont similaires à ceux de Cui *et al.* (2019) qui ont enregistré une augmentation de la créatinine entre le 7^{ème} jour avant la parturition et le jour de la parturition suivi par une diminution jusqu'à la valeur la plus basse à 30 jours postpartum.

Par contre, Paiano *et al.* (2021) ont signalé des valeurs décroissantes à l'approche de la parturition et même quelques heures après, chez les vaches saines et les vaches ayant une métrite, mais ces valeurs moyennes étaient élevées chez les vaches en fin de gestation par rapport à celles en postpartum.

Piccione *et al.* (2012a) ont remarqué que la créatinine a tendance à augmenter avec l'avancement de la gestation et cela est attribué à l'élévation de l'activité accrue des voies de mobilisation d'une part et au développement de la musculature fœtale d'autre part. De même, Braun et Lefebvre (2008) rapportent que l'élévation de la créatinine, autour du vêlage, pourrait être due à l'augmentation du catabolisme musculaire associée à la réduction de l'apport alimentaire à cette période.

La diminution de la créatinine avec l'avancement de la lactation, enregistrée dans la présente étude a été constatée par Piccione *et al.* (2012a) qui ont noté des valeurs décroissantes dès le début de lactation jusqu'à la fin de lactation, et ont rapporté que cette diminution pourrait être due à la diminution de la masse musculaire suite à une mobilisation des réserves protéiques corporelle.

Concernant les protéines totales, nos résultats montrent que le statut gestatif a une influence significative sur les protéines totales, et la valeur significativement ($p < 0,05$) la plus élevée a été enregistrée chez les vaches à 45 jours de lactation et la valeur la plus basse a été enregistrée chez les vaches en fin de gestation (tableau 08).

Nos résultats sont similaires à ceux de Piccione *et al.* (2012a) et Hallouz (2019) qui ont noté des taux de protéines totales élevés chez les vaches en lactation par rapport au tarissement, et différents de ceux de Rémond *et al.* (1973), Mir *et al.* (2008) et Basiri *et al.* (2013). Cependant, Sarker *et al.* (2015) ont rapporté que le statut gestatif n'a aucune influence significative sur le niveau des protéines totales.

Rémond *et al.* (1973) ont rapporté que les protéines totales ont tendance à diminuer à l'approche du vêlage, et même après la parturition, ce qui est en contradiction avec nos résultats, car nous avons noté une élévation de cette valeur en postpartum.

Par contre, Basiri *et al.* (2013) ont rapporté que les protéines totales sont élevées une semaine avant la parturition et basse une semaine après la parturition sans aucune différence significative.

Alors que, Mir *et al.* (2008) ont noté que la concentration des protéines totales sériques était élevée chez les vaches en fin de gestation et faible chez les vaches au début de lactation et aux vaches aux différents stades gestatifs.

Dans notre travail, la diminution de la concentration des protéines totales en fin de gestation chez les vaches, a été expliquée par plusieurs auteurs. Par les besoins nutritionnels élevés du placenta et du fœtus en croissance durant cette période critique, d'une part (Bell, 1995; Yokus et Cakir, 2006; Hoffmann et Solter, 2008; Ghanem *et al.*, 2012) et suite au transfert des molécules d'albumine, des immunoglobulines et des acides aminés du sang pour la synthèse du colostrum par la glande mammaire, d'autre part (Hoffmann et Solter, 2008; Braun *et al.*, 2010). Cette dernière interprétation est clairement confirmée par nos résultats.

L'augmentation des protéines totales après la parturition et au cours de progression de la lactation, enregistrée dans notre travail, a été aussi rapportée par d'autres auteurs Oniła et Colibar (2009), Piccione *et al.* (2012a) et Coroian *et al.* (2017).

En plus du recyclage de l'urée en début de lactation pour compenser les besoins en protéines sérique, cette augmentation peut être aussi expliquée par l'augmentation de la quantité d'aliment concentré consommé, généralement associée à une baisse des niveaux de fibres et des niveaux plus élevés d'amidon, provoque la synthèse accrue de l'acide propionique dans le rumen (Bannink *et al.*, 2006; Heck *et al.*, 2009). Par conséquent, une augmentation des protéines microbiennes va maintenir le taux de protéines sériques, sachant que dans cette période le rumen commence à récupérer son volume, et le niveau d'ingestion des aliments augmente par rapport à la fin de gestation.

En outre, Mohri *et al.* (2007) ont montré que la production du lait et des immunoglobulines par les mamelles exige une augmentation des protéines totales au début de lactation, tandis que, Hagawane *et al.* (2009) ont indiqué que les réponses immunitaires dans les cas des processus infectieux chez les femelles en postpartum (mammites, métrite ...) peuvent aussi provoquer une augmentation de la concentration des protéines totales.

Dans notre travail, nous avons constaté que la concentration de l'albumine a régressé après la parturition puis elle a augmenté avec la progression de la lactation. Par ailleurs, la valeur moyenne de l'albumine la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les vaches à 45 jours de lactation avec $37,79 \pm 5,83$ g/l. Alors que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les vaches en postpartum après une chute par rapport à la fin de gestation, ce qui

est similaire aux rapports de Bertoni et Trevisi (2013), et différent de ceux de Piccione *et al.* (2012a) qui ont enregistré la valeur la plus élevée chez les vaches en postpartum par rapport aux autres stades étudiés (fin de gestation, différentes période de la lactation et au tarissement).

L'augmentation de l'albumine avec la progression de la lactation qui a été clairement observée dans nos résultats, est similaire aux rapports d'Oniła et Colibar (2009) et Coroian *et al.* (2017), et aussi de Chacha *et al.* (2018) chez les vaches primipares.

Par contre, Roubies *et al.* (2006) ont enregistré une diminution de la concentration d'albumine au cours de la lactation, ce qui est en contradiction avec nos résultats.

Cette augmentation de l'albumine avec la progression de la lactation, peut être due à la quantité et la qualité d'aliment ingéré par les vaches suite à l'amélioration de leur capacité d'ingestion, car en plus d'une augmentation de la quantité des concentrés distribués, les taux d'acides aminés augmentent et provoquent par conséquence une bonne synthèse d'albumine (Moorby *et al.*, 2000).

Alors que, la diminution de l'albumine autour du vêlage (fin de gestation et postpartum) qui a été enregistrée dans la présente étude a été expliquée par plusieurs auteurs. Capuco *et al.* (1997) ont rapporté que les diminutions de la concentration d'albumine plasmatique au cours dernières semaines du tarissement indiquent une répartition des protéines vers des processus tels que la prolifération du tissu mammaire et le début de l'activité sécrétoire mammaire, qui se produisent entre 3 et 5 semaines avant l'accouchement. Dans le même sens, Braun *et al.* (2010) ont signalé que cette diminution des protéines totales peut s'expliquer par l'utilisation de l'albumine par la mamelle pour la synthèse du lait.

Dans la présente étude, l'état gestatif a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur le niveau des globulines, la valeur moyenne la plus élevée a été enregistrée chez les vaches en début de gestation avec $54,66 \pm 5,26$ g/l et la plus faible en fin de gestation avec $44,70 \pm 4,64$ g/l.

D'après nos résultats, nous avons constaté que la concentration des globulines était très variable au cours des différents stades gestatifs, elle était faible chez les vaches vides puis élevée au début de gestation, puis elle a régressé jusqu'à la valeur la plus basse en fin de gestation, mais cette concentration a augmenté de nouveau en postpartum, tandis que, pendant le 45^e jour de lactation nous avons enregistré une nouvelle diminution.

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Yokus et cakil (2006) qui ont enregistré une valeur élevée au début de gestation à savoir $3,72 \pm 0,52$ mg/dl, et faible au milieu de gestation à savoir $3,68 \pm 0,7$ mg/dl, et basse à la fin de gestation à savoir $3,56 \pm 0,47$ mg/dl. Ce qui est cohérent avec nos résultats, mais par la suite ils ont enregistré une valeur faible au début de lactation ce qui contraste avec nos résultats avec $3,31 \pm 0,51$ mg/dl.

Au contraire, Chorfi (2004) a constaté que la concentration des globulines était élevée au tarissement par rapport à la lactation sans aucune différence significative.

L'augmentation des globulines en début de gestation enregistrée dans la présente étude, peut être expliquée par la faible concentration d'albumine et plus élevée du phosphore enregistrée à ce stade. Selon Harrus *et al.* (1999) et Kaysen, (1993), l'effet d'une diminution de l'albumine ou d'une pression oncotique plus faible, augmente la production ou diminue le catabolisme des globulines sériques, de plus, des valeurs du phosphore sérique plus élevées sont en corrélation avec des taux des globulines sériques élevés.

Alors que, la diminution des globulines en fin de gestation par rapport aux autres stades étudiés, est due au transfert des molécules d'albumine, des immunoglobulines et des acides aminés du sang pour la synthèse du colostrum par la glande mammaire (Braun *et al.*, 2010).

Par ailleurs, l'augmentation en postpartum pourrait être expliquée, soit par la concentration élevée en protéines dans une ration et par conséquent un taux élevé en immunoglobulines (Piccione *et al.*, 2009) soit par une augmentation des protéines totales sériques, suite à des réponses immunitaires contre les maladies postpartum (Hagawane *et al.*, 2009).

Les macrominéraux jouent un rôle important dans la régulation des fonctions physiologiques, pendant la gestation et l'allaitement. Tous les animaux ont besoin de minéraux pour la croissance, la reproduction et la lactation, où ils servent de partie structurelle ou de composantes des enzymes et régulent de nombreuses réactions chimiques dans le corps (Ahmed *et al.*, 2000 ; Krajničakova *et al.*, 2003).

Dans notre étude, La valeur moyenne significativement ($p < 0,05$) la plus élevée de calcium a été enregistrée chez les vaches vides avec $90,48 \pm 8,52$ mg/l par rapport à celles des vaches gestantes, postpartum et à 45 jours de lactation. Nos résultats sont similaires à ceux d'Otto *et al.* (2000) et Ghanem *et al.* (2012). En revanche, Yokus et Cakil (2006) et Kouamo *et al.*

(2011) ont enregistré des valeurs élevées chez les vaches gestantes et faibles chez les vaches non gestantes.

Nous avons aussi constaté que la concentration du calcium était faible dans les deux premiers tiers de gestation, par la suite il y avait une augmentation dans le dernier tiers de gestation, par contre en postpartum il y avait une chute de cette concentration, qui augmenterait au cours de la lactation (tableau 08).

Nos résultats sont similaires à ceux de Poncet (2002), Yokus et Cakir (2006) et Piccione *et al.* (2012a), et aussi à ceux de Hallouz (2019) vis-à-vis à leur résultats obtenus pour le stade de tarissement et 24 h après la mise bas.

Par contre, Basiri *et al.* (2013) ont observé que la valeur du calcium était basse une semaine avant la parturition et élevée une semaine après, sans aucune différence significative. Alors que, Chacha *et al.* (2018) ont rapporté que la valeur moyenne du calcium était basse au tarissement et élevée au début de lactation. Tandis que, Cui *et al.* (2019) ont montré que la concentration du calcium était faible le jour de la parturition et élevée le 7^e jour postpartum, avec une tendance à augmenter jusqu'au jour 30 postpartum.

L'augmentation de la concentration sanguine en calcium en fin de gestation enregistré dans la présente étude, pourrait être due à une augmentation de son absorption intestinale et de la résorption osseuse suite aux changements hormonaux au cours de ce stade (Abdelrahman *et al.*, 2002). Selon DeLuca (1984), l'amélioration de l'absorption intestinale et de la résorption osseuse du Ca est sous l'influence des hormones régulatrices, la vitamine D et l'hormone parathyroïdienne.

Selon Ivanov *et al.* (1990), après la parturition et en début de lactation, les besoins en calcium augmentent, les niveaux moyens du calcium sérique chez les ruminants pendant le postpartum diminuent, les niveaux du calcium dans le sérum sont inversement proportionnels à la production de lait, ce qui explique l'hypocalcémie en postpartum enregistrée dans la présente étude.

De plus, Goff et Hors (1997) ont rapporté que le début de la lactation exerce une pression sur les mécanismes d'homéostasie du calcium, ce qui fait que la plupart des vaches développent un certain degré d'hypocalcémie au vêlage. De même, Meglia *et al.* (2001) ont rapporté que les concentrations du calcium diminuent au vêlage à cause de la forte demande par la glande mamelle pour la synthèse de colostrum et du lait.

Dans la présente étude, nous avons aussi enregistré une augmentation de la concentration du calcium au cours de la lactation.

Plusieurs auteurs ont rapporté que le calcium a tendance à augmenter au cours de la lactation, entre le premier et le septième jour après la parturition (Coroian *et al.*, 2017), chez les primipares avec la progression de lactation (Chacha *et al.*, 2018) et en début jusqu'à la fin de lactation (Piccione *et al.*, 2012a), ce qui concorde avec nos résultats.

L'augmentation du calcium à 45 jours de lactation peut être expliquée par la diminution accrue du phosphore vue que l'hypophosphatémie stimule indirectement la sécrétion de l'hormone parathyroïdienne (PTH), qui augmente la 1,25-dihydroxyvitamine-D, provoquant ainsi l'absorption intestinale du calcium (Jesudason *et al.*, 2002, Yokus et cakil 2006).

Concernant le phosphore dans ce travail, nous avons enregistré une valeur élevée significativement ($p < 0,05$) chez les vaches en début de gestation avec une tendance à diminuer au cours de gestation et même avec la progression de la lactation pour atteindre la valeur la plus basse à 45 jours de lactation. Par contre, Yokus et cakil (2006) et Hallouz (2019) ont rapporté que le stade gestatif n'influencait pas la phosphatémie chez les vaches.

Nos résultats sont similaires à ceux de Cui *et al.* (2019) qui ont enregistré une diminution du phosphore en postpartum par rapport à la fin de la gestation, mais a tendance à augmenter avec la progression de la lactation. De même, Chacha *et al.* (2018) ont signalé une diminution du phosphore avec la progression de la lactation chez les vaches Montbéliardes.

Cependant, la diminution de la concentration du phosphore à 45 jours de lactation pourrait être expliquée par l'augmentation des besoins de la glande mamelle en phosphore à l'approche du pic de lactation (Hallouz, 2019). De même, la diminution du phosphore en postpartum pourrait être causée par la forte demande par la glande mamelle pour la synthèse du colostrum et par la suite du lait (Rook et Thomas, 1983).

Hoffmann et Solter (2008) ont suggéré que la synthèse de colostrum, la production de lait et la faible consommation de nourriture les jours autour du vêlage peuvent expliquer la baisse du calcium et du phosphore.

Dans notre étude, l'état gestatif a une influence significative sur les concentrations de tous les paramètres biochimiques sanguins des vaches (tableau 08). Selon Bauman et Currie (1980), le métabolisme de la vache laitière est complexe surtout autour du vêlage, il est sous la

coordination de deux phénomènes physiologiques; l'homéostasie qui est le maintien de l'équilibre physiologique et l'homéorhésie qui est le changement du métabolisme nécessaire pour soutenir l'état physiologique.

Alors que, Piccione *et al.* (2012a) ont rapporté que chez les vaches laitières, le profil métabolique est fortement influencé par la gestation et la lactation, et tout changement est attendu au cours de ces différentes étapes, mais la période de transition (gestation et lactation) est un facteur de stress majeur.

Dans le même sens, Fiore *et al.* (2015) rapportent que pour assurer un passage normal de la gestation vers la lactation, les vaches laitières doivent développer une adaptation métabolique très complexe, c'est-à-dire : la néoglucogenèse pour couvrir les besoins en lactose, la mobilisation de réserves graisseuses suffisantes pour répondre aux besoins énergétiques de la lactation, et la mobilisation du calcium pour combler leur carence.

De plus, la bonne gestion des vaches pendant la période de transition pour maintenir la santé, la fertilité et la production laitière des vaches à chaque nouvelle période de lactation est l'une des tâches les plus difficiles à effectuer dans les troupeaux laitiers (Vallejo-Timarán *et al.*, 2020).

En plus, Mulligan et Doherty (2008) ont rapporté que les vaches présentent un risque élevé pour développer des maladies infectieuses et métaboliques. Ces dernières apparaissent généralement dans le premier mois après la parturition, mais surtout dans les semaines suivant immédiatement la mise-bas. Cependant, Fiore *et al.* (2015) ont rapporté que l'incidence maximal de l'état pathologique est observée dans la période de transition chez les vaches laitières, et que la prise alimentaire chez les ruminants est réduite malgré des besoins nutritionnels accrus pour le développement fœtal et la mammogenèse/lactogénèse, ce qui entraîne des pertes financières pour les éleveurs et une réduction du bien-être animal (Mulligan *et al.*, 2006).

C. VARIATIONS SELON LA PARITE

D'après les résultats obtenus dans la présente étude, la parité a une influence significative sur tous les paramètres biochimiques analysés chez des vaches étudiées à l'exception du cholestérol et des globulines.

Dans notre étude, la valeur la plus faible de triglycérides a été enregistrée chez les multipares et la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les nullipares. De même, Yehia *et al.* (2020) ont enregistré des valeurs des triglycérides élevés chez

les primipares par rapport aux multipares pour les vaches en postpartum. Par contre, ces mêmes auteurs, ont rapporté que la valeur des triglycérides était élevée chez les multipares et basse chez les primipares en prépartum.

L'augmentation de la concentration des triglycérides chez les nullipares pourrait être expliquée par l'effet de la faible concentration plasmatique en protéines totales enregistrée chez ces mêmes vaches. Car, Coccodrilli *et al.* (1970) ont suggéré qu'un taux faible en protéine sérique provoque l'augmentation de la concentration des triglycérides plasmatiques, et une faible concentration des protéines totales pourrait être due à une faible masse corporelle (Hafid, 2016).

Etant donné, que sur les onze femelles nullipares utilisées dans notre étude, quatre d'entre elles avaient un âge égale ou inférieur à 12 mois, tandis que, les autres (07 vaches) avaient un âge égale ou inférieur à 24 mois, par conséquent, les nullipares sont des jeunes vaches avec une masse corporelle plus au moins faible par rapport aux vaches (primipares et multipares).

Selon Royen (2021), les primipares ont généralement un âge moins avancé, un poids plus faible et une maturité squelettique moins souvent atteinte au premier vêlage par rapport aux multipares. Donc, une faible concentration en protéines totales qui donne un taux élevé en triglycérides.

Une progression de la concentration de l'urée avec l'augmentation du nombre des parts a été enregistrée dans la présente étude, avec une valeur faible chez les nullipares de $0,15 \pm 0,08$ g/l et une valeur significativement ($p < 0,05$) élevée chez les multipares avec $0,20 \pm 0,08$ g/l, ce qui concorde avec les rapports de Coroian *et al.* (2017). Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Mapfumo *et al.* (2017) et Chacha *et al.* (2018).

Chacha *et al.* (2018) ont constaté que la concentration de l'urée était invariable chez les primipares et multipares en début et milieu de lactation à l'exception des vaches taries où la valeur moyenne de l'urée était significativement élevée chez les primipares et basse chez les multipares.

Pour Mapfumo *et al.* (2017), des valeurs très variables ont été rapportées chez les vaches Boran de parité différente, notamment l'égalité des valeurs moyennes entre les vaches d'une seule parité et de deux parités, puis une augmentation chez les vaches de trois parités et une autre nouvelle diminution chez les vaches de quatre parités à savoir $2,7 \pm 0,27$ mmol/l; $2,7 \pm 0,27$ mmol/l; $3,0 \pm 0,25$ mmol/l et $2,6 \pm 0,27$ mmol/l respectivement.

La progression du nombre de parité indique la faible intensité de la croissance chez les vaches, plus la vache perd du poids plus l'urée augmente (Pavlik *et al.*, 2008), pour cela l'augmentation de l'urée chez les multipares pourrait être expliquée par l'excès de la matière azotée dans la ration alimentaire.

Selon Pavlik *et al.* (2008), une concentration de l'urée plus élevée, chez les animaux à faible intensité de croissance, est probablement due au surplus de substances azotées prélevées dans l'alimentation et non utilisées dans l'organisme principalement pour la formation des muscles.

Concernant la créatinine, nos résultats montrent une différence significative ($p < 0,05$) avec une valeur élevée chez les primipares avec $12,67 \pm 2,71$ mg/l par rapport aux autres, ce qui concorde avec les rapports de Cozzi *et al.* (2011) et Mapfumo *et al.* (2017) qui ont enregistré une valeur moyenne élevée de la créatinine chez les primipares par rapport aux multipares.

En revanche, nos résultats sont différents de ceux de Brscic *et al.* (2015) qui ont noté que la créatinine était élevée chez les génisses par rapport aux multipares et primipares à savoir $102,9 \mu\text{mol/l}$; $92,4 \mu\text{mol/l}$ et $92,1 \mu\text{mol/l}$ respectivement.

L'augmentation de la créatinine chez les primipares dans la présente étude pourrait être expliquée soit par l'augmentation de la masse musculaire (Otto *et al.*, 2000), à une période de privation nutritionnelle, lorsque le muscle est utilisé comme source d'énergie, ou un recyclage accru de l'urée suite à une réduction de taux des protéines totales (Braun *et al.*, 2003; Thrall *et al.*, 2004).

En outre, nous pouvons aussi relier cette augmentation de la créatinine par l'état gestatif des primipares, étant donné que la moitié des primipares dans notre expérience étaient en fin de gestation. Selon Piccione *et al.* (2012a), l'élévation de l'activité accrue des voies de mobilisation d'une part et le développement de la musculature fœtale d'autre part augmentent la concentration de la créatinine chez les vaches en fin de gestation.

Dans notre travail, nous avons noté que la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) des protéines totales a été enregistrée chez les vaches multipares, tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les nullipares. Ce qui est en accord avec les rapports de Brscic *et al.* (2015), Coroian *et al.* (2017), Cozzi *et al.* (2011) et Bertoni et Trevisi (2013) qui ont noté que les protéines totales sont élevées chez les multipares et basses chez les primipares et très faibles chez les génisses.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Sarker *et al.* (2015), Mapfumo *et al.* (2017) et Yehia *et al.* (2020) qui ont rapporté que la parité n'a pas d'influence significative sur les protéines totales.

Par ailleurs, nous avons enregistré une augmentation de la concentration d'albumine avec l'augmentation du nombre de parité, cette constatation a été signalée par Coroian *et al.* (2017) et Chacha *et al.* (2018). Chacha *et al.* (2018) ont enregistré une valeur moyenne élevée d'albumine chez les multipares et une valeur faible chez les primipares Montbéliardes.

Nos résultats sont différents de ceux de Mapfumo *et al.* (2017) qui ont rapporté que chez les vaches Nguni la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les primipares et les valeurs faibles chez les vaches multipares respectivement, de (2, 3 et 4 parités). Alors que, Sarker *et al.* (2015) ont rapporté que la parité n'a pas d'influence significative sur l'albumine chez les vaches.

Pour les protéines totales, selon Rossato *et al.* (2001), plus le nombre de parité augmente, plus la vache s'adapte mieux au défi de la production laitière, par conséquent il y a une augmentation de la concentration des protéines totales et d'albumine.

En contre partie, la diminution des protéines totales et de l'albumine, pourrait être liée à la faible masse corporelle des génisses. Hafid (2016) indique que la masse corporelle a un rôle considérable dans le maintien du métabolisme des protéines et influence leur concentration sanguine et que cette dernière est liée à la masse musculaire de l'animal.

Dans notre travail, la concentration du calcium et du phosphore étaient significativement ($p < 0,05$) élevée chez les nullipares et basse chez les multipares. La diminution du calcium avec l'avancement de nombre de parité a été enregistrée par Vallejo-Timarán *et al.* (2020). De même, Chacha *et al.* (2018) ont constaté que les niveaux du calcium étaient significativement ($p < 0,05$) élevés chez les primipares par rapport aux multipares. Par contre nos résultats sont différents de ceux de Sarker *et al.* (2015) et Coroian *et al.* (2017).

L'augmentation de la concentration du calcium chez les primipares par rapport aux multipares dans la présente étude, pourrait être expliquée, d'une part, par la réduction de synthèse du colostrum, en plus la structure osseuse continue de croître chez les primipares et les nullipares. Et d'autre part, par la forte production du lait chez les multipares et la mobilisation majeure du calcium avec des niveaux élevés de PTH (Vallejo-Timarán *et al.*, 2020)

La diminution du phosphore avec l'avancement de nombre de parité a été enregistrée par Cozzi *et al.* (2011) entre les primipares et multipares, et ils ont rapporté une valeur plus élevée chez les primipares à savoir 1,8 mmol/l, et une valeur faible chez les multipares à savoir 1,7 mmol/l.

Nous pouvons expliquer la diminution du calcium et du phosphore chez les vaches multipares dans cette étude, par une déminéralisation squelettique due aux gestations et lactations répétées. Sachant que ces deux minéraux sont les plus importants pour le maintien de la gestation et la synthèse du colostrum et du lait.

D. VARIATIONS SELON L'ÂGE

De nombreux paramètres biochimiques varient avec l'âge de l'animal, des changements majeurs se produisent avant la puberté. Par conséquent, certains analystes exigent des intervalles de référence différents pour différents groupes d'âge (Meyer et Harvey, 2004).

Les résultats enregistrés dans la présente étude montrent que le taux de cholestérol a tendance à diminuer avec l'avancement de l'âge, dans ce sens, une valeur moyenne élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les jeunes vaches d'un âge égale ou inférieur à 3 ans. Nos résultats sont similaires à ceux de Prisacaru (2014) et Hafid (2016).

Hafid (2016) a enregistré une valeur moyenne de $1,21 \pm 0,11$ g/l chez les jeunes bovins contre $0,96 \pm 0,08$ g/l chez les adultes. Alors que, Prisacaru (2014) a enregistré une valeur élevée chez les jeunes vaches de $127,69 \pm 7,05$ mg/dl contre $99,64 \pm 7,54$ mg/dl chez les vaches adultes.

Par contre, Borges (2008) a enregistré une valeur de $137,88 \pm 54,2$ UI/l chez les vaches âgées entre 12 et 35 mois, et de $175,30 \pm 62,88$ UI/l chez les vaches âgées entre 36 et 60 mois, tandis que la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les vaches âgées de plus de 60 mois qui avec $194,01 \pm 72,18$ UI/l.

Selon López-Ortega *et al.* (2008), l'augmentation du cholestérol chez les jeunes vaches s'explique :

- ❖ Soit par les besoins accrus en ce métabolite, car Thrall *et al.* (2004) signalé qu'une concentration élevée de cholestérol indique que la vache possède plus de réserves énergétiques.
- ❖ Soit par la composition et la qualité de l'aliment consommé.

Dans la présente étude la valeur moyenne la plus élevée significativement ($p < 0,05$) de l'urée a été enregistrée chez les vaches les plus âgées (≥ 6 ans), tandis que la valeur la plus faible a été enregistrée chez les vaches les plus jeunes d'un âge égale ou inférieur à 3 ans, donc la concentration de l'urée a tendance à augmenter avec l'avancement de l'âge.

Nos résultats sont similaires avec ceux d'Otto *et al.* (2000), Borges (2008) et Hafid (2016). Cependant, Prisacaru (2014) et Sow *et al.* (2016) ont enregistré les mêmes résultats mais sans aucune différence significative.

Borges (2008) a suggéré qu'une faible concentration de l'urée chez les jeunes vaches pouvait être attribué à l'anabolisme, phase de croissance rapide typique, suit à une demande d'apport hydrique élevée avec une élévation du débit urinaire, par contre avec l'avancement de l'âge et une faible intensité de la croissance, l'animal consomme plus de nutriments mais utilise moins des substances azotées pour la formation du muscle ce qui donne un excès en urée (Zamiri et Rezaei, 2004).

Nos résultats montrent que la concentration des protéines totales augmente avec l'avancement de l'âge des vaches, et la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez celles âgées de six ans et plus, tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les vaches d'un âge égal ou inférieur à 3 ans (tableau 10).

Nos résultats sont similaires avec ceux d'Otto *et al.* (2000) qui ont enregistré une valeur moyenne des protéines totales significativement élevée chez les vaches adultes de $83,8 \pm 7,5$ g/l, contre $72,6 \pm 9,7$ g/l chez les jeunes vaches. Dans le même sens, Prisacaru (2014) a constaté une valeur significativement élevée chez les adultes de $12,27 \pm 0,55$ g/l, et faible chez les jeunes de $10,57 \pm 0,51$ g/l.

Alors que, Alberghina *et al.* (2011) rapportent une valeur de $68,10 \pm 10,13$ g/l chez les vaches âgées de 2 ans et une valeur de $69,21 \pm 9,60$ g/l chez les vaches âgées de six ans sans aucune différence significative.

Borges (2008) a enregistré une valeur moyenne élevée chez les vaches âgées plus de 60 mois de $11,51 \pm 2,19$ g/dl, contre des valeurs de $10,62 \pm 2,26$ g/dl et $9,25 \pm 2,23$ g/dl chez les vaches âgées entre 36 et 60 mois et les vaches âgées entre 35 et 12 mois respectivement.

Nous pouvons expliquer l'augmentation des protéines totales avec l'avancement d'âge, d'une part, par l'élévation de la concentration des globulines avec l'avancement d'âge.

Selon Eckersall (2008), l'augmentation des globulines donne une concentration des protéines sériques totales élevée. Et d'autre part, par la masse musculaire importante chez les vaches d'un âge avancé par rapport aux jeunes vaches, car les concentrations de protéines totales évoluent dans le même sens que les conditions corporelles de l'animal (Hafid, 2016).

Concernant les résultats de l'albumine, la valeur moyenne la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les vaches âgées de six ans et plus, et la valeur la plus basse chez les vaches âgées de trois ans et moins.

Nos résultats sont similaires à ceux de Prisacaru (2014) et Hafid (2016). Et différents de ceux d'Otto *et al.* (2000) et Alberghina *et al.* (2011) qui ont signalé que l'âge n'a pas d'influence sur la concentration d'albumine chez les vaches.

D'après, Hafid (2016) l'augmentation de l'albumine chez les vaches les plus âgées est due à plusieurs facteurs tels que la masse corporelle, la nutrition et à la quantité d'azote total digérée et utilisée par la suite pour la synthèse des autres protéines du corps.

Concernant les minéraux dans ce travail, nous avons remarqué que la valeur du calcium la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les vaches d'un âge inférieur ou égale 3 ans, cette valeur a tendance à diminuer avec l'avancement d'âge (tableaux 10).

Nos résultats sont similaires à ceux d'Otto *et al.* (2000) à savoir $2,2 \pm 0,2$ mmol/l chez les jeunes vaches et $2,0 \pm 0,2$ mmol/l chez les vaches adultes, et différents de ceux de Prisacaru (2014) qui a enregistré une valeur significativement basse de $8,79 \pm 0,23$ mg/dl chez les jeunes vaches, contre une valeur élevée de $10,55 \pm 0,15$ mg/dl chez des vaches adultes. Alors que, Ndlovu *et al.* (2007) ont enregistré des valeurs élevées chez les vaches âgées de 2 et 6 ans et une valeur faible chez les vaches âgées moins d'un an respectivement, 2,3 mmol/l; 2,3 mmol/l et 2,2 mmol/l.

Pour Sow *et al.* (2016), l'âge n'a pas d'influence significative sur le niveau du calcium chez les vaches laitières de la région de Kaolack au Sénégal.

Concernant le phosphore, nous avons observé la même tendance que le calcium, Prisacaru (2014) a enregistré une valeur de $7,55 \pm 0,36$ mg/dl chez les jeunes vaches, et une valeur de $7,26 \pm 0,62$ mg/dl chez des vaches adultes, ce qui concorde avec nos résultats.

Alors que, Otto *et al.* (2000) ont enregistré une valeur croissante avec la progression de l'âge, avec une valeur élevée de $2,5 \pm 0,6$ umol/l chez les jeunes vaches et une valeur basse de $1,9 \pm 0,4$ umol/l chez les vaches adultes.

Rosol et Capen (1997) et Mohri *et al.* (2007) ont lié cette augmentation à l'absorption intestinale et la réabsorption rénale du phosphate favorisée par l'activité plus élevée de l'hormone de croissance chez les jeunes.

En outre, Prisacaru (2014) et Sow *et al.* (2016) ont suggéré que le principal rôle du calcium et du phosphore inorganique chez les jeunes animaux était la croissance du squelette, alors que chez les animaux plus âgés, les besoins en phosphore pour la croissance diminuent et cela se reflète dans les taux sanguins faibles, ce qui explique leur forte concentration chez les jeunes vaches dans notre étude.

Deuxième volet

Variations de quelques
paramètres biochimiques chez
les brebis dans la région de
Tiaret

RESULTATS

A. PARAMETRES BIOCHIMIQUES GLOBAUX CHEZ LES BREBIS

Le tableau ci-dessus regroupe les valeurs des paramètres biochimiques analysés chez toutes les brebis de l'étude.

Tableau 11. Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques chez toutes les catégories de brebis.

Parametres biochimiques	N	Moyennr et écart type	Minimum	Maximum
Cholestérol (g/l)	166	0,92±0,09	0,50	1,30
Triglycérides (g/l)	166	0,22±0,09	0,05	0,69
Urée (g/l)	166	0,29±0,08	0,14	0,78
Créatinine (mg/l)	166	9,08±1,86	4,88	15,12
Protéines totales (g/l)	166	63,82±9,49	38,00	102,10
Albumine (g/l)	166	26,78±6,93	10,20	54,80
Globuline (g/l)	166	37,08±7,63	15,00	59,34
Calcium (mg/l)	166	86,02±8,46	38,00	128,01
Phosphore (mg/l)	166	58,45±8,65	19,50	114,51

La valeur moyenne du cholestérol enregistrée pour toutes les brebis était de 0,92±0,09 g/l avec un maximum de 1,30 g/l et un minimum de 0,50 g/l. Alors que la valeur moyenne des triglycérides a été de 0,22±0,09 g/l et la valeur moyenne de l'urée a été de 0,29±0,08 g/l.

D'autres part, la valeur moyenne de la créatinine plasmatique a été de 9,08±1,86 mg/l, les valeurs moyennes des protéines totales de 63,82±9,49 g/l, et l'albumine de 26,78±6,93 g/l et de 37,08±7,63 g/l pour les globulines.

Les résultats rapportés, dans le tableau ci-dessus, montrent que la valeur moyenne du calcium enregistré chez les brebis était de 86,02±8,46 mg/l, avec une valeur minimale de 38,00

mg/l, et valeur maximale de 128,01 mg/l. Alors que le phosphore était de $58,45 \pm 8,65$ mg/l, avec une valeur minimale de 19,50 mg/l et valeur maximale de 114,51 mg/l.

B. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON LA SAISON

Le tableau suivant regroupe les résultats des paramètres biochimiques des brebis enregistrés dans deux saisons (hiver et printemps).

Tableau 12. Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon saison

Parametres biochimiques	Saison		
	Hiver	Printemps	Total
N	83	83	166
Cholestérol (g/l)	$0,91 \pm 0,08$	$0,93 \pm 0,09$	$0,92 \pm 0,09$
Triglycérides (g/l)	$0,19 \pm 0,09$	$0,25 \pm 0,08^*$	$0,22 \pm 0,09$
Urée (g/l)	$0,30 \pm 0,07$	$0,29 \pm 0,09$	$0,29 \pm 0,08$
Créatinine (mg/l)	$8,55 \pm 1,72$	$9,61 \pm 1,85^*$	$9,08 \pm 1,86$
Protéines totales (g/l)	$63,06 \pm 9,99$	$64,58 \pm 8,95$	$63,82 \pm 9,49$
Albumine (g/l)	$25,79 \pm 6,41$	$27,77 \pm 7,30$	$26,78 \pm 6,93$
Globuline (g/l)	$37,27 \pm 7,73$	$36,80 \pm 7,57$	$37,08 \pm 7,63$
Calcium (mg/l)	$85,05 \pm 6,75$	$86,99 \pm 9,83$	$86,02 \pm 8,46$
Phosphore (mg/l)	$58,06 \pm 6,82$	$58,85 \pm 10,18$	$58,45 \pm 8,65$

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.

Dans notre travail, la valeur moyenne des triglycérides la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée au printemps avec $0,25 \pm 0,08$ g/l contre $0,19 \pm 0,09$ g/l en hiver.

Dans la présente étude, la valeur moyenne de la créatinine la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée également au printemps avec $9,61 \pm 1,85$ g/l, alors qu'en hiver elle était de $8,55 \pm 1,72$ g/l.

C. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON L'ETAT GESTATIF

Les résultats enregistrés, dans le tableau suivant, montrent l'effet du stade physiologique sur certains paramètres biochimiques chez les brebis.

Tableau 13. Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon l'état gestatif

Parametres biochimiques	Etat gestatif des brebis			
	Vide	Gestante	Postpartum	Total
N	58	55	53	166
Cholestérol (g/l)	0,91±0,09	0,92±0,09	0,93±0,08	0,92±0,09
Triglycérides (g/l)	0,20±0,07	0,24±0,11*	0,22±0,06	0,22±0,09
Urée (g/l)	0,29±0,06	0,26±0,07	0,32±0,10*	0,29±0,08
Créatinine (mg/l)	8,63±1,76	9,49±1,84*	9,13±1,91	9,08±1,86
Protéines totales (g/l)	65,11±7,75*	64,99±8,56	61,19±11,55	63,82±9,49
Albumine (g/l)	27,12±7,33	27,55±6,83	25,61±6,51	26,78±6,93
Globuline (g/l)	37,99±7,37	37,44±6,37	35,58±8,92	37,08±7,63
Calcium (mg/l)	87,11±7,38	85,73±9,14	85,12±8,87	86,02±8,46
Phosphore (mg/l)	60,01±8,83	58,29±8,22	56,92±8,77	58,45±8,65

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.

Les résultats enregistrés, dans notre étude, montrent que la valeur moyenne de triglycérides la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les brebis gestantes avec 0,24±0,11 g/l, alors que la valeur la plus basse a été de 0,20±0,07 g/l enregistrée chez les brebis vides. Concernant l'urée, la valeur moyenne la plus basse a été de 0,26±0,07 g/l enregistrée chez les brebis gestantes, suivie par les brebis vides avec une valeur moyenne de 0,29±0,06 g/l, Alors que les brebis en postpartum avaient la valeur moyenne la plus élevée significativement ($p < 0,05$) de 0,32±0,10 g/l.

Pour la créatinine, la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les brebis gestantes avec 9,49±1,84 mg/l, alors que les brebis en postpartum et vides avaient des valeurs respectivement de 9,13±1,91 mg/l et de 8,63±1,76 mg/l.

Les résultats montrent aussi une valeur moyenne des protéines totales significativement plus élevée ($p < 0,05$) chez les brebis vides avec $65,11 \pm 7,75$ g/l, alors que la valeur la plus faible a été enregistrée chez les brebis en postpartum avec $61,19 \pm 11,55$ g/l.

D. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON LA PARITE

Tableau 14. Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon la parité

Paramètres biochimiques	La parité			
	Nullipare	Primipare	Multipare	Total
N	23	49	94	166
Cholestérol (g/l)	$0,95 \pm 0,09$	$0,92 \pm 0,08$	$0,92 \pm 0,10$	$0,92 \pm 0,09$
Triglycérides (g/l)	$0,23 \pm 0,11$	$0,22 \pm 0,08$	$0,22 \pm 0,08$	$0,22 \pm 0,09$
Urée (g/l)	$0,24 \pm 0,07$	$0,26 \pm 0,06$	$0,32 \pm 0,08^*$	$0,29 \pm 0,08$
Créatinine (mg/l)	$8,36 \pm 1,97$	$8,61 \pm 1,47$	$9,50 \pm 1,91^*$	$9,08 \pm 1,86$
Protéines totales (g/l)	$60,37 \pm 6,04$	$62,96 \pm 8,61$	$65,11 \pm 10,38$	$63,82 \pm 9,49$
Albumine (g/l)	$24,38 \pm 6,24$	$26,39 \pm 7,36$	$27,57 \pm 6,77$	$26,78 \pm 6,93$
Globuline (g/l)	$35,99 \pm 6,37$	$36,58 \pm 7,34$	$37,53 \pm 8,08$	$37,08 \pm 7,63$
Calcium (mg/l)	$87,76 \pm 5,99$	$87,73 \pm 8,44$	$84,71 \pm 8,82$	$86,02 \pm 8,46$
Phosphore (mg/l)	$60,23 \pm 6,23$	$60,16 \pm 9,94$	$57,14 \pm 8,28$	$58,45 \pm 8,65$

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.

Les résultats rapportés dans le tableau ci-dessus montrent que la valeur moyenne de l'urée la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les multipares avec $0,32 \pm 0,08$ g/l, puis chez les primipares avec $0,26 \pm 0,06$ g/l et la valeur la plus basse a été de $0,24 \pm 0,07$ g/l enregistrée chez les nullipares.

De même pour la créatinine, la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les multipares avec $9,50 \pm 1,91$ mg/l, puis chez les primipares avec $8,61 \pm 1,47$ mg/l, alors que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les nullipares de $8,36 \pm 1,97$ mg/l.

E. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON L'AGE

Tableau 15. Variations des paramètres biochimiques chez les brebis selon les tranches d'âge

Parametres biochimiques	L' âge (Mois)			
	≤24	] 24-60[	≥60	Total
N	45	51	70	166
Cholestérol (g/l)	0,96±0,10*	0,92±0,10	0,90±0,06	0,92±0,09
Triglycérides (g/l)	0,25±0,10*	0,21±0,07	0,21±0,09	0,22±0,09
Urée (g/l)	0,24±0,07	0,28±0,06	0,34±0,08*	0,29±0,08
Créatinine (mg/l)	8,53±1,73	8,66±1,59	9,74±1,94*	9,08±1,86
Protéines totales (g/l)	60,20±8,25	64,80±10,08	65,44±9,29*	63,82±9,49
Albumine (g/l)	25,72±6,76	26,23±6,77	27,87±7,07	26,78±6,93
Globuline (g/l)	34,47±7,22	38,57±8,05*	37,57±7,26	37,08±7,63
Calcium (mg/l)	88,23±8,79*	86,53±6,71	84,23±9,11	86,02±8,46
Phosphore (mg/l)	60,65±10,46*	59,03±6,55	56,63±8,46	58,45±8,65

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.

Le tableau ci-dessus montre que les valeurs moyennes les plus élevées du cholestérol, des triglycérides, du calcium et du phosphore ont été enregistrées chez les brebis avec un âge inférieur ou égale à 24 mois, à savoir 0,96±0,10 g/l; 0,25±0,10 g/l; 88,23±8,79 mg/l; 60,65±10,46 mg/l respectivement, et les valeurs les plus basses ont été enregistrées chez les brebis ayant un âge ≥60 mois, de 0,90±0,06 g/l; 0,21±0,09 g/l; 84,23±9,11 mg/l; 56,63±8,46 mg/l respectivement.

A l'inverse, les valeurs moyennes significativement les plus élevées ($p < 0,05$) de l'urée, de la créatinine et des protéines totales ont été enregistrées chez les brebis avec un âge ≥60 mois avec 0,34±0,08 g/l; 9,74±1,94 mg/l; 65,44±9,29 g/l respectivement.

Dans la présente étude la valeur moyenne des globulines la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les brebis ayant un âge supérieur à 24 mois et inférieur à 60 mois avec 38,57±8,05 g/l.

DISCUSSION

Dans la présente étude, la valeur moyenne enregistrée pour le cholestérol chez toutes les brebis était de $0,92\pm 0,09$ g/l, cette valeur se trouve dans la fourchette des normes rapportée par la bibliographie (Mollereau *et al.*, 1995; Aitken, 2007; Kiran *et al.*, 2012) à savoir (0,5 - 1,38) g/l, (0,38 - 1,00) g/l et (0,68 - 0,98) g/l respectivement. Néanmoins, elle est supérieure aux normes décrites par Merck (2002), Brugère-Picoux (2002), Dubreuil *et al.* (2005), Kaneko *et al.* (2008) et Hafid (2016) et aussi supérieure aux normes citées par Ndoutamia et Ganda (2005) chez les races arabe, Peulhs et Kirdimi à savoir $0,65\pm 0,51$ g/l, $0,73\pm 0,35$ g/l et $0,83\pm 0,18$ g/l respectivement.

Pour, les triglycérides la valeur moyenne enregistrée chez les brebis étudiées était de $0,22\pm 0,09$, incluse dans la fourchette des normes citée par Mollereau *et al.* (1995) et Kaneko *et al.* (2008). Mais elle est au-dessous des normes citées par Dubreuil *et al.* (2005), Karapehlivan *et al.* (2007) et Hafid (2016) et aussi aux normes citées par Ndoutamia et Ganda (2005) chez les races arabe, Peulhs et Kirdimi à savoir $0,50\pm 0,19$ g/l, $0,40\pm 0,31$ g/l et $0,33\pm 0,12$ g/l respectivement.

Concernant l'urée, nous avons enregistré une valeur moyenne de $0,29\pm 0,08$ g/l, elle est compatible avec les valeurs usuelles correspondantes rapportées dans la littérature (Ramos *et al.*, 1994; Mollereau *et al.*, 1995; Brugère-Picoux, 2002; Brugère-Picoux, 2004; Kaneko *et al.*, 2008; Gürgöze *et al.*, 2009). Mais relativement supérieure à celles décrites par Merck (2002) et Hafid (2016) à savoir (0,10 - 0,26) g/l et $0,26\pm 0,05$ g/l respectivement.

Dans notre travail, la créatinine avait une valeur moyenne de $9,08\pm 1,86$ mg/l, celle-ci se trouve dans la fourchette des normes rapportée par Kaneko *et al.* (1979), Baumgartner et Pernthaler (1994), Mollereau *et al.* (1995) et Dubreuil *et al.* (2005), par contre elle est inférieure à celles enregistrées par Brugère-Picoux (2004) à savoir (12 - 29) mg/l, et supérieure à la valeur trouvée par Hafid (2016) à savoir $8,91\pm 1,5$ mg/l.

Pour les protéines totales, la valeur moyenne enregistrée dans notre étude était de $63,82\pm 9,49$ g/l. Cette valeur moyenne est similaire à celles de la littérature (Kaneko *et al.*, 1979; Mollereau *et al.*, 1995; Brugère-Picoux, 2002; Hindson et Winter, 2002; Merck, 2002; Dubreuil *et al.*, 2005; Aitken, 2007; Kaneko *et al.*, 2008; Gürgöze *et al.*, 2009). Par contre, elle est

inférieure aux valeurs citées par Ndoutamia et Ganda (2005) et Hafid (2016) et aussi basse par rapport à la valeur moyenne enregistrée par Moç *et al.* (2011) en automne.

Les valeurs moyennes d'albumine et de globulines chez les brebis étaient de $26,78 \pm 6,93$ g/l et $37,08 \pm 7,63$ g/l respectivement, celles-ci se trouvent dans la fourchette des normes citée par Hindson et Winter (2002) et Kaneko *et al.* (2008), mais la valeur d'albumine était inférieure aux valeurs citées par Mollereau *et al.* (1995), Dubreuil *et al.* (2005), Aitken (2007) et Hafid (2016) et supérieure aux valeurs rapportées par Dubreuil *et al.* (2005) et Moç *et al.* (2011).

Les valeurs moyennes du calcium et du phosphore enregistrées chez toutes les brebis dans la présente étude étaient respectivement de $86,02 \pm 8,46$ mg/l et $58,45 \pm 8,65$ mg/l.

La valeur moyenne du calcium se trouve dans l'intervalle des normes rapportées par Baumgartner et Pernthaner (1994) à savoir (80 -104) mg/l et supérieure à celles rapportées par Suttle (2010) à savoir (72 - 80) mg/l, et elle était inférieure à la majorité des normes citées par Jean-Blain (2002), Brugère-Picoux (2004), Klasing *et al.* (2005), Dubreuil *et al.* (2005) et kaneko *et al.* (2008).

Alors que la valeur moyenne du phosphore se trouve dans la fourchette des normes citée par Baumgartner et Pernthaner (1994), Brugère-Picoux (2002), Brugère-Picoux (2004), Klasing *et al.* (2005), Dubreuil *et al.* (2005) et kaneko *et al.* (2008), mais supérieure aux normes décrites par Suttle (2010) à savoir (30,95 - 46,43) mg/l.

A. VARIATIONS SELON LA SAISON

Les résultats de la présente étude ont montré que la saison a une influence significative ($p < 0,05$) sur les triglycérides et la créatinine chez les brebis, et les valeurs les plus élevées pour ces deux paramètres ont été enregistrées au printemps (tableau 12).

Yokus *et al.* (2006) ont enregistré une influence significative ($p < 0,05$) de la saison sur les triglycérides avec une valeur moyenne élevée pendant le mois d'Avril et basse pendant le mois de Janvier dans la région de Diyarbakir en Turquie, ce qui concorde avec nos résultats.

Cependant, aucune différence significative de la saison sur les triglycérides n'a été enregistrée dans les travaux de Deghnouche (2011). L'augmentation des triglycéridémies au printemps pourrait être due à l'amélioration de la ration, à savoir la qualité et la quantité de l'herbe disponible.

Dans la présente étude, l'augmentation de la créatinine au printemps se rapporte aux résultats obtenus par Srikandakumar *et al.* (2003) et Boubsil *et al.* (2017).

Boubsil *et al.* (2017) ont enregistré des concentrations significativement élevées ($p < 0,05$) de la créatinine chez les brebis gestantes au printemps et faibles en hiver avec 11.046 ± 0.791 mg/l et 9.697 ± 0.752 mg/l respectivement. Alors que, Srikandakumar *et al.* (2003) ont rapporté que la créatinine augmente significativement avec l'augmentation de la température chez les moutons omanias.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Baumgartner et Perthaner (1994) et Ghosh *et al.* (2013) qui ont rapporté que la concentration de la créatinine était élevée en hiver et basse suite à l'augmentation de la température.

Yokus *et al.* (2006) et Rathwa *et al.* (2017) ont rapporté que la concentration de la créatinine augmente en parallèle avec l'augmentation de la température. Rathwa *et al.* (2017) ont ajouté que l'augmentation du niveau de la créatinine peut être due à une réduction du flux sanguin vers les reins lors d'un stress thermique. Alors que, Hamadeh *et al.* (2006) ont lié cela à un déficit hydrique, qui peut être dû à une diminution de la filtration glomérulaire et à une augmentation de la réabsorption de l'urée.

B. VARIATIONS SELON L'ETAT GESTATIF

Dans notre travail, nous avons enregistré une influence significative ($p < 0,05$) du statut gestatif sur les triglycérides, l'urée, la créatinine et les protéines totales chez les brebis étudiées.

Les valeurs les plus élevées significativement ($p < 0,05$) de triglycérides et de créatinine ont été enregistrées chez les brebis gestantes, tandis que les valeurs faibles ont été enregistrées chez les brebis vides (tableau 13).

Cependant, une valeur significativement élevée ($p < 0,05$) de l'urée a été enregistrée chez les brebis en postpartum et basse chez les brebis gestantes. Au contraire, la valeur la plus élevée des protéines totales a été enregistrée chez les brebis vides et la plus faible chez les brebis en postpartum.

L'augmentation de triglycérides chez les brebis gestantes, enregistré dans la présente étude, a été signalée dans les travaux de Nazifi *et al.* (2002a), Balıkcı *et al.* (2007), Taghipour *et*

al. (2010), Haffaf *et al.* (2012), Boudebza (2015), Chachoua (2015), Boubsil *et al.* (2017) et Pesántez-Pacheco (2019).

Nos résultats sont aussi similaires à ceux de Belkacem *et al.* (2019) qui ont enregistré des valeurs élevées des triglycérides chez les brebis en fin de gestation simple ou double portée dans la région semi-aride et la région aride.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Yokus *et al.* (2006) et Piccione *et al.* (2009) qui ont enregistré une diminution significative ($p < 0,05$) des triglycérides en fin de gestation. De même, Deghnouche *et al.* (2011) et Deghnouche *et al.* (2013) ont enregistré une valeur moyenne des triglycérides élevée chez les brebis en lactation par rapport aux brebis gestantes et vides.

Alors que, Gururaj *et al.* (2014) ont rapporté que l'état gestatif n'a pas d'influence significative sur la concentration des triglycérides.

L'augmentation des triglycérides chez les brebis en fin de gestation enregistrée dans la présente étude, pourrait être due à l'augmentation de la quantité de triglycérides portés par les VLDL (Mazur *et al.*, 2009). En outre, Knopp *et al.* (1986) ont rapporté que durant la gestation, il a été constaté chez plusieurs espèces une diminution de l'activité de la lipase qui pourrait aussi entraîner une hypertriglycémie. Ainsi, la sécrétion et le catabolisme des triglycérides sont altérés à la fois, au cours de la gestation. Dans le même sens, Haffaf *et al.* (2012) ont rapporté que cette augmentation en fin de gestation pourrait être attribuée à une hydrolyse importante du tissu adipeux pour couvrir les besoins en énergie.

Dans la présente étude, nous avons aussi enregistré une diminution des triglycérides en postpartum par rapport à la fin de gestation, nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Nazifi *et al.* (2002a), Taghipour *et al.* (2010), Deghnouche (2011), González-García *et al.* (2015) et Boudebza (2015).

Haffaf *et al.* (2012) ont lié cette diminution des triglycérides en postpartum par la coïncidence des exigences accrues en énergie avec la période de lactation où une grande partie de ces métabolites est dirigée vers la glande mammaire. Sachant que chez les ruminants cette forte demande en énergie, enregistrée au début de lactation, entraîne une baisse des triglycérides (Marcos *et al.*, 1990), et à l'accumulation des triglycérides dans les hépatocytes (Markiewicz *et al.*, 2001) et aussi liée avec le début de la production de lait et l'accélération du métabolisme pour la synthèse des acides gras du lait (Wallenius et Whitchurch, 1976; Drackley, 1999).

Dans notre travail, les brebis en postpartum avaient une valeur moyenne des triglycérides élevée par rapport aux brebis vides, ce qui est en accord avec les résultats de Deghnouche (2011).

Cette situation pourrait être attribuée à l'augmentation de l'hormone de croissance, du glucagon, et des acides gras non estérifiés (Hayirli *et al.*, 2002) nécessaire pour le passage dans le lait vu que la matière grasse du lait est constituée à 98% de triglycérides (Jean-Blain, 2002 ; Nazifi *et al.*, 2002a).

Concernant l'urée, l'augmentation enregistrée dans notre travail, chez les brebis en postpartum a été aussi signalée par Antunović *et al.* (2002), Taghipour *et al.* (2010), Deghnouche *et al.* (2011), Deghnouche *et al.* (2013), Boudebza (2015), Boubsil *et al.* (2017) et Berkani *et al.* (2018).

Berkani *et al.* (2018) ont noté une valeur élevée en urée, chez les brebis Ouled djellal, la première semaine du postpartum par rapport aux brebis à 4 semaines avant la parturition. Alors que, Antunović *et al.* (2002), Taghipour *et al.* (2010) et Boudebza (2015) ont enregistré une valeur moyenne de l'urée élevée chez les brebis en lactation par rapport aux brebis gestantes.

Dans le même sens, Boubsil *et al.* (2017) ont enregistré au printemps des valeurs significativement élevées de l'urée chez les brebis en lactation par rapport aux brebis gestantes à savoir $0,368 \pm 0,145$ g/l et $0,257 \pm 0,067$ g/l respectivement. Cependant, Deghnouche *et al.* (2011) et Deghnouche *et al.* (2013) ont enregistré une valeur moyenne de l'urée significativement élevée chez les brebis en lactation et faible chez les brebis vides et gestantes.

Antunović *et al.* (2004) ont rapporté que la concentration de l'urée est significativement élevée ($p < 0,05$) chez les brebis vides et faible chez les brebis à 30 jours de lactation à savoir $7,39 \pm 2,27$ mmol/l et $5,48 \pm 1,95$ mmol/l respectivement. Alors que, Baumgartner et Perthamer (1994) ont constaté que la concentration de l'urée est significativement élevée ($p < 0,05$) chez les brebis vides et faible chez les brebis à 50 jours de lactation à savoir $3,5 \pm 1,6$ mmol/l et $2,0 \pm 0,9$ mmol/l respectivement.

Cependant, El-Sherif et Assad, (2001), Yokus *et al.* (2006), Piccione *et al.* (2009) et Soliman, (2014) ont rapporté que l'urée est significativement élevée chez les brebis en fin de gestation par rapport aux autres statuts physiologiques.

D'un autre côté, Ramos *et al.* (1994) et Talawar *et al.* (2016) n'ont enregistré aucun effet significatif du statut physiologique sur l'urée.

Selon Ramin *et al.* (2007), la production de l'urée augmente à 67 % pendant la gestation et chute à 36 % après la parturition et la lactation. Alors que, Berkani *et al.* (2018) ont rapporté que la filtration glomérulaire et la clairance de l'urée ont été significativement réduites pendant la lactation, indiquant une économie rénale efficace de l'urée, ce dernier résultat pourrait également être dû à un catabolisme accru des protéines musculaires pendant la lactation lorsque de grandes quantités de réserves corporelles ont été mobilisées.

En outre, l'augmentation de l'urée pendant la lactation, est due à un déficit en énergie fermentescible qui limite la synthèse microbienne et provoque une accumulation d'ammoniac dans le rumen (Rowlands, 1980).

En effet, l'augmentation de la concentration plasmatique en urée chez les brebis en début de lactation, pourrait indiquer une certaine perturbation dans la fonction du foie. Car pendant la gestation et dans certaines situations de stress, l'urée est un indicateur du niveau des réserves corporelles (Sejian *et al.*, 2010), ce qui peut expliquer la diminution de l'urée chez les brebis gestantes dans notre travail.

Par ailleurs, cette diminution de l'urée chez les brebis gestantes peut aussi indiquer quelques insuffisances diététiques (Haffaf *et al.*, 2012) ou une réduction de l'ingestion alimentaire due au stress et aux modifications hormonales liées à la parturition (Taghipour *et al.*, 2010).

L'augmentation de la créatinine chez les brebis enregistrée dans la présente étude, est similaire aux rapports de Doornenbal *et al.* (1988), Deghnouche *et al.* (2011), Deghnouche (2011), Bouzenzana (2015), Boubsil *et al.* (2017) et Berkani *et al.* (2018). Et de El-Sherif et Assad (2001) et Haffaf (2018) qui ont rapporté que la créatinine est élevée chez les brebis en fin de gestation par rapport aux brebis vides.

Berkani *et al.* (2018) ont enregistré une valeur faible chez les brebis Ouled djellal la première semaine du postpartum par rapport aux brebis à 4 semaines avant la parturition avec $7,86 \pm 0,22$ mg/l et $8,29 \pm 0,27$ mg/l respectivement. De même, Boubsil *et al.* (2017) ont enregistré au printemps des valeurs significativement élevées de la créatinine chez les brebis gestantes et faibles chez les brebis allaitantes, alors qu'en hiver la créatinine était toujours élevée chez les brebis gestantes et faible chez les brebis allaitantes mais sans aucune différence significative.

Cependant, Deghnouche *et al.* (2011) ont enregistré une valeur significativement élevée chez les brebis gestantes de $87,87 \pm 30,59$ $\mu\text{mol/l}$, et une valeur moyenne légèrement faible de $81,77 \pm 25,55$ $\mu\text{mol/l}$ chez les brebis en lactation, tandis que chez les brebis vides la valeur moyenne enregistrée était la plus basse de $61,88 \pm 6,98$ $\mu\text{mol/l}$.

Par ailleurs, l'augmentation de la créatinine en fin de gestation est due au développement des muscles fœtaux (Roubies *et al.*, 2006). La quantité de créatinine formée chaque jour dépend de la teneur corporelle totale en créatine, qui à son tour, dépend de l'apport alimentaire, du taux de synthèse de la créatine et de la masse musculaire (Piccione *et al.*, 2009).

En outre, El-Sherif et Assad (2001) ont rapporté que la diminution de la créatinine en postpartum par rapport à la fin de gestation indiquerait que la croissance fœtale est plus stressante pour les reins que la synthèse du lait.

Contrairement à nos résultats, Gürgöze *et al.* (2009) ont trouvé une valeur moyenne élevée de la créatinine chez les brebis en 14 jours postpartum de $0,73 \pm 0,04$ mg/dl, et une valeur faible aux 7 jours de gestation de $0,50 \pm 0,03$ mg/dl. Cependant, Yokus *et al.* (2006) et Soliman (2014), ont déclaré que la concentration de la créatinine chez les ovins n'est pas influencée par l'état gestatif.

Dans la présente étude, l'état gestatif a une influence significative sur les protéines totales, avec des valeurs moyennes faibles chez les brebis en postpartum et élevée chez les brebis vides, ce qui se rapporte aux résultats de Baumgartner et Perthner (1994), Antunović *et al.* (2004), Safsaf (2014) et Boudebza (2015).

La diminution des protéines totales chez les brebis gestantes et les brebis en postpartum, dans la présente étude, pourrait être expliquée par les besoins accrus en protéines pour le développement du fœtus (Castillo *et al.*, 1997). Car le fœtus synthétise toutes ses protéines à partir des acides aminés provenant de la mère, et la croissance du fœtus augmente de façon exponentielle atteignant un niveau maximal, en particulier dans les muscles, en fin de gestation (Gürgöze *et al.*, 2009), et par une extraction rapide d'immunoglobuline du plasma, au cours des derniers mois de la gestation, pour la formation du colostrum (Kaneko, 1997).

De plus, la diminution du taux sanguin des protéines totales, en début de lactation, pourrait représenter une réponse adaptative au besoin accru des brebis en eau, sous le climat semi-aride, pour la production de lait (Berkani *et al.*, 2018).

Au contraire, El-Sherif et Assad (2001), Soliman (2014) et Talawar *et al.* (2016) ont enregistré des concentrations sériques des protéines totales significativement élevées chez les brebis allaitantes.

Alors que, d'autres auteurs ont rapporté que l'état gestatif n'a pas d'influence significative sur les protéines totales chez les brebis (Ramos *et al.*, 1994; Roubies *et al.*, 2006; Haffaf, 2011, Deghnouche *et al.*, 2011). Mais ces mêmes auteurs, Deghnouche *et al.* (2013) ont rapporté une différence significative entre les stades gestatifs (vide, gestante et en lactation) et ont enregistré une valeur significativement élevée chez les brebis gestantes et faible chez les brebis vides, ce qui contraste avec nos résultats.

Les résultats, de la présente étude, ont montré que l'état gestatif n'a pas d'effet significatif sur le cholestérol, l'albumine, les globulines, le calcium et le phosphore. Mais nous avons noté que tous ces paramètres étaient faibles chez les brebis en postpartum, à l'exception du cholestérol.

C. VARIATIONS SELON LA PARITE

Les résultats de la présente étude montrent que la parité a une influence significative ($p < 0,05$) sur l'urée et la créatinine chez les brebis étudiées, et que les valeurs moyennes de ces deux paramètres biochimiques étaient élevées chez les multipares, faibles chez les primipares et très basse chez les nullipares (tableau 14).

Nous avons aussi constaté que la parité n'a pas d'effet sur le cholestérol, les triglycérides, les protéines totales, l'albumine, les globulines, le calcium et le phosphore chez les brebis. Ceci est similaire aux résultats obtenus par Aiche (2021) dans la même région d'étude.

L'augmentation de l'urée chez les multipares enregistrée dans la présente étude a été signalée dans les travaux de Deghnouche (2011), Deghnouche *et al.* (2013) et Aiche (2021), mais sans aucune différence significative. Par ailleurs, l'augmentation de l'urée chez les multipares pourrait être expliquée par l'excès de la matière azotée prise dans la ration alimentaire.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux obtenus par Boudebza (2015) qui a rapporté une diminution de l'urée chez les brebis multipares par rapport aux primipares, mais sans aucune différence significative.

En outre, Meijer *et al.* (1990) ont rapporté que la synthèse de l'urée se déroule principalement dans le foie, mais elle a lieu aussi dans d'autres organes, comme les reins, l'intestin et la glande mammaire, mais en quantité plus faible que le foie (Block *et al.*, 1998). Et

que la concentration de l'urée sérique est influencée par plusieurs facteurs tels que la fonction hépatique et celle des reins (Chorfi et Girard, 2005).

L'augmentation de la créatinine chez les multipares enregistrée dans la présente étude a été signalée dans les travaux de Boudebza (2015) avec une valeur élevée chez les multipares de $7,92 \pm 1,00$ mg/l contre $7,69 \pm 1,18$ mg/l chez les primipares. Selon Lacour (1992), le dosage de la créatinine sérique ou plasmatique est la méthode la plus couramment utilisée pour évaluer la fonction rénale.

Donc, l'augmentation de la créatinine et de l'urée en parallèle, chez les brebis multipares, pourrait être expliquée par l'influence de la gestation et de la lactation répétée sur le fonctionnement des organes tels que les reins et le foie.

D. VARIATIONS SELON L'AGE

Les résultats de la présente étude montrent que l'âge a une influence significative ($p < 0,05$) sur tous les paramètres biochimiques étudiés, à l'exception de l'albumine. Nous avons enregistré une augmentation significative ($p < 0,05$) de la valeur moyenne de cholestérol chez les brebis d'un âge ≤ 24 mois, tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les brebis adultes d'un âge ≥ 60 mois.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Ramos *et al.* (1994) qui ont rapporté que le cholestérol a tendance à diminuer avec l'avancement de l'âge.

Ces résultats sont différents à ceux obtenus par Antunović *et al.* (2004) qui ont enregistré une concentration de cholestérol élevée chez les brebis adultes d'un âge supérieur à 3 ans avec $1,27 \pm 0,12$ mmol/l, et faible chez les jeunes brebis d'un âge inférieur à un an avec $1,01 \pm 0,07$ mmol/l, et qui ont justifié l'augmentation du cholestérol avec l'avancement de l'âge, en raison du stress fréquent lié à la gestation et à l'allaitement.

En revanche, Aiche (2021) n'a trouvé aucune influence de l'âge sur la concentration de cholestérol chez les brebis dans la région de Tiaret.

Dans notre étude, nous avons noté une diminution du cholestérol avec l'avancement de l'âge. Selon Ashour *et al.* (2015), la concentration de cholestérol est influencée par le degré de stress, par conséquent, une diminution du cholestérol avec l'âge peut être attendue. Et selon López-Ortega *et al.* (2008), les taux importants du cholestérol total dans le sang chez les jeunes ruminants sont expliqués par les besoins accrus en ce métabolite.

De la même manière, l'augmentation des triglycérides chez les jeunes brebis d'un âge ≤ 24 mois a été notée dans notre travail, alors que chez les brebis d'un âge supérieur à 24 mois les valeurs moyennes sont restées constantes. Pesántez-Pacheco *et al.* (2019) ont rapporté que les triglycérides étaient faibles chez les brebis adultes par rapport aux jeunes brebis. Par contre, Aiche (2021) a enregistré des valeurs élevées de triglycérides chez les brebis les plus âgées mais sans aucune différence significative.

Les valeurs de la concentration de l'urée, de la créatinine et des protéines totales ont subi des augmentations significatives ($p < 0,05$) avec l'âge. Où les valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez les brebis les plus âgées, tandis que les valeurs les plus faibles ont été enregistrées chez les plus jeunes brebis.

Nos résultats sont similaires à ceux de Ramos *et al.* (1994) pour l'urée. Alors que, pour la créatinine, nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Ramos *et al.* (1994). Cependant, Antunović *et al.* (2004) et Dubreuil *et al.* (2005) ont enregistré des résultats compatibles aux nôtres pour les protéines totales.

Concernant l'urée, nos résultats sont différents de ceux obtenus par Antunović *et al.* (2004), car ces auteurs ont enregistré une valeur moyenne élevée chez les jeunes brebis d'un âge inférieur à un an avec $8,71 \pm 1,96$ mmol/l, et une valeur faible chez les brebis adultes d'un âge supérieur à 3 ans avec $7,19 \pm 2,79$ mmol/l, mais sans aucune différence significative.

Alors que, les résultats de la créatinine enregistrés dans la présente étude, sont différents à ceux obtenus par Dubreuil *et al.* (2005), qui ont enregistré une valeur moyenne élevée chez les brebis d'un an, et une valeur légèrement faible chez les brebis âgées entre 2 et 3 ans. Tandis que chez les brebis les plus âgées (supérieur ou égale à 4 ans), la valeur moyenne de la créatinine était la plus basse, sans aucune différence significative.

Par contre, Ramos *et al.* (1994) ont enregistré une diminution des protéines totales chez les brebis avec l'avancement de l'âge, ce qui contraste avec nos résultats. De plus, Aiche (2021) n'a trouvé aucune influence de l'âge sur les concentrations de l'urée et les protéines totales chez les brebis dans la région de Tiaret.

Un faible taux d'urée chez les jeunes brebis peut être dû à l'état anabolique, la phase de croissance rapide typique, qui suit une demande plus élevée d'apport en eau avec un débit d'urine accru, mais avec la progression de l'âge et une croissance plus faible, l'animal consomme plus de

nutriments mais utilise moins des substances azotées pour la formation musculaire ce qui provoque une augmentation de l'urée (Borges, 2008; Hafid, 2016).

Concernant la créatinine, la diminution enregistrée chez les jeunes brebis pourrait être due à la faible masse musculaire par rapport aux brebis plus âgées. Alors que l'augmentation des protéines totales chez les brebis les plus âgées dans la présente étude s'explique par l'augmentation de la masse musculaire avec un âge, car les concentrations des protéines totales évoluent dans le même sens que les conditions corporelles de l'animal (Hafid, 2016).

Dans la présente étude, les valeurs moyennes du calcium et de phosphore ont subi des diminutions significatives ($p < 0,05$) avec l'avancement de l'âge.

Pour le calcium, nos résultats sont similaires à ceux de Dubreuil *et al.* (2005) et aussi à ceux d'Antunović *et al.* (2004) qui ont enregistré une valeur moyenne de $2,44 \pm 0,19$ mmol/l chez les brebis d'un âge inférieur à un an et une valeur moyenne de $2,39 \pm 0,25$ mmol/l chez les brebis d'un âge supérieur à 3 ans, sans aucune différence significative.

Concernant le phosphore, nos résultats sont similaires à ceux de Baumgartner et Perthauer (1994), Antunović *et al.* (2004) et Dubreuil *et al.* (2005).

En revanche, Aiche (2021) n'a trouvé aucune influence de l'âge sur les concentrations du calcium et du phosphore.

Selon Kaneko (1997), le phosphore peut être plus élevé chez les jeunes animaux parce que l'hormone de croissance augmente sa résorption par les reins. Alors que, Blood et Radostits (1993) ont rapporté que sa chute dans le sang des brebis plus âgées, pourrait être due à une diminution de la capacité d'assimilation du phosphore apporté par la ration à mesure que l'âge des animaux avance. Dans le même sens, Radostits (2000) ont rapporté que la diminution de la concentration de phosphore avec l'âge chez les ruminants, peut-être en raison d'une réduction de son absorption par l'intestin.

Nous pouvons supposer que l'augmentation du calcium et du phosphore, chez les jeunes ruminants, pourrait être causée par l'hormone de croissance qui provoque une forte absorption intestinale pour la formation du squelette (Prisacaru, 2014; Sow *et al.*, 2016).

La valeur moyenne des globulines la plus élevée significativement a été enregistrée chez les brebis d'un âge supérieur à 24 mois et inférieur à 60 mois. Tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les jeunes brebis d'un âge inférieur ou égale à 24 mois.

Par ailleurs, Ramos *et al.* (1994) ont enregistré des valeurs moyennes décroissantes avec l'avancement de l'âge. Alors que, Dubreuil *et al.* (2005) ont enregistré des valeurs moyennes croissantes.

Selon Abdolvahabi *et al.* (2016), à mesure que l'âge avance, la concentration de protéines totales et de globulines dans le plasma augmente, ce qui peut être lié à la stimulation du système immunitaire avec l'avancement de l'âge.

Troisième volet

Variations de quelques
paramètres biochimiques chez
les chèvres dans la région de
Tiaret

RESULTATS

A. PARAMETRES BIOCHIMIQUES GLOBAUX CHEZ LES CHEVRES

Le tableau suivant regroupe les valeurs moyennes des paramètres biochimiques sanguins de toutes les chèvres étudiées.

Tableau 16. Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques chez toutes les catégories de chèvres.

Paramètres biochimiques	N	moyenne et écart type	Minimum	Maximum
Cholestérol (g/l)	150	0,87±0,15	0,40	1,21
Triglycérides (g/l)	150	0,19±0,07	0,04	0,49
Urée (g/l)	150	0,34±0,06	0,22	0,59
Créatinine (mg/l)	150	10,68±1,52	5,45	17,20
Protéines totales (g/l)	150	67,43±6,52	50	88
Albumine (g/l)	150	30,50±4,46	23	46
Globuline (g/l)	150	37,73±7,59	10	57
Calcium (mg/l)	150	86,27±5,56	77	101
Phosphore (mg/l)	150	63,86±5,88	48	86

**Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.*

Dans la présente étude, la valeur moyenne du cholestérol enregistrée a été de 0,87±0,15g/l, alors que la valeur moyenne des triglycérides était de 0,19±0,07 g/l. Concernant l'urée et la créatinine, les valeurs moyennes enregistrées étaient de 0,34±0,06 g/l et 10,68±1,52 mg/l respectivement.

D'après nos résultats, les valeurs moyennes des protéines totales enregistrées étaient de 67,43±6,52 g/l, et de 30,50±4,46 g/l pour l'albumine et de 37,73±7,59 g/l pour les globulines.

Dans la présente étude, la valeur moyenne du calcium enregistrée a été de 86,27±5,56 mg/l, et la valeur moyenne du phosphore a été de 63,86±5,88 mg/l.

B. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON LA SAISON

Tableau 17. Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon saison

Parametres biochimiques	Saison		
	Hiver	Printemps	Total
	N=75	N=75	N=150
Cholestérol (g/l)	0,88±0,15	0,86±0,16	0,87±0,15
Triglycérides (g/l)	0,21±0,08*	0,18±0,06	0,19±0,07
Urée (g/l)	0,35±0,06	0,34±0,05	0,34±0,06
Créatinine (mg/l)	11,00±1,65*	10,36±1,31	10,68±1,52
Protéines totales (g/l)	67,99±6,55	66,88±6,48	67,43±6,52
Albumine (g/l)	31,20±5,10	29,80±3,62	30,50±4,46
Globuline (g/l)	36,79±7,67	36,68±7,55	36,73±7,59
Calcium (mg/l)	87,97±6,05*	84,57±4,46	86,27±5,56
Phosphore (mg/l)	64,39±6,69	63,33±4,92	63,86±5,88

*Marque la différence significative ($p<0,05$) dans la même ligne.

Dans la présente étude, les valeurs moyennes des triglycérides, de la créatinine et du calcium enregistrées étaient significativement ($p<0,05$) élevées en hiver avec 0,21±0,08 g/l, 11,00±1,65 mg/l et 87,97±6,05 mg/l respectivement, et basses au printemps, avec 0,18±0,06 g/l, 10,36±1,31 mg/l et 84,57±4,46 mg/l respectivement.

Dans ce travail, le cholestérol, l'urée, les protéines totales, l'albumine, les globulines et le phosphore, avaient des valeurs moyennes élevées en hiver, respectivement de 0,88±0,15 g/l; 0,35±0,06 g/l; 67,99±6,55 g/l; 31,20±5,10 g/l; 36,79±7,67 g/l et 64,39±6,69 mg/l, et faibles au printemps, respectivement de 0,86±0,16 g/l; 0,34±0,05 g/l; 66,88±6,48 g/l; 29,80±3,62 g/l; 36,68±7,55 g/l et 63,33±4,92 mg/l, sans aucune différence significative ($p<0,05$).

C. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON L'ETAT GESTATIF

Tableau 18. Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon l'état gestatif

Paramètres biochimiques	Etat gestatif des chèvres			
	Vide	Gestante	Postpartum	Total
	N=50	N=50	N=50	N=150
Cholestérol (g/l)	0,91±0,16*	0,87±0,12	0,83±0,17	0,87±0,15
Triglycérides (g/l)	0,17±0,06	0,20±0,06	0,21±0,09*	0,19±0,07
Urée (g/l)	0,36±0,06*	0,33±0,06	0,34±0,05	0,34±0,06
Créatinine (mg/l)	10,58±1,63	11,04±1,44	10,43±1,45	10,68±1,52
Protéines totales (g/l)	69,38±7,32*	68,80±5,31	64,12±5,52	67,43±6,52
Albumine (g/l)	31,40±4,72	29,52±3,63	30,58±4,82	30,50±4,46
Globuline (g/l)	37,78±8,14	39,08±6,27*	33,34±7,13	36,73±7,59
Calcium (mg/l)	87,74±5,62*	86,50±4,95	84,58±5,73	86,27±5,56
Phosphore (mg/l)	66,62±6,71*	63,04±4,41	61,92±5,33	63,86±5,88

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.

Les résultats enregistrés, dans le tableau ci-dessus, montrent que les valeurs moyennes du cholestérol, des protéines totales, du calcium et de phosphore les plus élevées significativement ($p < 0,05$), ont été enregistrées chez les chèvres vides avec respectivement de 0,91±0,16 g/l; 69,38±7,32 g/l; 87,74±5,62 mg/l et 66,62±6,71 mg/l.

Pour les triglycérides, la valeur la plus basse a été de 0,17±0,06 g/l enregistrée chez les chèvres vides, et la valeur la plus élevée chez les chèvres en postpartum avec 0,21±0,09g/l.

Concernant l'urée, la valeur moyenne significativement ($p < 0,05$) la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres vides avec 0,36±0,06 g/l, et la valeur la plus basse a été enregistrée chez les chèvres gestantes avec 0,33±0,06 g/l.

Alors que, la valeur moyenne la plus élevée de globulines a été enregistrée chez les chèvres gestantes avec 39,08±6,27 g/l, et la valeur basse a été enregistrée chez les chèvres en postpartum avec 33,34±7,13 g/l.

D. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON LA PARITE

Tableau 19. Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon la parité

Paramètres biochimiques	La parité			
	Nullipare	Primipare	Multipare	Total
	N=23	N=38	N=89	N=150
Cholestérol (g/l)	0,94±0,13*	0,88±0,15	0,84±0,16	0,87±0,15
Triglycérides (g/l)	0,19±0,05	0,22±0,09*	0,18±0,06	0,19±0,07
Urée (g/l)	0,36±0,07	0,34±0,06	0,34±0,05	0,34±0,06
Créatinine (mg/l)	9,98±1,41	10,78±1,78	10,79±1,39*	10,68±1,52
Protéines totales (g/l)	65,65±6,21	66,71±6,70	68,20±6,46	67,43±6,52
Albumine (g/l)	31,30±5,38	30,76±4,78	30,18±4,07	30,50±4,46
Globuline (g/l)	34,17±6,23	35,76±8,76	37,81±7,22	37,73±7,59
Calcium (mg/l)	88,57±5,57*	86,76±5,94	85,47±5,26	86,27±5,56
Phosphore (mg/l)	67,30±8,25*	64,24±5,21	62,81±5,08	63,86±5,88

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même ligne.

Dans notre étude, les valeurs moyennes les plus élevées du cholestérol, du calcium et du phosphore ont été enregistrées chez les chèvres nullipares avec $0,94 \pm 0,13$ g/l; $88,57 \pm 5,57$ mg/l et $67,30 \pm 8,25$ mg/l respectivement, alors que les valeurs basses ont été enregistrées chez les multipares avec $0,84 \pm 0,16$ g/l; $85,47 \pm 5,26$ mg/l et $62,81 \pm 5,08$ mg/l respectivement.

Concernant les triglycérides la valeur moyenne la plus basse a été enregistrée chez les multipares avec $0,18 \pm 0,06$ g/l, et la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les primipares avec $0,22 \pm 0,09$ g/l.

Pour la créatinine, la valeur la plus faible a été enregistrée chez les nullipares avec $9,98 \pm 1,41$ mg/l, et la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les multipares avec $10,79 \pm 1,39$ mg/l.

E. VARIATIONS DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SELON L'AGE

Tableau 20. Variations des paramètres biochimiques chez les chèvres selon les tranches d'âge

Paramètres biochimiques	L'âge (mois)			
	≤24	] 24-60[	≥60	Total
	N=72	N=54	N=24	N=150
Cholestérol (g/l)	0,90±0,14*	0,86±0,50	0,77±0,16	0,87±0,15
Triglycérides (g/l)	0,21±0,08*	0,19±0,06	0,16±0,06	0,19±0,07
Urée (g/l)	0,34±0,06	0,35±0,05	0,34±0,06	0,34±0,06
Créatinine (mg/l)	10,48±1,67	10,72±1,20	11,21±1,64	10,68±1,52
Protéines totales (g/l)	65,96±6,26	68,59±5,72	69,25±8,08*	67,43±6,52
Albumine (g/l)	30,93±4,92	29,67±3,54	31,08±4,76	30,50±4,46
Globuline (g/l)	34,88±7,80	38,63±6,20*	38,04±8,68	37,73±7,59
Calcium (mg/l)	87,47±5,62*	84,44±4,87	86,79±5,97	86,27±5,56
Phosphore (mg/l)	64,90±6,81	62,67±4,07	63,42±5,98	63,86±5,88

*Marque la différence significative ($p<0,05$) dans la même ligne.

Dans la présente étude, nous avons enregistré des valeurs moyennes du cholestérol et des triglycérides significativement ($p<0,05$) élevées de $0,90\pm0,14$ g/l et $0,21\pm0,08$ g/l respectivement chez les jeunes chèvres d'un âge inférieur ou égale à 24 mois. Alors que, les valeurs les plus basses ont été enregistrées chez les chèvres les plus âgées avec $0,77\pm0,16$ g/l et $0,16\pm0,06$ g/l respectivement.

Les résultats du tableau montrent que la valeur moyenne, la plus élevée des protéines totales, a été enregistrée chez les chèvres les plus âgées (supérieur ou égale 60 mois) avec $69,25\pm8,08$ g/l contre $65,96\pm6,26$ g/l la valeur basse chez les jeunes chèvres d'un âge inférieur ou égale 24 mois. Pour les globulines, la valeur la plus faible a été enregistrée chez les jeunes chèvres avec $34,88\pm7,80$ g/l, alors que la valeur la plus élevée significativement ($p<0,05$) était de $38,63\pm6,20$ g/l, a été enregistrée chez les chèvres les plus âgées.

Pour le calcium, la valeur moyenne la plus élevée significativement ($p<0,05$) a été enregistrée chez les jeunes chèvres d'un âge inférieur ou égale 24 mois avec $87,47\pm5,62$ mg/l contre $84,44\pm4,87$ mg/l chez les chèvres d'un âge supérieur a 24 et inférieur a 60 mois.

DISCUSSION

Les résultats de la présente étude montrent que la valeur moyenne du cholestérol obtenue, chez toutes les chèvres, se trouve dans la fourchette des normes rapportée par la bibliographie (Mollereau *et al.*, 1995; Merck, 2002) et celle de Ribeiro *et al.* (2018) enregistrée durant la saison sèche à savoir (0,55 - 1,99) g/l. Néanmoins, elle est supérieure aux normes décrites par Sylvie *et al.* (1982) et Bani Ismail *et al.* (2008), et inférieure à celle décrite par Ribeiro *et al.* (2018) durant la saison des pluies à savoir (1,80 - 2,34) g/l.

Concernant les triglycérides, la valeur moyenne qui a été enregistrée chez les chèvres étudiées était inférieure aux normes citées par Ruckebusch (1981) à savoir (0,40 - 1,50) g/l, mais dans la fourchette des normes citée par Mollereau *et al.* (1995), Daramola *et al.* (2005), Bani Ismail *et al.* (2008) et Ribeiro *et al.* (2018) (voir annexe III).

Dans la présente étude, la valeur moyenne de l'urée correspond aux valeurs de références obtenues par Mollereau *et al.* (1995), Merck (2002), Daramola *et al.* (2005) et Bani Ismail *et al.* (2008), mais elle est inférieure aux normes décrites par Sylvie *et al.* (1982) et Ribeiro *et al.* (2018). Cependant cette valeur est supérieure aux normes rapportées par Tambuwal *et al.* (2002) à savoir $0,28 \pm 0,12$ g/l.

La valeur de la créatinine qui a été enregistrée dans notre travail était supérieure aux normes décrites par Bani Ismail *et al.* (2008) à savoir (1 - 4,9) mg/l, mais incluse dans les intervalles des normes rapportées par Mollereau *et al.* (1995), Merck (2002) et Ribeiro *et al.* (2018).

Les résultats de la présente étude, ont montré que les valeurs moyennes des protéines totales, de l'albumine et des globulines se trouvaient dans les limites normales rapportées pour les chèvres par Ribeiro *et al.* (2018) durant la saison sèche à savoir (63 - 97) g/l.

En même temps, la valeur moyenne des protéines totales est dans la fourchette des normes décrites par Merck (2002), Daramola *et al.* (2005) et Bani Ismail *et al.* (2008), et inférieure à celles de Mollereau *et al.* (1995), Sylvie *et al.* (1982) et Abdelatif *et al.* (2009), et supérieure à celle de Tambuwal *et al.* (2002) à savoir 44 ± 15 g/l.

Alors que la valeur de l'albumine est supérieure aux normes citées par Tambuwal *et al.* (2002) et Daramola *et al.* (2005) à savoir 25 ± 18 g/l et 28 ± 43 g/l respectivement, et inférieure aux valeurs moyennes rapportées par Sylvie *et al.* (1982) et Abdelatif *et al.* (2009) à savoir $34,6\pm 4,1$ g/l et $33,1\pm 5,4$ g/l respectivement. Mais elle est incluse dans les intervalles des normes décrites par Mollereau *et al.* (1995) et Bani Ismail *et al.* (2008) à savoir (24 - 43) g/l et (5 - 50) g/l respectivement.

Cependant, la valeur moyenne de globulines est supérieure à la valeur décrite par Abdelatif *et al.* (2009) à savoir $37,2\pm 12,8$ g/l, et aux intervalles rapportés par Ribeiro *et al.* (2018) durant la saison des pluies à savoir (7 - 34) g/l, mais elle est incluse dans l'intervalle des normes décrites par Ribeiro *et al.* (2018) durant la saison sèche à savoir (29 - 70) g/l.

En ce qui concerne les minéraux, les valeurs moyennes du calcium et de phosphore enregistrées dans notre étude, sont dans les normes décrites par Mollereau *et al.* (1995), Merck (2002) et Bani Ismail *et al.* (2008), mais supérieures aux normes rapportées par Daramola *et al.* (2005). Cependant Sylvie *et al.* (1982) ont enregistré une valeur moyenne du calcium supérieure aux nôtres à savoir $95,8\pm 8,7$ mg/l.

A. VARIATIONS SELON LA SAISON

Dans la présente étude, les triglycérides, la créatinine et le calcium ont été affectés par la saison, et les valeurs moyennes de ces paramètres sanguins étaient significativement ($p < 0,05$) plus élevées en hiver qu'au printemps.

De même, plusieurs études ont rapporté des variations dans les niveaux de certains paramètres biochimiques sanguins en fonction de la saison (Abdelatif *et al.*, 2009; Safari *et al.*, 2011; Al-Eissa *et al.*, 2012; Babe *et al.*, 2015; Banerjee *et al.*, 2015; Malek *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2016; Inbaraj *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2018).

Nos résultats montrent l'augmentation significative des triglycérides en hiver et leur diminution au printemps ce qui est similaire à ceux de Chergui (2016) qui a rapporté que la valeur des triglycérides analysés en hiver est supérieure à celle du printemps chez le bouc de race Bédouine.

Contrairement à nos résultats, Malek *et al.* (2016) ont enregistré des valeurs élevées au printemps et faibles en hiver sans aucune différence significative. Dans le même sens, Ribeiro *et*

al. (2016) et Ribeiro *et al.* (2018) ont rapporté que les triglycérides étaient bas à basse température et élevés à haute température.

Alors que, Krokavec *et al.* (1992) ont rapporté que la saison n'a pas d'influence significative sur les triglycérides chez les chèvres.

Dans la présente étude, l'augmentation des triglycérides en hiver pourrait être expliquée par l'augmentation de la température au printemps par rapport à l'hiver ce qui est en accord avec Abeni *et al.* (2007) qui suggère que les triglycérides diminuent légèrement à cause de l'augmentation de la température. Ou bien par, l'apport alimentaire réduit pendant le printemps par rapport à l'hiver.

De même, Bennis *et al.* (1994) signalent une concentration faible de triglycérides chez les chèvres élevées dans de mauvaises conditions alimentaires, par rapport aux chèvres élevées dans des conditions alimentaires plus ou moins bonnes, ce qui concorde avec nos résultats, puisque nous avons remarqué que la quantité d'aliments (fourrage/concentré) distribuée aux chèvres en hiver était supérieure à celle du printemps, et que cette ration journalière a été remplacée par la mise au pâturage seulement au printemps dans tous les élevages étudiés.

Dans la présente étude, les résultats de la créatinine sont similaires à ceux de Malek *et al.* (2016) qui ont enregistré une valeur élevée en hiver et faible au printemps, mais sans aucune différence significative à savoir $12,53 \pm 0,88$ mg/l et $9,03 \pm 0,51$ mg/l respectivement. Et à ceux de Ribeiro *et al.* (2018) qui ont constaté que la créatinine était significativement élevée à la saison des pluies par rapport à la saison sèche. Alors que, en 2016, ces même auteurs, Ribeiro *et al.*, ont rapporté des valeurs significativement élevées de la créatinine au printemps et faibles en été.

Contrairement à nos résultats, Chergui (2016) a enregistré des valeurs élevées au printemps et basses en hiver de la créatinine dosées, soit le matin à 8h00, soit le soir à 20h00 chez le bouc de race Bédouine sans aucune différence significative, et il a signalé que les variations saisonnières caractérisent uniquement la créatininémie mesurée à 20h00 h qui montre une baisse significative en hiver par rapport à l'automne.

L'augmentation de la créatinine en hiver par rapport au printemps pourrait être expliquée par l'augmentation de la masse musculaire (Ndlovu *et al.*, 2007) suite à une bonne alimentation distribuée en hiver par rapport au printemps.

En ce qui concerne le calcium, nos résultats sont différents de ceux de Safari *et al.* (2011) et Chergui (2016). Car Safari *et al.* (2011) ont rapporté que la valeur de ce dernier était plus faible pendant la saison des pluies par rapport à la saison sèche. Alors que, Chergui (2016) a enregistré des valeurs élevées au printemps et basses en hiver pour le calcium dosé à 8h00 de matin et à 20h00 de soir pour le bouc de race Bédouine.

L'augmentation du calcium dans la présente étude peut être expliquée par une meilleure alimentation des chèvres en hiver par rapport au printemps. Car nous avons remarqué que toutes les exploitations caprines utilisées dans cette étude étaient des exploitations mixtes avec des ovins, et les éleveurs alimentaient les chèvres et les ovins en hiver avec une ration équilibrée, mais au printemps les ovins bénéficiaient de pâturages et de compléments alimentaires, alors que les chèvres n'avaient droit qu'au pâturage.

Selon Belhamiti (2007), l'élevage caprin en Algérie est toujours traditionnel, associé à celui des ovins, il est rarement conduit en troupeaux homogènes. Sa production est destinée essentiellement à l'autoconsommation des éleveurs et au financement de l'exploitation.

Dans la présente étude, nous avons aussi constaté que le cholestérol, l'urée, les protéines totales, l'albumine, les globulines et le phosphore n'ont pas été affectés par la saison. Mais leurs valeurs moyennes étaient élevées en hiver et basses au printemps.

Nos résultats montrent une valeur moyenne de cholestérol élevée en hiver et basse au printemps, ce qui est similaire à ceux de Babe *et al.* (2015) et Malek *et al.* (2016).

Dans le même sens, Ribeiro *et al.* (2018) ont rapporté dans une étude menée au Brésil, des valeurs de cholestérol significativement élevées en saison des pluies et basses en période sèche à savoir $204,4 \pm 14,3$ mg/dl et $164,6 \pm 36,2$ mg/dl respectivement. Mais ces mêmes auteurs, Ribeiro *et al.* (2016) ont rapporté dans une autre étude menée en Italie qu'au printemps la concentration de cholestérol était plus élevée par rapport à l'été à savoir 73,1 mg/dl et 67,3 mg/dl respectivement.

Alors que, dans une étude similaire menée sur les chèvres de race Teressa, Inbaraj *et al.* (2017) rapporté que la concentration du cholestérol était élevée à basse température et faible à haute température, alors que l'inverse de ces résultats a été enregistré chez la race Andaman et la race croisée locale d'Andaman \times Malabari.

Rathwa *et al.* (2017) ont suggéré que cette diminution est due à la faible consommation des nutriments causés par la hausse de la température.

Concernant l'urée, la valeur moyenne la plus élevée a été enregistrée également en hiver, ce qui est en accord avec les résultats de Safari *et al.* (2011).

En revanche, nos résultats sont différents de ceux de Malek *et al.* (2016) et Ribeiro *et al.* (2018).

Pour les protéines totales, nos résultats sont similaires à ceux d'Inbaraj *et al.* (2017) chez les chèvres de race Teressa, qui ont enregistré des valeurs faibles dans des températures élevées et des valeurs élevées dans des températures basses.

En revanche, nos résultats sont différents de ceux de Babe *et al.* (2015) et Ribeiro *et al.* (2018). Car Babe *et al.* (2015), ont constaté que les concentrations des protéines sériques étaient basses en hiver et élevées au printemps sans aucune différence significative. Alors que, Ribeiro *et al.* (2018), rapportent que la concentration élevée des protéines totales a été enregistrée dans la période de température élevée.

Cette augmentation non significative du cholestérol, de l'urée et des protéines totales, dans le présent travail, peut être expliquée par la différence de la température et de précipitations pendant les deux saisons (voir tableau 4).

B. VARIATIONS SELON L'ETAT GESTATIF

Dans la présente étude, l'état gestatif de la chèvre a eu une influence significative ($p < 0,05$) sur le cholestérol, les triglycérides, l'urée, les protéines totales, les globulines, le calcium et le phosphore.

Plusieurs études ont montré de grandes variations dans les niveaux de certains paramètres biochimiques sanguins chez les chèvres avec les différents stades gestatifs (vides, gestantes, en parturition, postpartum et pendant la lactation) (Azab et Abdel-Maksoud, 1999; Waziri *et al.*, 2010; Allaoua et Mahdi, 2016; Allaoua et Mahdi, 2018; Soares *et al.*, 2018).

La valeur moyenne du cholestérol la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres vides, alors qu'en postpartum, la valeur enregistrée était la plus basse (tableau 18), nous avons noté que cette valeur était inférieure aux normes physiologiques citées par plusieurs auteurs Tambuwal *et*

al. (2002), Kaneko *et al.* (2008) et Olafadehan (2011), mais elle est dans la fourchette rapportée par Žubčić (2001) et Merck (2002) à savoir (0,64 -1,36) g/l.

Ramón *et al.* (2018) ont enregistré une valeur significativement élevée du cholestérol chez les chèvres vides, ce qui est similaire à nos résultats. Cependant, Abd Eldaim *et al.* (2015) ont enregistré une valeur moyenne élevée chez les chèvres gestantes par rapport ou chèvres en postpartum, ce qui est en accord avec nos résultats entre ces deux stades gestatif.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Mbassa et Poulsen (1991) et Sandabe *et al.* (2004). Car, des valeurs plus élevées de cholestérol ont été enregistrées chez les chèvres en postpartum suivies par des chèvres vides et enfin des chèvres gestantes dans les travaux de Mbassa et Poulsen (1991). Tandis que, Sandabe *et al.* (2004) ont rapporté que la valeur de cholestérol la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres gravides et la valeur la plus faible chez les chèvres vides à savoir $79,48 \pm 14,93$ mg/dl et $67,29 \pm 1,10$ mg/dl respectivement.

Allaoua et Mahdi (2018), Soares *et al.* (2018) et Allaoua (2019) ont rapporté que l'état gestatif n'a pas d'influence significative sur le cholestérol chez les chèvres.

Par ailleurs, l'augmentation du cholestérol chez les chèvres vides pourrait être due à une ration alimentaire supérieure aux besoins, ce qui est clairement observé dans la présente étude par le taux élevé des protéines totales et de l'urée et un taux de triglycérides faible chez ces dernières. Alors que la diminution qui a été enregistrée en postpartum dans la présente étude peut être liée à l'absorption accrue de cholestérol par les tissus impliqués dans la synthèse du lait.

Concernant les triglycérides, la valeur la plus basse a été enregistrée chez les chèvres vides, suivie par les chèvres gestantes, tandis que la valeur la plus élevée significativement ($p < 0,05$) a été enregistrée chez les chèvres en postpartum.

À la fin de la gestation, une diminution de la sensibilité des tissus adipeux à l'action de l'insuline peut provoquer une augmentation de la concentration des triglycérides sanguins en début de lactation (Schlumbohm *et al.* 1997). De plus, Hayirli *et al.* (2002) ont lié cette augmentation à l'augmentation de l'hormone de croissance, du glucagon et des AGNE. Ce changement métabolique favorise, dans le tissu mammaire, la formation des triglycérides pour le passage dans le lait (Jean-Blain, 2002).

En revanche, Allaoua et Mahdi (2016) ont enregistré une valeur faible chez les chèvres à la 3^{ème} semaine postpartum par rapport aux autres stades gestatifs. D'autre part, Soares *et al.*

(2018) ont enregistré des valeurs de triglycérides élevées avant la parturition, et des valeurs faibles après la parturition, ce qui contraste avec nos résultats.

Pour l'urée, la valeur enregistrée chez les chèvres vides, était significativement plus élevée ($p < 0,05$) par rapport aux chèvres gestantes et en postpartum. Nos résultats sont similaires à ceux de Allaoua et Mahdi (2016) qui ont enregistré la valeur élevée chez les chèvres vides par rapport aux chèvres en 4^{ème} semaine avant la parturition et les chèvres en 3^{ème} semaine postpartum à savoir $0,36 \pm 0,0$ g/l, $0,28 \pm 0,1$ g/l et $0,34 \pm 0,1$ g/l respectivement.

Nous avons aussi remarqué que la valeur moyenne enregistrée chez les chèvres en postpartum était élevée par rapport à la valeur enregistrée chez les chèvres gestantes, nos résultats sont similaires à ceux enregistrés par Abd Eldaim *et al.* (2015).

L'augmentation de l'urée chez les chèvres vides pourrait s'expliquer par l'augmentation de protéines totales, et par la faible production du lait par rapport aux chèvres en postpartum.

Selon Rodriguez *et al.* (1996), une augmentation de l'urée en fin de lactation est due à la diminution de la production du lait et la faible filtration glomérulaire, en outre, Allaoua (2019) a ajouté que la cause de cette diminution de l'urée en fin de lactation pourrait s'expliquer par l'augmentation de l'apport en protéines (ammoniac absorbé par le rumen) ou par l'augmentation du catabolisme des acides aminés.

Cependant, la diminution de l'urée chez les chèvres en postpartum par rapport aux chèvres vides, dans la présente étude, pourrait être expliquée par l'augmentation de l'utilisation des acides aminés chez les ruminants pour la synthèse des protéines du lait suite à un recyclage.

Selon Balıkcı *et al.* (2007), la diminution de l'urée en début de lactation pourrait s'expliquer par l'augmentation de l'utilisation d'acides aminés chez les ruminants pour la synthèse des protéines du lait, ce qui entraîne une diminution de la concentration sérique en urée.

Par contre, l'augmentation de la concentration de l'urée en postpartum par rapport à la gestation peut être expliquée ; Soit par un catabolisme accru des protéines musculaires pendant la lactation, lorsque de grandes quantités de réserves corporelles ont été mobilisées (Berkani *et al.*, 2018). Suite à un déficit en énergie fermentescible qui limite la synthèse microbienne et provoque une accumulation d'ammoniac dans le rumen (Rowlands, 1980), ou comme indicateur de certaines perturbations dans la fonction du foie, car pendant la gestation et dans certaines

situations de stress, l'urée est un indicateur du niveau des réserves corporelles (Sejian *et al.*, 2010).

Contrairement à nos résultats, Soares *et al.* (2018) ont rapporté que l'état gestatif n'a pas d'effet significatif sur l'urée chez les chèvres.

Dans cette étude, la valeur moyenne des protéines totales enregistrée chez les chèvres en postpartum était faible par rapport aux valeurs enregistrées chez les chèvres gestantes et vides (tableau 18), nos résultats sont en accord avec la majorité des résultats rapportés dans la bibliographie (voir annexe III).

Cette diminution en postpartum pourrait s'expliquer par l'extraction et le passage rapide des immunoglobulines dans le colostrum via les glandes mammaires en début de lactation (Berkani *et al.*, 2018). Ramón *et al.* (2018) ont signalé que la faible valeur des protéines totales a été enregistrée chez les chèvres en postpartum de $74,10 \pm 10,00$ g/l, puis une valeur légèrement élevée a été enregistrée chez les chèvres gestantes de $81,00 \pm 5,80$ g/l, alors que la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres vides de $82,00 \pm 7,50$ g/l.

Nos résultats sont différents de ceux d'Allaoua et Mahdi (2016) et Soares *et al.* (2018). Allaoua et Mahdi (2016) ont rapporté que les protéines totales étaient élevées chez les chèvres en 3^{ème} semaine postpartum avec une valeur moyenne de $73,2 \pm 2,0$ g/l et faible chez les chèvres en 4^{ème} semaine avant la parturition avec une valeur moyenne de $68,1 \pm 2,8$ g/l, tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les chèvres vides avec une valeur moyenne de $66,0 \pm 5,3$ g/l.

Cependant, Soares *et al.* (2018) ont rapporté que les protéines totales étaient très significativement élevées chez les chèvres au 10^e, 20^e et 30^e jour après la parturition avec des valeurs moyennes de $76,9 \pm 7,90$ g/l, $79,7 \pm 7,40$ g/l et $81,4 \pm 7,60$ g/l respectivement, et faible chez les chèvres au 10^e, 20^e et 30^e jour avant la parturition avec des valeurs moyennes de $72,3 \pm 1,10$ g/l, $72,6 \pm 9,30$ g/l et $74,7 \pm 8,90$ g/l respectivement.

En fin, pour Abd Eldaim *et al.* (2015), le stade gestatif n'a pas d'influence significative sur le taux des protéines totales.

Concernant les globulines, la valeur significativement ($p < 0,05$) la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres gestantes et la valeur la plus faible chez les chèvres en postpartum (tableau 18).

Nos résultats sont différents de ceux de Soares *et al.* (2018) et Allaoua (2019). Allaoua (2019) a enregistré une valeur significativement élevée chez les chèvres en début de lactation de $39,99 \pm 3,45$ g/l, et une valeur faible chez les chèvres en fin de gestation de $35,66 \pm 3,15$ g/l, tandis que, la valeur la plus basse a été enregistrée chez les chèvres vides de $32,70 \pm 3,24$ g/l. Cependant, Soares *et al.* (2018) ont enregistré des valeurs moyennes des globulines significativement élevées après la parturition par rapport aux valeurs faibles avant et pendant la parturition.

Dans notre étude, la diminution de l'albumine en gestation et des globulines en postpartum chez les chèvres peut être due au transfert de l'albumine sanguine vers les tissus de croissance fœtale, tandis que la globuline peut être utilisée principalement pour la synthèse du lait (Ramón *et al.* 2018).

De plus, il a été démontré que chez les chèvres Nubiennes la diminution des protéines sériques sanguines, en particulier de l' γ -globuline, est due à leur élimination de la circulation sanguine afin de soutenir la sécrétion mammaire après la parturition (Chen *et al.*, 1998), afin de soutenir les processus trophiques et d'absorption par les nouveau-nés (Chen *et al.*, 1999).

Pour le calcium et le phosphore, les valeurs les plus élevées significativement ($p < 0,05$) ont été enregistrées chez les chèvres vides, alors que les valeurs les plus faibles ont été enregistrées chez les chèvres en postpartum (tableau 18). Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par Azab et Abdel-Maksoud (1999) chez la race Baladi, où la valeur significativement la plus élevée du calcium a été enregistrée chez les chèvres vides, tandis que la valeur la plus élevée de phosphore a été aussi enregistrée chez les chèvres vides, mais sans aucune différence significative.

Nos résultats sont aussi similaires à ceux de Allaoua et Mahdi (2016) pour le calcium, par contre pour le phosphore ces auteurs ont enregistré une valeur élevée chez les chèvres en 4^{ème} semaine avant la parturition et faible chez les chèvres vides à savoir $50,7 \pm 14,1$ mg/l et $38,8 \pm 10,6$ mg/l respectivement, ce qui est en contradiction avec nos résultats.

Par contre, nos résultats sont différents de ceux de Soares *et al.* (2018) qui ont rapporté que les concentrations du calcium et de phosphore n'avaient pas été influencées par l'état gestatif.

Après la parturition et en début de lactation, les besoins en calcium augmentent, les niveaux moyens du calcium sérique chez les ruminants pendant le postpartum diminuent, les niveaux du calcium dans le sérum sont inversement proportionnels à la production de lait (Ivanov *et al.*, 1990). Alors que, la diminution du phosphore en postpartum pourrait être causée par la

forte demande par la glande mamelle pour la synthèse de colostrum et du lait (Rook et Thomas, 1983).

D'autre part, Hoffmann et Solter (2008) ont suggéré que la synthèse de colostrum, du lait et la faible consommation de nourriture, les jours du vêlage peuvent expliquer la baisse du calcium et du phosphore, ce qui explique la diminution des minéraux (Ca et P) autour du vêlage par rapport aux chèvres vides enregistrée dans la présente étude.

Dans notre travail l'état physiologique de la chèvre n'a pas eu une influence significative ($p < 0,05$) sur la créatinine, mais la valeur moyenne la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres gestantes et la valeur la plus basse chez les chèvres en postpartum (tableau 18), nos résultats sont similaires à ceux de Ramón *et al.* (2018) avec $1,2 \pm 0,5$ mg/dl chez les chèvres gestantes et $1,0 \pm 0,3$ mg/dl chez les chèvres postpartum, et à ceux d'Allaoua et Mahdi (2018) et Soares *et al.* (2018).

Kaneko *et al.* (2008) ont expliqué l'augmentation de la créatinine chez les chèvres gestantes par une bonne adaptation de la fonction des reins à la gestation, un catabolisme des protéines des muscles squelettiques et un développement de la musculature fœtale en fin de gestation.

C. VARIATIONS SELON LA PARITE

Dans notre étude, la parité a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur le cholestérol total, les triglycérides, la créatinine, le calcium et le phosphore. Les valeurs moyennes du cholestérol les plus élevées ont été enregistrées chez les nullipares puis chez les primipares, alors que la valeur la plus faible était chez les multipares (tableau 19), ce qui est différent aux résultats obtenus par Allaoua (2019) qui a enregistré des valeurs élevées de cholestérol chez les chèvres multipares par rapport à celles des chèvres primipares durant tous les stades de lactation (début, milieu, et stade tardif de la lactation) mais sans aucune signification. Alors qu'en fin de la lactation la différence était significative, avec une valeur de 2,45 mmol/l chez les multipares et une valeur de 1,92 mmol/l chez les primipares.

Cette augmentation chez les nullipares s'explique par les besoins en ce métabolite chez les jeunes ruminants, sachant que la totalité des femelles nullipares (22 sur 23 chèvres) ont moins de 24 mois.

Par contre, d'autres auteurs ont signalé que la parité n'a pas d'influence significative sur le cholestérol sanguin (Samardžija *et al.*, 2013).

Dans ce travail, la valeur la plus faible des triglycérides a été enregistrée chez les multipares, et la valeur la plus élevée chez les primipares (tableau 19). Nos résultats sont différents de ceux d'Allaoua (2019) qui a enregistré une valeur faible chez les primipares avec 0,28 mmol/l et élevé chez les multipares avec 0,45 mmol/l.

Par contre, d'autres auteurs ont signalé que la parité n'a pas d'influence significative sur le niveau des triglycérides sanguins (Samardžija *et al.*, 2013).

Dans cette étude, l'augmentation de la concentration des triglycérides enregistrée chez les primipares pourrait être expliquée par l'effet de la diminution de l'apport alimentaire en protéines totales (Cocodrilli *et al.*, 1970).

Pour la créatinine, la valeur enregistrée chez les multipares était la plus élevée significativement ($p < 0,05$). Nos résultats sont en accord avec les travaux de Mbassa et Poulsen (1991) qui ont rapporté que plus la parité est élevée, plus l'augmentation de la créatinine est importante chez les chèvres laitières danoises des Landes (*Capra hircus*).

Nos résultats sont aussi en accord avec ceux obtenus par Allaoua (2019) qui a signalé que la créatinine était significativement ($p < 0,05$) élevée chez les multipares par rapport aux primipares chez les chèvres de race Arbia en fin de la lactation à savoir 9,5 mg/l et 5,3 mg/l respectivement, par contre en début, milieu et stade tardif de la lactation cette valeur était élevée chez les primipares et basse chez les multipares.

Cette augmentation de la concentration de la créatinine chez les multipares dans la présente étude, peut être expliquée par l'augmentation de la masse musculaire chez les primipares et les multipares par rapport aux nullipares.

Nos résultats montrent que chez les chèvres nullipares, les valeurs moyennes du calcium et de phosphore étaient significativement ($p < 0,05$) plus élevées par rapport à celles des chèvres multipares (tableau 19).

Dans notre travail, la diminution de la concentration du calcium et de phosphore chez les chèvres multipares s'accorde avec les rapports d'Allaoua (2019) chez les chèvres de race Arbia en début, stade tardif et fin lactation pour le calcium, et chez les chèvres en début de lactation

pour le phosphore. Par contre ce dernier était élevé chez les chèvres primipares en milieu, stade tardif et fin lactation.

La diminution du calcium et du phosphore chez les chèvres multipares peut être expliqué soit par une déminéralisation squelettique due aux gestations répétitives, soit par un mauvais entretien compte tenu du régime alimentaire et du mode d'élevage.

D. VARIATIONS SELON L'ÂGE

Dans notre étude l'âge a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur le cholestérol total, les triglycérides, les protéines totales, les globulines et le calcium.

Dans la présente étude, nous avons enregistré une valeur moyenne de cholestérol significativement élevée chez les jeunes chèvres d'un âge inférieur ou égale 24 mois, tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée chez les chèvres la plus âgées (tableau 20), nos résultats sont similaires à ceux de Hafid (2016) qui a signalé que le cholestérol était élevé chez les jeunes caprins par contre il était faible chez les adultes à savoir $0,77 \pm 0,09$ g/l et $0,62 \pm 0,06$ g/l respectivement. Par contre, nos résultats sont différents de ceux d'Elitok (2012).

Selon Hafid (2016), les taux importants du cholestérol total dans le sang chez les jeunes ruminants sont expliqués par les besoins accrus en ce métabolite. D'autre part, Ashour *et al.* (2015) ont rapporté qu'avec l'avancement de l'âge, la concentration du cholestérol est influencée par le degré du stress.

Nos résultats montrent que les concentrations de triglycérides dans le plasma des chèvres diminuent avec l'avancement de l'âge des chèvres, ce qui est similaire aux rapports de Nazifi *et al.* (2002b) qui ont enregistré une valeur de triglycérides élevée chez les boucs d'un âge inférieur à un an avec $0,43 \pm 0,05$ mmol/l contre $0,11 \pm 0,03$ mmol/l chez les boucs d'un âge supérieur à 5 ans. Alors que Hafid (2016) a enregistré une valeur moyenne élevée de $0,31 \pm 0,05$ g/l chez les jeunes chèvres contre $0,25 \pm 0,06$ g/l chez les chèvres adultes. Par contre, nos résultats sont différents de ceux d'Elitok (2012).

L'augmentation des triglycérides chez les jeunes chèvres par rapport aux chèvres adultes, peut être expliquée par la synthèse élevée de lipoprotéines riches en triglycérides (VLDL), ou bien l'activité accrue de la lipolyse pour la fourniture du glycérol essentiel pour la néoglucogenèse, afin de couvrir les besoins de croissance, tandis que leur diminution chez les chèvres adultes est liée à l'augmentation de l'activité lipogénique (Hafid, 2016).

Les résultats de la présente étude montrent que les protéines totales sont plus faibles chez les jeunes chèvres, et nous avons constaté que la concentration de protéines totales dans le plasma sanguin des chèvres augmente avec l'âge, nos résultats sont similaires à ceux d'Elitok (2012) et Hafid (2016).

La même constatation a été faite pour les globulines, où la valeur la plus faible a été enregistrée chez les jeunes chèvres, et la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les chèvres ayant un âge de plus de 24 mois et de moins de 60 mois. Abdolvahabi *et al.* (2016) ont rapporté qu'à mesure que l'âge augmente, la concentration de protéines totales et de globulines dans le plasma des agneaux et des chevreaux augmente aussi.

Avec l'avancement en âge, la concentration en protéines totales sériques augmente (Kapale *et al.*, 2008), suite à une augmentation progressive des globulines (Eckersall, 2008), elle évolue dans le même sens que les conditions corporelles. Ainsi, l'augmentation des protéines totales s'expliquerait par une masse musculaire logiquement plus importante chez les adultes que chez les jeunes (Hafid, 2016) et pourrait même être liée à l'élévation de la phase aiguë protéines (APP) et Ig en raison de la stimulation du système immunitaire avec l'avancement de l'âge (Abdolvahabi *et al.*, 2016).

Dans la présente étude, nous avons constaté que la concentration du calcium a tendance à diminué avec l'avancement de l'âge. Par contre, Daramola *et al.* (2005) rapporte que l'âge n'a pas d'influence significative sur le niveau du calcium chez les chèvres.

Dans la présente étude, l'augmentation de Ca et P chez les jeunes chèvres est causée par l'effet d'hormone de croissance, car les jeunes chèvres ont besoin de ces deux minéraux pour leur croissance (Prisacaru, 2014).

CONCLUSION
ET
RECOMMENDATIONS

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les composantes biochimiques sanguines chez les ruminants sont d'une grande importance dans le diagnostic des maladies et la surveillance des individus ou du cheptel, mais des facteurs tels que la saison, le statut gestationnel, la parité et l'âge des animaux influencent ces paramètres.

Dans ce sens, et à la lumière des résultats obtenus à partir de trois volets, nous avons conclu que :

La saison affecte certains composants biochimiques sanguins étudiés chez les ruminants. Chez les vaches et les brebis les substrats affectés sont élevés au printemps et basses en hiver, et les variations des paramètres biochimiques en fonction de la saison ont accusé des résultats significatifs des triglycérides et des protéines totales chez les vaches, et des triglycérides et de la créatinine chez les brebis. En revanche, chez les chèvres, les triglycérides, la créatinine et le calcium sont élevés en hiver et basses au printemps contrairement aux résultats enregistrés chez les vaches et les brebis. Ce résultat s'explique par le caractère remarquable des chèvres dans les exploitations mixtes, comme animaux qui bénéficient de la nourriture distribuée en hiver par rapport au pâturage au printemps, par leur dominance sur les brebis.

L'état gestatif affecte la majorité des paramètres biochimiques sanguins chez les vaches et les chèvres. Alors que chez les brebis seulement les triglycérides, l'urée, la créatinine et les protéines totales ont été affectés. Chez les vaches, la concentration de triglycérides et de la créatinine est significativement élevée en fin de gestation, contrairement aux concentrations de cholestérol, d'urée, des protéines totales et des globulines qui sont significativement basses à ce stade. Cependant, la concentration en l'albumine est significativement élevée à 45 jours de lactation. Concernant les minéraux, le calcium est significativement élevé chez la vache vide et basse en postpartum, et le phosphore est élevé en début de gestation et très faible à 45 jours de lactation. Alors que, chez les chèvres le cholestérol, l'urée, les protéines totales, le calcium et le phosphore sont significativement élevés chez les femelles vides. Tandis que, les triglycérides sont significativement élevés chez les chèvres en postpartum, mais dans la présente étude, la globuline est le seul substrat élevé chez les femelles gestantes. Pour les brebis, la concentration des triglycérides et de la créatinine est significativement élevée en gestation, alors que l'urée est élevée en postpartum. Cependant, la concentration des protéines totales est significativement élevée chez les brebis vides.

Nous signalons que certains de ces composants biochimiques ont été influencés surtout durant la phase de transition (fin de gestation - lactation) soit par une augmentation soit une diminution de la concentration, car à cette phase de transition les femelles subissent des changements sur le plan physiologique par l'accroissement rapide du fœtus et l'encombrement du rumen qui diminue la capacité d'ingestion, et en même temps un renouvellement de tissu mammaire associé à des augmentations accrues des besoins énergétiques. Par la suite, la synthèse de colostrum et le stress de parturition, et enfin les besoins pour la production du lait.

La parité affecte certains composants biochimiques sanguins étudiés. Chez les vaches, les variations des paramètres biochimiques en fonction de la parité ont accusé des résultats significatifs de triglycérides, de calcium et de phosphore chez les femelles nullipares, et d'urée, des protéines totales et d'albumine chez les femelles multipares, tandis que, la créatinine est significativement élevée chez les femelles primipares. Alors que, chez les chèvres, le cholestérol, le calcium et le phosphore sont significativement élevés chez les nullipares, à l'inverse, la créatinine est significativement élevée chez les multipares. Cependant, les triglycérides sont élevés chez les primipares. Mais chez les brebis, seuls deux paramètres biochimiques (l'urée et la créatinine) sont affectés par la parité, et ils sont significativement élevés chez les multipares.

L'âge des ruminants a eu une influence significative sur certains paramètres biochimiques sanguins. Chez les vaches avec un âge ≤ 3 ans, les concentrations de cholestérol, de calcium et de phosphore sont significativement élevées, à l'inverse, l'urée, les protéines totales et l'albumine sont significativement faibles. Alors que, chez les chèvres avec un âge ≤ 24 mois, les concentrations de cholestérol, des triglycérides et de calcium sont élevées, tandis que, les protéines totales sont faibles, qui seront augmentées chez les femelles avec un âge ≥ 60 mois. Pour les brebis, le cholestérol, les triglycérides, le calcium et le phosphore sont significativement élevés chez les femelles avec un âge ≤ 24 , alors que, l'urée, la créatinine et les protéines totales sont significativement élevées chez les femelles avec un âge ≥ 60 . Cependant, les globulines sont significativement élevées chez les brebis et les chèvres avec un âge supérieur à 24 mois et inférieur à 60 mois.

De ce qui précède, nous pouvons tirer une conclusion importante, qui nous oblige à prendre en considération tous les facteurs qui peuvent affecter le métabolisme chez les ruminants lors de l'interprétation des résultats biochimiques.

En effet, pour obtenir des résultats plus fiables chez les ruminants dans le domaine de la biochimie sanguine en fonction des facteurs influents, il serait intéressant, de poursuivre des recherches dans les axes suivants :

- ✓ Élargir les paramètres sanguins étudiés à savoir : les autres substrats, les enzymes, les hormones.
- ✓ Élargir les stades gestatifs, les tranches d'âge utilisés et couvrir toutes les saisons de l'année.
- ✓ Étudier les variations des paramètres biochimiques sanguins en fonction des autres facteurs d'influence à savoir : la race, le régime alimentaire, les types d'élevage, le mode de la reproduction, le nombre de la lactation et les facteurs de stress....etc.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abd Eldaim, M. A., Gaafar, K. M., Darwish, R. A., Mahboub, H. D., & Helal, M. A. (2015).** Prepartum vitamin A supplementation enhances goat doe health status and kid viability and performance. *Small Ruminant Research*, 129, 6-10.
2. **Abdelatif, A. M., Ibrahim, M. Y., & Hassan, Y. Y. (2009).** Seasonal variation in erythrocytic and leukocytic indices and serum proteins of female Nubian goats. *Middle-East J. Sci. Res*, 4(3), 168-174.
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(2), 101-107.
4. **Abdolvahabi, S., Zaeemi, M., Mohri, M., & Naserian, A. A. (2016).** Age related changes in serum biochemical profile of Saanen goat kids during the first three months of life. *Revue de Medecine Veterinaire*, 167(3), 106-112.
5. **Abeni, F., Calamari, L., & Stefanini, L. (2007).** Metabolic conditions of lactating Friesian cows during the hot season in the Po valley. 1. Blood indicators of heat stress. *International journal of biometeorology*, 52(2), 87-96.
6. **Adewuyi, A. A., Gruys, E., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2005).** Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary quarterly*, 27(3), 117-126.
7. **Ahmed, M. M., Siham, A. K., & Barri, M. E. S. (2000).** Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. *Small Ruminant Research*, 38(3), 249-254.
8. **Aiche, S. (2021).** Étude sur la Toxémie de Gestation chez la Brebis au niveau de la Région de Tiaret. Thèse doctorat. Université ibn khaldoun Tiaret, 139 pages.
9. **Aitken, I. D. (2007).** Diseases of Sheep. 4th edition, Blackwell Publishing, 610p.
10. **Alberghina, D., Giannetto, C., Vazzana, I., Ferrantelli, V., & Piccione, G. (2011).** Reference intervals for total protein concentration, serum protein fractions, and albumin/globulin ratios in clinically healthy dairy cows. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 23(1), 111-114.
11. **Al-Eissa, M. S., Alkahtani, S., Al-Farraj, S. A., Alarifi, S. A., Al-Dahmash, B., & Al-Yahya, H. (2012).** Seasonal variation effects on the composition of blood in Nubian ibex (*Capra nubiana*) in Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 1283-1286.
12. **Al-habsi, K., Johnson, E. H., Kadim, I. T., Srikandakumar, A., Annamalai, K., Al-Busaidy, R., & Mahgoub, O. (2007).** Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B12 and biochemistry of Omani goats. *The Veterinary Journal*, 173(1), 131-137.
13. **Allaoua, S. A. (2019).** Effet du stade physiologique sur les variations des paramètres sanguins chez le Caprin dans l'Est algérien. Thèse doctorat. Université Larbi Ben M'hidi D'oum El Bouaghi. 123 pages.

14. **Allaoua, S. A., & Mahdi, D. (2016).** Variations in some biochemical and mineral parameters during pre-partum, post-partum and dry period in local goat breeds (Arbia) of the semi-arid region of eastern Algeria. *Renc. Rech. Ruminants*, (23).133.
15. **Allaoua, S. A., & Mahdi, D. (2018).** Minero-Biochemical Profiles of Arbia Goats Reared Traditionally Under the Semi-Arid Environment of North–Eastern Algeria During Peri-Parturient Period. *World*, 7(2), 95-101.
16. **Allen-Durrance, A. E. (2017).** A quick reference on phosphorus. *Vet. Clin. N. Am. Small Anim. Pract*, 47, 257-262.
17. **ANRH, (2021).** Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, Station de Tiaret, Algérie.
18. **Antunović, Z., Senčić, Đ., Šperanda, M., & Liker, B. (2002).** Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters. *Small Ruminant Research*, 45(1), 39-44.
19. **Antunović, Z., Šperanda, M., & Steiner, Z. (2004).** The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. *Archives Animal Breeding*, 47(3), 265-273.
20. **Ashour, G., Neama, A. A., Dessouki, S. M., & Shihab, O. H. (2015).** Blood hematology, metabolites and hormones in newborn sheep and goat from birth to weaning. *Int J Adv Res*, 3, 1377-1386.
21. **Aubadie-Ladrix, M. (2011).** La cétose de la vache laitière. *Bulletin des GTV*. Avril 2011, 59, pp 79-88.
22. **Aurousseau, B. (1981).** Elaboration des lipides corporels et valeur des carcasses des ruminants. *Bulletin Technique, Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix*, 45, 43-50.
23. **Azab, M. E., & Abdel-Maksoud, H. A. (1999).** Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. *Small Ruminant Research*, 34(1), 77-85.
24. **Babe, A. A. A., Kasim, W. Y., & AL-Hellou, M. F. (2015).** Effect of season on some hematological, biochemical and some hormone of local Iraqi black female goats. *Bas. J. Vet. Res*, 14(1), 52-60.
25. **Baird, G. D., Van Der Walt, J. G., & Bergman, E. N. (1983).** Whole-body metabolism of glucose and lactate in productive sheep and cows. *British Journal of Nutrition*, 50(2), 249-265.
26. **Balıkcı, E., Yıldız, A., & Gürdoğan, F. (2007).** Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. *Small Ruminant Research*, 67(2-3), 247-251.
27. **Banerjee, D., Upadhyay, R. C., Chaudhary, U. B., Kumar, R., Singh, S., Ashutosh, ... & De, S. (2015).** Seasonal variations in physio-biochemical profiles of Indian goats in the paradigm of hot and cold climate. *Biological Rhythm Research*, 46(2), 221-236.
28. **Bani Ismail, Z. A., Al-Majali, A. M., Amireh, F., & Al-Rawashdeh, O. F. (2008).** Metabolic profiles in goat does in late pregnancy with and without subclinical pregnancy toxemia. *Veterinary clinical pathology*, 37(4), 434-437.

29. **Bannink, A., Kogut, J., Dijkstra, J., France, J., Kebreab, E., Van Vuuren, A. M., & Tamminga, S. (2006).** Estimation of the stoichiometry of volatile fatty acid production in the rumen of lactating cows. *Journal of Theoretical Biology*, 238(1), 36-51.
30. **Barlet, J. P. (1985).** Prolactin and Calcium metabolism in pregnant ewes. *Journal of endocrinology*, 107(2), 171-175.
31. **Bas, P., Archimède, H., Rouzeau, A., & Sauvant, D. (2003).** Fatty acid composition of mixed-rumen bacteria: effect of concentration and type of forage. *Journal of Dairy Science*, 86(9), 2940-2948.
32. **Basiri, N., Safi, S., Norouzian, I., & Foroushani, A. R. (2013).** Evaluation of biochemical parameters for the prediction of left displaced abomasum in dairy cows using the logistic regression model. *Comparative Clinical Pathology*, 22(3), 431-439.
33. **Bassett, J. M. (1978).** Endocrine factors in the control of nutrient utilization: ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 37(3), 273-280.
34. **Bauchart, D. (1993).** Lipid absorption and transport in ruminants. *Journal of dairy science*, 76(12), 3864-3881.
35. **Bauman, D. E., & Currie, W. B. (1980).** Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of dairy science*, 63(9), 1514-1529.
36. **Bauman, D. E., & Elliot, J. M. (1983).** Control of nutrient partitioning in lactating ruminants. *Biochemistry of lactation*, 437-468.
37. **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.
38. **Bekeová, E., Elecko, J., Hendrichovsky, V., Choma, J., Lazar, L., & Krajnicakova, M. (1987).** the effect of beta-carotene on thyroxine and cholesterol concentrations in pregnant heifers before and after parturition. *veterinarni medicina*, 32(8), 459-468.
39. **Belhamiti, T. B. (2006).** *Variation de la production spermatique, insemination artificielle et diagnostic de la gestation par echographie chez les caprins de la race locale dans la région de TIARET* (mémoire magister, Université de Tiaret).
40. **Belkacem, L., Safsaf, B., Tlidjane, M., Loughraieb, S., & Belkadi, S. (2019).** Steroid hormones and energetic metabolites profiles in ewes raised under arid and semi-arid climates of Algeria. *Biological Rhythm Research*, 50(6), 845-856.
41. **Bell, A. W. (1995).** Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of animal science*, 73(9), 2804-2819.
42. **Benahmed, M., Dellal, A., & Benchaben, H. (2016).** Mobilite du plomb et du zinc issus de retombées atmosphériques dans le sol: cas de la zone industrielle de Tiaret, Algerie. *European scientific journal*, 12(18).
43. **Bennis, A., Farge, F., Kessabi, M., Hamliri, A., Valdi, G. P., Rico, A. G., & Braun, J. P. (1991).** Normal serum biochemical values of goats in the Moroccan Sahara. *Revue de Medicine Veterinaire*, (11), 831-837.
44. **Bergman, E. N. (1983).** The pools of cellular nutrients: glucose. *Riis PM Dynamic Biochemistry of Animal Production. Elsevier, New York*, 173-196.

45. **Bergman, E. N. (1990).** Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological reviews*, 70(2), 567-590.
46. **Bergman, E. N., & Wolff, J. E. (1971).** Metabolism of volatile fatty acids by liver and portal-drained viscera in sheep. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 221(2), 586-592.
47. **Bergman, E. N., Starr, D. J., & Reulein Jr, S. S. (1968).** Glycerol metabolism and gluconeogenesis in the normal and hypoglycemic ketonic sheep. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 215(4), 874-880.
48. **Berkani, A., Mahdi, D., Allaoua, S. A., & Benbott, A. (2018).** Changes in Blood Biochemical and Mineral Parameters of Ouled Djellal Ewes under the Semi-Arid Environment of North–Eastern Algeria during Late Pregnancy and Early Post-Partum. *World*, 7(4), 71-76.
49. **Bertoni, G., & Trevisi, E. (2013).** Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29(2), 413-431.
50. **Bertoni, G., Trevisi, E., Han, X., & Bionaz, M. (2008).** Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. *Journal of dairy science*, 91(9), 3300-3310.
51. **Bezille, P. (1995).** Toxémie de gestation et hypocalcémie chez la brebis. *POINT VETERINAIRE*, 27, 101-106.
52. **Bionaz, M. E. A., Trevisi, E., Calamari, L. U. I. G. I., Librandi, F., Ferrari, A., & Bertoni, G. (2007).** Plasma paraoxonase, health, inflammatory conditions, and liver function in transition dairy cows. *Journal of dairy science*, 90(4), 1740-1750.
53. **Block, E., Dépatie, C., Lefebvre, D., & Petitclerc, D. (1998).** L'urée du lait: les sources de variation et les implications. In *Proc. Symp. sur les Bovins laitiers, Publ. Conseil des Productions Animales du Québec (CPAQ), Québec, Canada* (pp. 77-87).
54. **Bobé, G., Young, J. W., & Beitz, D. C. (2004).** Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of dairy science*, 87(10), 3105-3124.
55. **Borges, A. C. (2008).** Componentes sanguíneos de bovinos (*Bos taurus*) da raça Pantaneira em diferentes faixas etárias, criados extensivamente. 113 pages.
56. **Boubstil, S., Abdennour, C., & Taguig, A. (2017).** Studies on some biochemical markers of Ouled Djellal ewes from semi-arid zone. *J Bio Env Sci*, 11(6), 274-283.
57. **Boudebza, A. (2015).** Etude de la relation entre les paramètres Sanguins et les performances de reproduction Chez la brebis. Thèse doctorat. Université Des Frères Mentouri, Institut Des Sciences Vétérinaires, Constantine.156 pages.
58. **Bouzenzana, M. (2015).** Étude des profils biochimiques, minéral des brebis de la race ouled djellal en fonction des différents stades physiologiques et la taille des portées (mémoire magister, Université de Batna 1-Hadj Lakhder).147 pages.
59. **Brandon, M. R., Watson, D. L., & Lascelles, A. K. (1971).** The mechanism of transfer of immunoglobulin into mammary secretion of cows. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science*, 49(6), 613-623.
60. **Braun, J. P., & Lefebvre, H. P. (2008).** Kidney function and damage. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6, 485-528.

61. **Braun, J. P., Lefebvre, H. P., & Watson, A. D. J. (2003).** Creatinine in the dog: a review. *Veterinary Clinical Pathology*, 32(4), 162-179.
62. **Braun, J. P., Trumel, C., & Bézille, P. (2010).** Clinical biochemistry in sheep: A selected review. *Small Ruminant Research*, 92(1-3), 10-18.
63. **Brocard, V., Brunschwig, Ph., Legarto, J., Paccard, P., Rouille, B., Bastien, D., Leclerc, M.C. (2010).** Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. édité l'institut d'élevage Bercy, 262 pages.
64. **Brockman, R. P. (1993).** Glucose and short-chain fatty acid metabolism. *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. J. M. Forbes and J. France, ed. CAB international, Cambridge. p249-265.
65. **Broqua, C.; Chartier, C. (1995).** Maladies nutritionnelles et métaboliques de la chèvre adulte. *Le Point Vétérinaire*, 27, 787-799.
66. **Brscic, M., Cozzi, G., Lora, I., Stefani, A. L., Contiero, B., Ravarotto, L., & Gottardo, F. (2015).** Reference limits for blood analytes in Holstein late-pregnant heifers and dry cows: Effects of parity, days relative to calving, and season. *Journal of dairy science*, 98(11), 7886-7892.
67. **Brugère-Picoux, J. (2002).** Maladies Des Moutons. Edition France Agricole, 240 p.
68. **Brugère-Picoux, J. (2004).** Maladies Des Moutons. 2ème édition. Edition Agricole, 285p.
69. **Brunet-Grissolange, F. (2002).** Rationnement et maladies métaboliques de la vache laitière: étude bibliographique des principaux troubles métaboliques de la vache laitière et leurs implications sur le rationnement: compte-rendu d'analyse de 29 rations collectées en France entre 1989 et 2000. Thèse Doctora. ENV lyon.
70. **Bryant, D. T. W., & Smith, R. W. (1982).** The effect of lactation on protein synthesis in ovine skeletal muscle. *The Journal of Agricultural Science*, 99(2), 319-323.
71. **Busato, A., Faissler, D., Küpfer, U., & Blum, J. W. (2002).** Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 49(9), 455-460.
72. **Calamari, L., Morera, P., Bani, P., Minuti, A., Basiricò, L., Vitali, A., & Bernabucci, U. (2018).** Effect of hot season on blood parameters, fecal fermentative parameters, and occurrence of *Clostridium tyrobutyricum* spores in feces of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 101(5), 4437-4447.
73. **Capuco, A. V., Akers, R. M., & Smith, J. J. (1997).** Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acids and histology. *Journal of dairy science*, 80(3), 477-487.
74. **Castillo, C., Hernandez, J. R., Lopez, M., Miranda, M., Garcia-Partida, P., & Benedito, J. L. (1997).** Relationship between venous pH, serum Calcium and proteins in the course of anoestrus, pregnancy and lactation in the ewe. *Archiv fuer Tierzucht (Germany)*, Dummerstorf (40), 257-263.
75. **Cerutti, R. D., Scaglione, M. C., Arfuso, F., Rizzo, M., & Piccione, G. (2018).** Seasonal variations of some hematochemical parameters in Holstein bovine under the same livestock conditions. *Veterinarski arhiv*, 88(3), 309-321.
76. **Chacha, F., Bouzebda, Z., Bouzebda-Afri, F., GHERISSI, D. E., Lamraoui, R., & Mouffk, C. H. (2018).** Body condition score and biochemical indices change in

- Montbéliard dairy cattle: influence of parity and lactation stage. *Global Veterinaria*, 20(1).
77. **Chachoua, I. (2015).** *L'urée dans l'alimentation des ovins : conséquences sur la gestation, la parturition et le croît.* Thèse doctorat. Université EL-HADJ LAKHDAR-BATNA. 97 pages.
 78. **Chartier, C. (2018).** Pathologie Caprine du diagnostic à la prévention. Manuel pratique point vétérinaire, 2^{ème} édition. 404 pages.
 79. **Chen, J. C., Chang, C. J., Peh, H. C., & Chen, S. Y. (1998).** Total protein and γ -globulin contents of mammary secretion during early post-partum period of Nubian goats in the Taiwan area. *Small Ruminant Research*, 31(1), 67-73.
 80. **Chen, J. C., Chang, C. J., Peh, H. C., & Chen, S. Y. (1999).** Serum protein levels and neonatal growth rate of Nubian goat kids in Taiwan area. *Small Ruminant Research*, 32(2), 153-160.
 81. **Chergui, N. (2016).** *Implication du cortex surrénal dans l'adaptation physiologique de la chèvre bédouine, élevée au Sahara, en relation avec le statut métabolique et l'état d'hydratation.* Thèse doctorat. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene. 126 pages.
 82. **Chilliard, Y. (1987).** Revue bibliographique : Variations quantitatives et métabolisme des lipides dans les tissus adipeux et le foie au cours du cycle gestation-lactation 2e partie : chez la brebis et la vache. *Reproduction Nutrition Développement*, 27(2A), 327-396.
 83. **Chilliard, Y. (1993).** Adaptations métaboliques et partage des nutriments chez l'animal en lactation. *Biologie de la lactation*, Martinet J., Houdebine LM, Head HH (Ed), INRA Editions, Paris, France, 431-475.
 84. **Chilliard, Y. (1999).** Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. *Biology of lactation.*, 503-552.
 85. **Chilliard, Y., Rémond, B., Sauvant, D., & Vermorel, M. (1983).** Particularités du métabolisme énergétique. *Bulletin technique-Centre de recherches zootechniques et vétérinaires de Theix.I.N.R.A.*, 53 : 37-64.
 86. **Chimonyo, M., Kusina, N. T., Hamudikuwanda, H., & Ncube, I. (2002).** Changes in stress-related plasma metabolite concentrations in working Mashona cows on dietary supplementation. *Livestock Production Science*, 73(2-3), 165-173.
 87. **Chorfi, Y. (2004).** Étude des facteurs de variation des globulines sériques chez la vache laitière. Thèse de doctorat, université de Montréal, 142 pages.
 88. **Chorfi, Y. (2013).** Use of the metabolic profile for evaluation of the nutritional status in dairy cattle. *Point Vétérinaire*, 44(Special), 156-163.
 89. **Chorfi, Y., & Girard, V. (2005).** Le profil métabolique chez la chèvre. *Paris CRAAQ*, 4p.
 90. **Cocodrilli, J. R. G. D., Chandler, P. T., & Polan, C. E. (1970).** Effects of dietary protein on blood lipids of the calf with special reference to cholesterol. *Journal of dairy science*, 53(11), 1627-1631.
 91. **Cohen, R. D., Woods, H. F., & Krebs, H. A. (1976).** *Clinical and biochemical aspects of lactic acidosis* (Vol. 276). Oxford : Blackwell Scientific Publications.

92. **Contiero, B., Gottardo, F., Cassandro, M., Bertoli, G., Cestaro, L., & Stefani, A. L. (2018).** Source of variation of hematology and blood biochemical profiles of Holstein Friesian bulls in performance test. *Livestock Science*, 213, 51-53.
93. **Coroian, C. O., Miresan, V., Coroian, A., Raducu, C., Andronie, L., Marchis, Z., ... & Muntean, M. V. (2017).** Biochemical and haematological blood parameters at different stages of lactation in cows. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 74(1), 31-36.
94. **Courtet Leymarios, F. (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil, 128 pages.
95. **Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, F., Stefani, A. L., Contiero, B., Moro, L., ... & Dalvit, P. (2011).** Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 3895-3901.
96. **Crocco, H. (2017).** *Les profils métaboliques en élevage bovin allaitant*. Thèse Doctorat , école nationale veterinaire d'alfort. 160 pages.
97. **Cui, L., Wang, H., Ding, Y., Li, J., & Li, J. (2019).** Changes in the blood routine, biochemical indexes and the pro-inflammatory cytokine expressions of peripheral leukocytes in postpartum dairy cows with metritis. *BMC veterinary research*, 15(1), 1-10.
98. **Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., Istasse, L., & Hornick, J. L. (2005b).** Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. In *Annales de Médecine Vétérinaire* (Vol. 149, No. 1, pp. 49-59). Annales Medecine Veterinaire.
99. **Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., Istasse, L., & Hornick, J. L. (2005a).** Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez le ruminant. In *Annales de Médecine Vétérinaire* (Vol. 149, pp. 117-131). ULg-Université de Liège.
100. **Danfær, A., Tetens, V., & Agergaard, N. (1995).** Review and an experimental study on the physiological and quantitative aspects of gluconeogenesis in lactating ruminants. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 111(2), 201-210.
101. **Dar, A. H., Kumar, S., Singh, D. V., Sodhi, M., Sharma, R. K., Ghosh, A. K., ... & Rahman, J. U. (2019).** Seasonal variation in blood biochemical characteristics of Badri cattle. *Pharma. Innov*, 8(9), 147-150.
102. **Daramola, J. O., Adeloye, A. A., Fatoba, T. A., & Soladoye, A. O. (2005).** Haematological and biochemical parameters of West African Dwarf goats. *Livestock Research for Rural Development*, 17(8), 89-92.
103. **De Vasconcelos, A. M., de Carvalho, J. F., de Albuquerque, C. C., Façanha, D. A. E., Vega, W. H. O., Silveira, R. M. F., & Ferreira, J. (2020).** Development of an animal adaptability index: Application for dairy cows. *Journal of thermal biology*, 89, 102543.
104. **De Vries, M. J., Van Der Beek, S., Kaal-Lansbergen, L. M. T. E., Ouweltjes, W., & Wilmink, J. B. M. (1999).** Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(9), 1927-1934.

105. **Deghnouche, K. (2011).** Etude de certains paramètres zootechniques et du métabolisme énergétique de la brebis dans les régions arides (Biskra). Thèse Doctorat. Université El-Hadj Lakhdar –Batna. 191 pages.
106. **Deghnouche, K., Tlidjane, 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 de médecine vétérinaire*, 162(1), 3.
107. **Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T., & Touabti, A. (2013).** Influence of physiological stage and parity on energy, nitrogen and mineral metabolism parameters in the Ouled Djellal sheep in the Algerian Southeast arid area. *African Journal of Agricultural Research*, 8(18), 1920-1924.
108. **DeLuca, H. F. (1986).** The metabolism and functions of vitamin D. *Steroid Hormone Resistance*, 361-375.
109. **Djaalab, I. (2011).** Statut minéral des brebis reproductrices en relation avec leurs rations alimentaires (mémoire magister, Batna, Université El Hadj Lakhdar. Institut des sciences vétérinaires et des Sciences Agronomiques). 99 Pages.
110. **Djaalab, I. (2017).** Influence de l'alimentation sur la reproduction des petits ruminants. Thèse doctorat en science, Université de Constantine. 256 Pages.
111. **Djaalab, I. (2018).** Nutrition des ruminants. Polycopié pédagogique. Institut des Sciences Vétérinaires. Département de Productions animales. Université des frères Mentouri Constantine. 59 pages.
112. **Djimrao, S. (1989).** *Le métabolisme phospho-calcique: l'évolution de la calcémie et de la Phosphoremie chez la brebis peulh en gestation* (Doctoral dissertation, Thèse d'état). Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 93 pages.
113. **Djoković, R., Šamanc, H., Bojkovski, J., & Fratrić, N. (2010).** Blood concentrations of thyroid hormones and lipids of dairy cows in transitional period. *Lucrări Stiintifice Medicină Veterinară*, 43(2), 34-40.
114. **Đoković, R., Šamanc, H., Petrović, M. D., Ilić, Z., & Kurubić, V. (2012).** Relationship among blood metabolites and lipid content in the liver in transitional dairy cows. *Biotechnology in animal husbandry*, 28(4), 705-714.
115. **Doornenbal, H., Tong, A. K., & Murray, N. L. (1988).** Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 52(1), 99.
116. **Doreau, M., Fievez, V., Troegeler-Meynadier, A., & Glasser, F. (2012).** Métabolisme ruminal et digestion des acides gras longs chez le ruminant: le point des connaissances récentes. *INRA Productions Animales*, 25(4), 361-374.
117. **Drackley, J. K. (1999).** Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. *Journal of dairy science*, 82(11), 2259-2273.
118. **Drackley, J. K. (2004).** Physiological adaptations in transition dairy cows. St. Paul, Minnesota United States Of Minnesota. Vol.51, pp. 74- 87.
119. **Drogoul, C., Gadoud, R., & Joseph, M. M. (2004).** *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage* (Vol. 2). Educagri Editions.
120. **Dubreuil, P.; Arsenault, J. & Belanger, D. (2005).** Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *The Veterinary Record*, 156(20), 636-638.

121. **Eckersall, P. D. (2008).** Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6, 117-155.
122. **Elitok, B. (2012).** Reference values for hematological and biochemical parameters in Saanen goats breeding in Afyonkarahisar province. *Kocatepe Veterinary Journal*, 5(1), 7-11.
123. **El-Sherif, M. M. A., & Assad, F. (2001).** Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. *Small Ruminant Research*, 40(3), 269-277.
124. **Enjalbert, F. (1994).** Relations alimentation-reproduction chez la vache laitière. *Le Point vétérinaire: revue d'enseignement post-universitaire et de formation permanente*, 25(158), 77-84.
125. **Enjalbert, F. (1998).** Contraintes nutritionnelles et métaboliques pour le rationnement en peripartum. *Le nouveau praticien*, 59-68.
126. **Eryavuz, A., Avci, G., Celik, H. A., & Kucukkurt, I. (2008).** Plasma leptin, insulin, glucose and urea concentrations throughout lactation in dairy cows. *Bull Vet Inst Pulawy*, 52(3), 381-385.
127. **Faruque, A. O., Jarvis, B. D., & Hawke, J. C. (1974).** Studies on rumen metabolism. IX. Contribution of plant lipases to the release of free fatty acids in the rumen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25(10), 1313-1328.
128. **Fiore, E., Barberio, A., Morgante, M., Rizzo, M., Giudice, E., Piccione, G., ... & Ganesella, M. (2015).** Glucose infusion response to some biochemical parameters in dairy cows during the transition period. *Animal Science Papers & Reports*, 33(2).
129. **Gadoud, R., Joseph, M. M., Jussiau, R., Lisberney, M. J., Mangeol, B., Montmeas, L., & Tarrit, A. (1992).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. *Foucher-INRA, Paris, France*.
130. **Galindo, C. E. (2010).** Effet des acides amines sur le métabolisme du glucose chez la vache laitière. Thèse maître es sciences (M.Sc.), Laval Québec. 102 pages.
131. **Garcia, A., Cardoso, F. C., Campos, R., Thedy, D. X., & González, F. H. (2011).** Metabolic evaluation of dairy cows submitted to three different strategies to decrease the effects of negative energy balance in early postpartum. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31, 11-17.
132. **Ghanem, M. M., Mahmoud, M. E., Abd El-Raof, Y. M., & El-Attar, H. M. (2012).** Metabolic profile test for monitoring the clinical, haematological and biochemical alterations in cattle during peri-parturient period. *Banha Veterinary Medical Journal*, 23(2), 13-23.
133. **Ghosh, S., Singh, A. K., & Haldar, C. (2013).** Adaptive and ecological significance of the seasonal changes in hematological, biochemical and hormonal parameters in the tropical goat (*Capra hircus*). *J. Endocrinol. Reprod*, 17(2), 113-122.
134. **Ghozlane, M. K., Temim, S., Ariouat, L., & Hennouni, F. (2017).** La vache laitière au péripartum: valeurs de quelques paramètres plasmatiques dans un élevage du nord de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development. Volume 29, Article #236*.

135. **Goetsch, A. L., Ferrell, C. L., & Freetly, H. C. (1994).** Effects of different supplements on splanchnic oxygen consumption and net fluxes of nutrients in sheep consuming bromegrass (*Bromus inermis*) hay ad libitum. *British journal of nutrition*, 72(5), 701-712.
136. **Goff, J. P. (2008).** The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The veterinary journal*, 176(1), 50-57.
137. **Goff, J. P. (2014).** Calcium and magnesium disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(2), 359-381.
138. **Goff, J. P., & Horst, R. L. (1997).** Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of dairy science*, 80(7), 1260-1268.
139. **González-García, E., Tesniere, A., Camous, S., Bocquier, F., Barillet, F., & Hassoun, P. (2015).** The effects of parity, litter size, physiological state, and milking frequency on the metabolic profile of Lacaune dairy ewes. *Domestic animal endocrinology*, 50, 32-44.
140. **Griffon, X. (2013).** Influence du déficit énergétique de la vache avant velage sur la teneur en lactose de son colostrum. Thèse doctorat. Vetagro Sup Campus Veterinaire De Lyon. 113 pages.
141. **Grizard, J., ATTAIX, D., CHAMPREDON, C., BONIN, D., ARNAL, M. (1988).** Orientations et coordination hormonale du métabolisme protéique chez les ruminants. *Reprod. Nutr. Dévelop.* 29, (1), 19-37.
142. **Grummer, R. R. (1993).** Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of dairy science*, 76(12), 3882-3896.
143. **Guéguen, L., & Pointillart, A. (2000).** The bioavailability of dietary Calcium. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(2), 119-136.
144. **Guesnet, P. M., Massoud, M. J., & Demarne, Y. (1991).** Regulation of adipose tissue metabolism during pregnancy and lactation in the ewe: the role of insulin. *Journal of Animal Science*, 69(5), 2057-2065.
145. **Gunter, S. A., Judkins, M. B., Krysl, L. J., Broesder, J. T., Barton, R. K., Rueda, B. R., ... & Holcombe, D. W. (1990).** Digesta kinetics, ruminal fermentation characteristics and serum metabolites of pregnant and lactating ewes fed chopped alfalfa hay. *Journal of animal science*, 68(11), 3821-3831.
146. **Gürgöze, S. Y.; Zonturlu, A. K.; Özyurtlu, N. & Icen, 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.
147. **Gururaj, P. M., Veena, T., Swamy, M. N., Jayashankar, M. R., Ramesh, P. T., & Shridhar, N. B. (2014).** Studies on Certain Serum Metabolites in non Pregnant and Pregnant Bannur Ewes. *Theriogenology Insight-An International Journal of Reproduction in all Animals*, 4(1), 1-7.
148. **Haffaf, S. (2011).** Étude des profils biochimique et minéral peripartum des brebis de la race Ouled Djellal. Mémoire de magistère en sciences vétérinaires. l'Université de Batna. 86p.
149. **Haffaf, S. (2018).** Etude des variations de la composition biochimique et minérale des liquides foetaux et du plasma maternel durant les différents stades de gestation chez la brebis. Thèse de Doctorat ES sciences. Université de Batna 1. 289 p.

150. **Haffaf, S., Chachoua, I., Mamache, B., & Djaalab, I. (2012).** Changes in biochemical profile during pregnancy and after parturition in Ouled Djellal ewes. *Renc Rech Rum*, 19, 365.
151. **Hafid, N. (2016).** Caractérisation biochimique des viandes rouges dans la région des Aurès. Thèse doctoral, UB1.118 pages.
152. **Hagawane, S. D., Shinde, S. B., & Rajguru, D. N. (2009).** Haematological and blood biochemical profile in lactating buffaloes in and around Parbhani city. *Veterinary World*, 2(12), 467-469.
153. **Hallouz, H. F. (2019).** Étude de l'influence de certains facteurs sur la reproduction de la vache. Thèse doctorat, université de Tiaret, 92 pages.
154. **Hamadeh, S. K., Rawda, N., Jaber, L. S., Habre, A., Abi Said, M., & Barbour, E. K. (2006).** Physiological responses to water restriction in dry and lactating Awassi ewes. *Livestock Science*, 101(1-3), 101-109.
155. **Hanson, R. W., & Ballard, F. J. (1967).** The relative significance of acetate and glucose as precursors for lipid synthesis in liver and adipose tissue from ruminants. *Biochemical Journal*, 105(2), 529-536.
156. **Hanzen, C. (2010).** *La rétention placentaire chez les ruminants*. Polycopié. Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogénologie des animaux de production.
157. **Harfoot C.G., Hazlewood G.P. (1997).** Lipid metabolism in the rumen. In : Hobson P.N., Stewart C.S. (Eds.), *The rumen microbial ecosystem*. Second edition. Blackie Academic and Professional : Bury St Edmunds, 382-426.
158. **Harfoot, C. G. (1978).** Lipid metabolism in the rumen. *Lipid metabolism in ruminant animals*, 21-55.
159. **Harrus, S., Waner, T., Bark, H., Jongejan, F., & Cornelissen, A. W. (1999).** Recent advances in determining the pathogenesis of canine monocytic ehrlichiosis. *Journal of clinical microbiology*, 37(9), 2745-2749.
160. **Hayirli, A. (2006).** The role of exogenous insulin in the complex of hepatic lipidosis and ketosis associated with insulin resistance phenomenon in postpartum dairy cattle. *Veterinary research communications*, 30(7), 749-774.
161. **Hayirli, A., Bertics, S. J., & Grummer, R. R. (2002).** Effects of slow-release insulin on production, liver triglyceride, and metabolic profiles of Holsteins in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2180-2191.
162. **Heaney, D. P., & Lodge, G. A. (1975).** Body composition and energy metabolism during late pregnancy in the ad libitum-fed ewe. *Canadian Journal of Animal Science*, 55(4), 545-555.
163. **Heck, J. M. L., Van Valenberg, H. J. F., Dijkstra, J., & Van Hooijdonk, A. C. M. (2009).** Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of dairy science*, 92(10), 4745-4755.
164. **Herd, T. H. (2000).** Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 16(2), 387-403.
165. **Hindson, J.C.; Winter, A.C. (2002).** *Manuel of sheep diseases*. Ed.Blackwell Science, Ltd, 289p.

166. **Hocquette, J. F., & Bauchart, D. (1999).** Intestinal absorption, blood transport and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. *Reproduction Nutrition Development*, 39(1), 27-48.
167. **Hoffmann, W. E., & Solter, P. F. (2008).** Diagnostic enzymology of domestic animals. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6, 351-378.
168. **Holness, D. H. (1983).** The effects of pre-and post-partum levels of nutrition on fertility in cattle. *Reproduction des Ruminants en Zone Tropicale. Les colloques de l'INRA*, 20, 379-388.
169. **Horst, R. L., Goff, J. P., & Reinhardt, T. A. (2005).** Adapting to the transition between gestation and lactation: differences between rat, human and dairy cow. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 10(2), 141-156.
170. **Inbaraj, S., Kundu, A., De, A. K., Sunder, J., & Sejian, V. (2017).** Seasonal changes in blood biochemical and endocrine responses of different indigenous goat breeds of tropical island agro-ecological environment. *Biological Rhythm Research*, 49(3), 412-421.
171. **Ingvarsen, K. L. et Andersen, J. B. (2000).** Symposium : dry matter intake of lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 83, 1573–1597.
172. **INRA. (1978).** Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications, Versailles.621p.
173. **Institut de L'élevage (2014).** Guide de l'alimentation du troupeau bovin allaitant. Vaches, veaux et génisses de renouvellement. Les incontournables. Quae.340 p.
174. **Isler, C. (2007).** *Evolution des paramètres biochimiques lors de déplacement à gauche de la caillette chez la vache laitière : étude de quatre cas.* Thèse de doctorat vétérinaire, ENV Lyon, 152 pages.
175. **ITEB-INRAP. (1984).** Alimentation des bovins. Edition Institut Technique de l'Elevage Bovin (ITEB), Paris (FRA). 448 pages.
176. **Ivanov, I., Rajič, I., Jovanović, M. J., & Lalic, M. (1990).** Concentration of Calcium in the blood serum in high-pregnant and lactating cows in intensive breeding. *Vet Glasnik*, 44, 359-364.
177. **Jahoor, F., Jackson, A. A., & Golden, M. H. N. (1988).** In vivo metabolism of nitrogen precursors for urea synthesis in the postprandial rat. *Annals of nutrition and metabolism*, 32(4), 240-244.
178. **Jean-Blain, C. (1995).** Adaptation ou défaillance hépatique au cours du cycle de reproduction chez les ruminants. *POINT VETERINAIRE*, 27, 9-16.
179. **Jean-Blain, C. (2002).** *Introduction à la nutrition des animaux domestiques.* Technique & Documentation. 424 pages.
180. **Jesudason, D., Need, A. G., Horowitz, M., O'loughlin, P. D., Morris, H. A., & Nordin, B. E. C. (2002).** Relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and bone resorption markers in vitamin D insufficiency. *Bone*, 31(5), 626-630.
181. **Jouany, J. P., Broudiscou, L., Prins, R. A., & Komisarczuk-Bony, S. (1995).** Métabolisme et nutrition de la population microbienne du rumen. *nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion, Paris, France*, 349-382.
182. **Kaneko, J. J.; Harvey, J. W. & Bruss, M. L. (1997).** Clinical biochemistry of domestic animals. 5th edition. Academic press, 3557-3561.

183. **Kaneko, J.J., John, W.H., Michael, L.B. (2008).** Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 6th Edition, Elsevier. 928 pages.
184. **Kapale, P. M., Jagtap, D. G., Badukale, D. M., & Sahatpure, S. K. (2008).** Serum total proteins and serum total cholesterol levels in Gaolao cattle. *Veterinary world*, 1(4), 115.
185. **Karapehliyan, M., Atakisi, E., Atakisi, O., Yucayurt, R., & Pancarci, S. M. (2007).** Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small Ruminant Research*, 73(1-3), 267-271.
186. **Kaysen, G. A. (1993).** Plasma composition in the nephrotic syndrome. *American journal of nephrology*, 13(5), 347-359.
187. **Kessler, E. C., Gross, J. J., Bruckmaier, R. M., & Albrecht, C. (2014).** Cholesterol metabolism, transport, and hepatic regulation in dairy cows during transition and early lactation. *Journal of dairy science*, 97(9), 5481-5490.
188. **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.
189. **Kiran, S., Bhutta, A. M., Khan, B. A., Durrani, S., 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*, 2(4), 304-306.
190. **Kirat, D., Matsuda, Y., Yamashiki, N., Hayashi, H., & Kato, S. (2007).** Expression, cellular localization, and functional role of monocarboxylate transporter 4 (MCT4) in the gastrointestinal tract of ruminants. *Gene*, 391(1-2), 140-149.
191. **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.
192. **Knopp, R. H., Warth, M. R., Charles, D., Childs, M., Li, J. R., Mabuchi, H., & Van Allen, M. I. (1986).** Lipoprotein metabolism in pregnancy, fat transport to the fetus, and the effects of diabetes. *Neonatology*, 50(6), 297-317.
193. **Kolb, E. (1975).** Physiologie des animaux domestiques. Vigot frères éditions. Paris, p 974.
194. **Kouamo, J., Leye, A., Ouedraogo, G. A., Sawadogo, G. J., & Benard, P. (2011).** Influence des paramètres énergétiques, protéiques et minéraux sur la réussite de l'insémination artificielle bovine en élevage traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Revue de Médecine vétérinaire*, 162(8), 425-431.
195. **Kowalczyk, S. J., Czopowicz, M., Weber, C. N., Müller, E., & Kaba, J. (2018).** Accuracy of a diagnostic model based on serum biochemical parameters in detecting cows at an increased risk of chronic fascioliasis. *Veterinary parasitology*, 254, 15-20.
196. **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. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 47(1).
197. **Krokavec, M., Simo, K., Martinko, A., & Krokavcova, M. (1992).** Metabolic indicators in large-scale breeding of goats during various seasons. *Veterinarni Medicina*, 37(2), 113-118.

198. **Lacour, B. (1992).** Creatinine and renal function. *Nephrologie*, 13(2), 73-81.
199. **Lallemand, M. (2014).** L'essentiel de la biologie chez les bovins. Dans: Francoz D, Couture Y. Manuel de médecine des bovins. Med'com, 5.
200. **Le Bars, H. (1991).** Interrelations entre glycogénèse et lipogénèse chez les ruminants. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 144(2), 193-206.
201. **Lean, I. J., Bruss, M. L., Baldwin, R. L., & Troutt, H. F. (1992).** Bovine ketosis: a review. II. biochemistry and prevention. *Veterinary Bulletin (United Kingdom)*.
202. **Lima, M. S., Pascoal, R. A., & Stilwell, G. T. (2012).** Glycaemia as a sign of the viability of the foetuses in the last days of gestation in dairy goats with pregnancy toxæmia. *Irish veterinary journal*, 65(1), 1-6.
203. **Lobley, G. E., & Milano, G. D. (1997).** Regulation of hepatic nitrogen metabolism in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 56(2), 547-563.
204. **Loncke, C., Nozière, P., Vernet, J., Lapierre, H., Bahloul, L., Al-Jammas, M., ... & Ortigues-Marty, I. (2020).** Net hepatic release of glucose from precursor supply in ruminants : A meta-analysis. *animal*, 14(7), 1422-1437.
205. **Loncke, C., Sauvant, D., Ortigues-Marty, I., Nozière, P., Vernet, J., & Bahloul, L. (2019).** Net hepatic fluxes of urea and ammoniac in ruminants: a meta-analyses approach. In *EAAP Scientific Series* (pp. 527-546). Wageningen Academic Publishers.
206. **López-Ortega, A. A., Márquez, Y. C., Mendoza, C. A., Ferraro, S. M., & Márquez, A. A. (2008).** Perfil lipídico en becerras mestizas Carora durante el primer año de vida, en época de lluvias y de sequía, en Venezuela. *Revista Veterinaria*, 19(1), 2-7.
207. **Lorin, B., Belli, P., & Frikha, M. R. (2009).** Cas clinique de médecine bovine : insuffisance rénale chez deux génisses Prim'Holstein due à une intoxication aux glands. *Revue. Méd. Vet*, 160(11), 507-513.
208. **Mainoya, J. R. (1975).** Effects of bovine growth hormone, human placental lactogen and ovine prolactin on intestinal fluid and ion transport in the rat. *Endocrinology*, 96(5), 1165-1170.
209. **Malek, M., Amirat, Z., Khammar, F., & Khaldoun, M. (2016).** Analysis of the energetic metabolism in cyclic Bedouin goats (*Capra hircus*): Nychthemeral and seasonal variations of some haematochemical parameters in relation with body and ambient temperatures. *Journal of thermal biology*, 60, 86-94.
210. **Mapfumo, L., Muchenje, V., Mupangwa, J. F., & Scholtz, M. M. (2017).** Changes in biochemical proxy indicators for nutritional stress resilience from Boran and Nguni cows reared in dry arid rangeland. *Tropical animal health and production*, 49(7), 1383-1392.
211. **Marcos, E., Mazur, A., Cardot, P., & Rayssiguier, Y. (1990).** The effect of pregnancy and lactation on serum lipid and apolipoprotein B and A-I levels in dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 64(1-5), 133-138.
212. **Markiewicz, H., Kuzma, K., & Malinowski, E. (2001).** Predisposing factors for puerperal metritis in cows. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 45(2). 281-288.
213. **Martinez, N., Sinedino, L. D. P., Bisinotto, R. S., Ribeiro, E. S., Gomes, G. C., Lima, F. S., ... & Santos, J. E. P. (2014).** Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(2), 874-887.

214. **Marty, I. O., Loncke, C., Bahloul, L., Vernet, J., Al-Jammas, M., Lapierre, H., ... & Noziere, P. (2013, December).** Des rations de ruminants aux nutriments transférés par le foie et fournis aux tissus périphériques. In *20. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants* (pp. 4-p). Institut de l'Elevage-INRA.
215. **Masiak, T., Mikulec, Z. E., Valpotic', H., & Pahovic', S. A. (2007).** Blood biochemical parameters of crossbred Istrian x East Friesian dairy ewes : relation to milking period. *Italian Journal of Animal Science*, 6(3), 281-288.
216. **Mazur, A., Al-Kotobe, M., & Rayssiguier, Y. (1987).** Influence de la lipomobilisation sur la sécrétion des Triglycérides par le foie, chez le mouton. *Reproduction Nutrition Développement*, 27(1B), 317-318.
217. **Mazur, A., Ozgo, M., & Rayssiguier, Y. (2009).** Altered plasma triglyceride-rich lipoproteins and triglyceride secretion in feed-restricted pregnant ewes. *Veterinárni medicína*, 54(9), 412-418.
218. **Mazzullo, G., Rifici, C., Lombardo, S. F., Agricola, S., Rizzo, M., & Piccione, G. (2014).** Seasonal variations of some blood parameters in cow. *Large Animal Review*, 20(2), 81-84.
219. **Mbassa, G. K., & Poulsen, J. S. D. (1991).** Influence of pregnancy, lactation and environment on some clinical chemical reference values in Danish Landrace dairy goats (*Capra Hircus*) of different parity—II. Plasma urea, creatinine, bilirubin, cholesterol, glucose and total protein. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 100(2), 423-431.
220. **McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A., Sinclair L.A., and Wilkinson R.G. (2010).** Animal nutrition. 7th edition. 692 pages.
221. **Meglia, G. E., Johannisson, A., Petersson, L., & Waller, K. P. (2001).** Changes in some blood micronutrients, leukocytes and neutrophil expression of adhesion molecules in periparturient dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 42(1), 1-12.
222. **Meijer, A. J., Lamers, W. H., & Chamuleau, R. A. (1990).** Nitrogen metabolism and ornithine cycle function. *Physiological Reviews*, 70(3), 701-748.
223. **Merck, (2002).** Le manuel vétérinaire Merck. 2ème édition, édition d'après, 2246p.
224. **Meschy, F. (2002).** Eléments minéraux majeurs : données récentes chez les caprins. *Productions animales*, 15(4), 267-271.
225. **Meschy, F. (2010).** Nutrition minérale des ruminants. Edition quae. c/o Inra RD 10, 78026 versailles Cedex. 207 pages.
226. **Meyer, C. (2009).** Influence de l'alimentation sur la reproduction des bovins domestiques. Edition Systèmes d'élevage et produits animaux CIRAD, 49 pages.
227. **Meyer, D. J., Harvey, J. W. (2004).** Interpretation and diagnosis. Veterinary Laboratory Medicine. Saunders, St. Louis. MO, p5.
228. **Milano, G. D. (1997).** *Liver nitrogen transactions in sheep (Ovis aries)* (Doctoral dissertation, University of Aberdeen).
229. **Milano, G. D., & Loble, G. E. (2001).** Liver nitrogen movements during short-term infusion of high levels of ammonia into the mesenteric vein of sheep. *British Journal of Nutrition*, 86(4), 507-513.

230. **Mir, M. R., Pampori, Z. A., Iqbal, S., Bhat, J. I., Pal, M. A., & Kirmani, M. A. (2008).** Hemato-biochemical indices of crossbred cows during different stages of pregnancy. *International Journal of Dairy Science*, 3(3), 154-159.
231. **Mohebbi-Fani, M., Nazifi, S., Rowghani, E., Bahrami, S., & Jamshidi, O. (2009).** Thyroid hormones and their correlations with serum glucose, beta hydroxybutyrate, nonesterified fatty acids, cholesterol, and lipoproteins of high-yielding dairy cows at different stages of lactation cycle. *Comparative clinical pathology*, 18(3), 211-216.
232. **Mohebbi-Fani, M., Nazifi, S., Shekarforoush, S. S., & Rahimi, M. (2006).** Effect of monensin on serum lipoproteins, triglycerides, cholesterol and total lipids of periparturient dairy cows. *Veterinary research communications*, 30(1), 7-17.
233. **Mohri, M., Sharifi, K., & Eidi, S. (2007).** Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in veterinary science*, 83(1), 30-39.
234. **Mollereau, H.; Porcher, C.; Nicolas, E. & Brion A. (1995).** Vade Mecum du vétérinaire formulaire. Vétérinaire et pharmacologie, de thérapeutique et d'hygiène. Edition Vigot, 1672p.
235. **Montiel, L. (2007).** Les variations de la phosphatémie chez les bovins laitiers. Thèse doctorat, Université de Montréal. 131 pages.
236. **Morand-Fehr, P., & Sauvart, D. (1978).** Alimentation des caprins. In : R. Jarrige (Ed). L'alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Versailles (France), 449-467.
237. **Moorby, J. M., Dewhurst, R. J., Tweed, J. K. S., Dhanoa, M. S., & Beck, N. F. G. (2000).** Effects of altering the energy and protein supply to dairy cows during the dry period. 2. Metabolic and hormonal responses. *Journal of Dairy Science*, 83(8), 1795-1805.
238. **Moretti, P., Paltrinieri, S., Trevisi, E., Probo, M., Ferrari, A., Minuti, A., & Giordano, A. (2017).** Reference intervals for hematological and biochemical parameters, acute phase proteins and markers of oxidation in Holstein dairy cows around 3 and 30 days after calving. *Research in veterinary science*, 114, 322-331.
239. **Moss, A. R., Jouany, J. P., & Newbold, J. (2000, May).** Methane production by ruminants: its contribution to global warming. In *Annales de zootechnie* (Vol. 49, No. 3, pp. 231-253). EDP Sciences.
240. **Moş, D., Moş, T., Tirziu, E., & Nichita, I. (2011).** The Hematological Indexes Values in Sheep Correlated with Season. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 44(2), 177-179.
241. **Mulligan, F. J., & Doherty, M. L. (2008).** Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, 176(1), 3-9.
242. **Mulligan, F. J., O'grady, L., Rice, D. A., & Doherty, M. L. (2006).** A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science*, 96(3-4), 331-353.
243. **Murray, R., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rpdwell, V.W. (2003).** *Biochimie de Harper*. 25ème édition américaine, revue et mise à jour, traduite par Paul Cohen. s.l. : de boeck.948 pages.

244. Nakagawa, H., & Katoh, N. (1998). Reduced activity of lecithin: cholesterol acyltransferase in the serum of cows with ketosis and left displacement of the abomasum. *Veterinary research communications*, 22(8), 517-524.
245. Nazifi, S., Saeb, M., & Ghavami, S. M. (2002a). Serum lipid profile in iranian fat-tailed sheep in late pregnancy, at parturition and during the post-parturition period. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 49(1), 9-12.
246. Nazifi, S.; Gheisari, H. R. & Shaker, F. (2002b). Serum lipids and lipoproteins and their correlations with thyroid hormones in clinically healthy goats. *Veterinarski arhiv*, 72(5), 249-257.
247. Ndibualonji, B. B., Dehareng, D., & Godeau, J. M. (1997). Influence de la mise à jeun sur l'aminoacidémie libre, l'urémie et la glycémie chez la vache laitière. In *Annales de zootechnie* (Vol. 46, No. 2, pp. 163-174). EDP Sciences.
248. Ndibualonji, B. B., Rodriguez, M. N., Dehareng, D., Cirio, A., & Godeau, J. M. (1998). Effects of late pregnancy and early lactation on renal urea handling in Corriedale ewes. *The Journal of Agricultural Science*, 130(2), 213-216.
249. Ndlovu, T., Chimonyo, M., Okoh, A. I., Muchenje, V., Dzama, K., & Raats, J. G. (2007). Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. *African Journal of Biotechnology*, 6(24).
250. Ndoutamia, G. & Ganda, K. (2005). Determination des parametres hematologiques et biochimiques des petits ruminants du Tchad. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 156(4), 202-206.
251. Nikhil Kumar Tej, J., Girish Varma, G., Abhina, M., Adarsh, N., Karthiayini, K., & Gleeja, V. L. (2018). Impact of season on haematological and biochemical parameters of crossbred female calves in hot and humid tropics. *Biological Rhythm Research*, 49(2), 267-275.
252. Nsanzabaganwa, J.M.V.(2009). Étude de l'influence des paramètres énergétiques et minéraux sur la réussite de l'insémination artificielle caprine dans la région de Fatick au Sénégal. Ecole Inter - Etats Des Sciences Et Médecine Vétérinaires. *Thèse doctorat*. Université Cheikh Anta Diop De Dakar, 64 pages.
253. Obi, T. U., & Oduye, O. O. (1985). Haematological changes in natural and experimental peste des petits ruminants virus infection in goats. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 38(1), 11-15.
254. Oetzel, G. R. (2004). Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3), 651-674.
255. Olafadehan, O. A. (2011). Changes in haematological and biochemical diagnostic parameters of Red Sokoto goats fed tannin-rich *Pterocarpus erinaceus* forage diets. *Veterinarski arhiv*, 81(4), 471-483.
256. Onila, P., & Colibar, O. (2009). Energy, Protein and Mineral profile in peripartal period at dairy cows. *lucrări științifice medicină veterinară vol. xlii (2), timișoara*, 398-404.
257. ONM, (2021). Office National Météorologique, Station de Tiaret, Algérie.
258. Ortigues-Marty, I., Micol, D., Prache, S., Dozias, D., & Girard, C. L. (2005). Nutritional value of meat: the influence of nutrition and physical activity on vitamin B12

- concentrations in ruminant tissues. *Reproduction Nutrition Development*, 45(4), 453-467.
259. **Otto, F., Vilela, F., Harun, M., Taylor, G., Baggasse, P., & Bogin, E. (2000).** Biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 55(3), 95-102.
 260. **Ozpinar A, Firat A, Akin G. (1995).** The plasma cholesterol levels of ewes during prepartal and postpartal periods. *Hayvancılık Aras, tırma Derg*; 5: 32–34.
 261. **Paiano, R. B., Birgel, D. B., Bonilla, J., & Junior, E. H. B. (2021).** Metritis in dairy cows is preceded by alterations in biochemical profile prepartum and at parturition. *Research in Veterinary Science*, 135, 167-174.
 262. **Pavlik, A., Filipčík, R., Jelinek, P., Bjelka, M., Havlíček, Z., & Šubrt, J. (2008).** Indicators of the Internal Environment of Beef Cattle during Fattening and their Correlation to the Quality of Beef. *Acta Veterinaria Brno*, 77(4), 539-546.
 263. **Payne, J. M. (1983).** Maladies métaboliques des ruminants domestiques. *Editions du Point Veterinaire*. 190p.
 264. **Pesántez-Pacheco, J. L., Heras-Molina, A., Torres-Rovira, L., Sanz-Fernández, M. V., García-Contreras, C., Vázquez-Gómez, M., ... & Astiz, S. (2019).** Influence of maternal factors (Weight, Body Condition, Parity, and Pregnancy Rank) on plasma metabolites of dairy ewes and their lambs. *Animals*, 9(4), 122.
 265. **Piccione, G., Caola, G., Giannetto, C., Grasso, F., Runzo, S. C., Zumbo, A., & Pennisi, P. (2009).** Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation and dry period. *Animal Science Papers and Reports*, 27(4), 321-330.
 266. **Piccione, G., Messina, V., Marafioti, S., Casella, S., Giannetto, C., & Fazio, F. (2012a).** Changes of some haematochemical parameters in dairy cows during late gestation, post partum, lactation and dry periods. *Vet Med Zoot*, 58(1), 59-64.
 267. **Piccione, G., Messina, V., Scianó, S., Assenza, A., Orefice, T., Vazzana, I., & Zumbo, A. (2012b).** Annual changes of some metabolical parameters in dairy cows in the Mediterranean area. *Vet. arhiv*, 82, 229-238.
 268. **Poncet, J. (2002).** Etude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'Ile de la Réunion: influence de l'alimentation sur la reproduction. Thèse de doctorat, université Toulouse, 137 pages.
 269. **Popova, M. (2011).** Structure et activité de la communauté des Archaea méthanogènes du rumen en relation avec la production de méthane par les ruminants. Thèse Doctorat, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II. 241 pages.
 270. **Preston, T. R., & Leng, R. A. (1987).** Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Penambul Books Armidale – Australia. 245 page.
 271. **Prisacaru, A. E. (2014).** Effects of age, sex and breed on biochemical blood parameters of cattle at slaughterhouse. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*, 62, 164-168.

272. **Puls R. (1989).** Mineral levels in animal health: Diagnostic data in Minerals in Animal Nutrition. 2nd Ed. Sherpa Int., Clearbrook, BC, Canada. *Small Ruminant Research*, 82(1), 53-57.
273. **Pysera, B., & Opalka, A. (2000).** The effect of gestation and lactation of dairy cows on lipid and lipoprotein patterns and composition in serum during winter and summer feeding. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9(3), 411-424.
274. **Radostits, O. M. (2000).** In *Veterinary Medicine, A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses*. 9th edn. Eds O. M. Radostits, C. C. Say, D. C. Blood, K.W. Hinchcliff. Philadelphia, W. B. Saunders, pp 1818-1820.
275. **Radostits, O.M., & Blood, D.C. (1993).** Santé du bétail. Gestion sanitaire et productive du bétail. Hémisphère Sud SRL BUENOS AIRES. Uruguay. 497pages.
276. **Ramin, A., Siamak, A., & Macali, S. (2007).** Evaluation on serum glucose, BHB, urea and cortisol concentrations in pregnant ewes. *Folia Veterinaria*, 51, 9-13.
277. **Ramón, C.P., Mayra, G.F.G., Juan, M.R.O., Abril, G.Á., Ivarez, X. L.C., Carlos, A. (2018).** Effects of pregnancy and post-kidding stages on haematochemical parameters in cross-bred goat. *Journal of Applied Animal Research*. 46(1), 269–273.
278. **Ramos, J. J., Verde, M. T., Marca, M. C., & Fernandez, A. (1994).** Clinical chemical values and variations in Rasa Aragonesa ewes and lambs. *Small Ruminant Research*, 13(2), 133-139.
279. **Ramos-Nieves, J. M., Thering, B. J., Waldron, M. R., Jardon, P. W., & Overton, T. R. (2009).** Effects of anion supplementation to low-potassium prepartum diets on macromineral status and performance of periparturient dairy cows. *Journal of dairy science*, 92(11), 5677-5691.
280. **Rathwa, S. D., Vasava, A. A., Pathan, M. M., Madhira, S. P., Patel, Y. G., & Pande, A. M. (2017).** Effect of season on physiological, biochemical, hormonal, and oxidative stress parameters of indigenous sheep. *Veterinary world*, 10(6), 650-654.
281. **Reist, M., Erdin, D., Von Euw, D., Tschuemperlin, K., Leuenberger, H., Chilliard, Y., ... & Blum, J. W. (2002).** Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *Journal of dairy science*, 85(12), 3314-3327.
282. **Rémésy, C., Chilliard, Y., Rayssiguier, Y., Mazur, A., & Demigné, C. (1986).** Le métabolisme hépatique des glucides et des lipides chez les ruminants: principales interactions durant la gestation et la lactation. *Reproduction Nutrition Développement*, 26(1B), 205-226.
283. **Rémond, B., Toullec, R., Journet, M., Chassagne, M., Lefavre, R., Marquis, B., & Toullec, L. (1973).** Évolution chez la vache laitière des teneurs de différents constituants du sang à la fin de la gestation et au début de la lactation. Relations avec la sécrétion des matières grasses du lait. In *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique* (Vol. 13, No. 3, pp. 363-380). EDP Sciences.
284. **Remond, D., Meschy, F., & Boivin, R. (1996).** Metabolites, water and mineral exchanges across the rumen wall: mechanisms and regulation. In *Annales de zootechnie* (Vol. 45, No. 2, pp. 97-119).
285. **Ribeiro, N. L., Costa, R. G., Pimenta Filho, E. C., Ribeiro, M. N., Croveti, A., Saraiva, E. P., & Bozzi, R. (2016).** Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed

- through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. *Small Ruminant Research*, 144, 236-241.
286. **Ribeiro, N. L., Germano Costa, R., Pimenta Filho, E. C., Ribeiro, M. N., & Bozzi, R. (2018).** Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 454-461.
 287. **Robinson, J. J., McDonald, I., McHattie, I., & Pennie, K. (1978).** Studies on reproduction in prolific ewes. 4. Sequential changes in the maternal body during pregnancy. *The Journal of Agricultural Science*, 91(2), 291-304.
 288. **Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009).** Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of dairy science*, 92(12), 5769-5801.
 289. **Rodriguez, M. N., Tebot, I., Bas, A. L., Nievas, C., Cirio, A., & Leng, L. (1996).** Renal functions and urea handling in pregnant and lactating Corriedale ewes. *Canadian Journal of Animal Science*, 76(3), 469-472.
 290. **Rook, J. A. F., & Thomas, P. C. (1983).** *Nutritional physiology of farm animals* (No. 636.085 R6).
 291. **Rook, J. S. (2000).** Pregnancy toxemia of ewes, does, and beef cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(2), 293-317.
 292. **Rosol, T. J., & Capen, C. C. (1997).** Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (Calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In *Clinical biochemistry of domestic animals* (pp. 619-702). Academic press.
 293. **Rossato, W., Gonzalez, F. H. D., Dias, M. M., Ricc6, D., Valle, S. F., Rosa, V. L. L. A., & Wald, V. (2001).** Number of lactations affects metabolic profile of dairy cows. *Archives of Veterinary Science*, 6(2), 83-88.
 294. **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.
 295. **Rousseau, C. (2013).** Alimentation des vaches taries : les bases th6oriques. *Le Point V6t6rinaire*. Vol. 44, Num6ro sp6cial : Pr6vention nutritionnelle en 6levage bovin, pp 86-92.
 296. **Rowlands, G. J., Manston, R., Stark, A. J., Russell, A. M., Collis, K. A., & Collis, S. C. (1980).** Changes in albumin, globulin, glucose and cholesterol concentrations in the blood of dairy cows in late pregnancy and early lactation and relationships with subsequent fertility. *The Journal of Agricultural Science*, 94(3), 517-527.
 297. **Roy, S., Roy, M., & Mishra, S. (2010).** Hematological and biochemical profile during gestation period in Sahiwal cows. *Veterinary world*, 3(1).
 298. **Royen, J. (2021).** Impact d'un r6gime de gestation hyperglyc6miant sur la macrosomie f6tale chez la vache allaitante.
 299. **Ruckebusch, Y. (1981).** Physiologie, pharmacologie, th6rapeutique animales. Maloine S.A., 2nd Edition, Paris. 211 pages.
 300. **Russell, R. W., & Gahr, S. A. (2000).** Glucose availability and associated metabolism. *Farm animal metabolism and nutrition*, 121.

301. **Sadjadian, R., Seifi, H. A., Mohri, M., Naserian, A. A., & Farzaneh, N. (2013).** Variations of energy biochemical metabolites in periparturient dairy Saanen goats. *Comparative Clinical Pathology*, 22(3), 449-456.
302. **Saeed, A., Khan, I. A., & Hussein, M. M. (2009).** Change in biochemical profile of pregnant camels (*Camelus dromedarius*) at term. *Comparative Clinical Pathology*, 18(2), 139-143.
303. **Safari, J., Mushi, D. E., Kifaro, G. C., Mtenga, L. A., & Eik, L. O. (2011).** Seasonal variation in chemical composition of native forages, grazing behaviour and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. *Animal feed science and technology*, 164(1-2), 62-70.
304. **Safsaf, B. (2014).** *Effet de la sous-alimentation sur certains paramètres de reproduction des brebis de race Ouled Djellal*. Thèse Doctoral. Université Hadj Lakhdar – Batna. 217 pages.
305. **Salat, O. (2005).** Les troubles du péripartum de la vache laitière : risques associés et moyens de contrôle. *Bulletin Académique Vétérinaire France*. 2005, Vol. 158, 2, 153-160.
306. **Samardžija, M., Vince, S., & Đuričić, D. (2013).** Association of parity, fecundity and body condition score with blood serum concentration of some metabolites during pre and post parturient period in German Improved Fawn goats. *Veterinarski arhiv*, 83(5), 469-477.
307. **Sandabe, U. K., Mustapha, A. R., & Sambo, E. Y. (2004).** Effect of pregnancy on some biochemical parameters in Sahel goats in semi-arid zones. *Veterinary research communications*, 28(4), 279-285.
308. **Sarker, M. S., Ahaduzzaman, M. D., Sayeed, M. A., Sarker, R., Nanno, M. A., Mannan, A., & Hossain, M. B. (2015).** Comparison of some serum biochemical parameters between lactating and non-lactating dairy cows in selected dairy farms of Chittagong district of Bangladesh. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 1(2), 259-264.
309. **Sauvant, D. (1988).** La composition et l'analyse des aliments. In Jarrige. R Ed, *Alimentaion des bovins, ovins et caprins*. INRA, Paris.305-314.
310. **Sauvant, D., Bas, P. (2001).** La digestion des lipides chez le ruminant. *Productions animales*, Institut National de la Recherche Agronomique, 2001, 14 (5), pp.303-310.
311. **Sauvant, D., Chilliard, Y., & Morand-Fehr, P. (1991).** Etiological aspects of nutritional and metabolic disorders of goats. *Goat. Nutrition. Pudoc. Wageningen, Netherlands*, 124-142.
312. **Sawadogo, G. J., Oumarou, A. A., Sene, M., & Diop, M. (1991).** Effects of poor pasture conditions and type of feeding on some biochemical values of Gobra zebu in Senegal. *British Veterinary Journal*, 147(6), 538-544.
313. **Schlumbohm, C., Sporleder, H. P., Gurtler, H., & Harmeyer, J. (1997).** The influence of insulin on metabolism of glucose, free fatty acids and glycerol in normo-and hypocalcemic ewes during different reproductive states. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 104(9), 359-365.
314. **Seal, C. J., & Reynolds, C. K. (1993).** Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. *Nutrition research reviews*, 6(1), 185-208.

315. **Seifi, H. A., Gorji-Dooz, M., Mohri, M., Dalir-Naghadeh, B., & Farzaneh, N. (2007).** Variations of energy-related biochemical metabolites during transition period in dairy cows. *Comparative Clinical Pathology*, 16(4), 253-258.
316. **Sejian, V., Maurya, V. P., & Naqvi, S. M. (2010).** Adaptive capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stresses (thermal and nutritional) in a semi-arid tropical environment. *International journal of biometeorology*, 54(6), 653-661.
317. **Sevinç, M., Başoğlu, A., Güzelbektaş, H., & Boydak, M. (2003).** Lipid and lipoprotein levels in dairy cows with fatty liver. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(2), 295-299.
318. **Smith, M. C., & Sherman, D. M. (2009).** *Goat medicine. Wiley-Blackwell, Publication. 2nd ed.* 871pages.
319. **Soares, G. S. L., Souto, R. J. C., Cajueiro, J. F. P., Afonso, J. A. B., Rego, R. O., Macêdo, A. T. M., ... & Mendonça, C. L. (2018).** Adaptive changes in blood biochemical profile of dairy goats during the period of transition. *Revue Méd. Vét*, 169(1-3), 65-75.
320. **Soliman, E. B. (2014).** Effect of physiological status on some hematological and biochemical parameters of Ossimi sheep. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences*, 9(2), 1-10.
321. **Sow, A., Hakizimana, J. N., Kalandi, M., Bathily, A., Mouiche, M. M., Zabre, M. Z., ... & Sawadogo, G. J. (2016).** Évolution des paramètres biochimiques chez les vaches laitières supplémentées par le maïs et le tourteau d'arachide dans la région de Kaolack (Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 100, 9515-9521.
322. **Srikandakumar, A., Johnson, E. H., & Mahgoub, O. (2003).** Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. *Small Ruminant Research*, 49(2), 193-198.
323. **Suttle, (2010).** Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition. ED, CABI (182), 579p.
324. **Sylvie, M.; Sayn, M-J.; Benoit, E.; Garnier, F. & Delatour, P. (1982).** Valeurs usuelles en biochimie clinique vétérinaire. Laboratoire de biochimie, ENV Lyon, 64p.
325. **Taghipour, B., Seifi, H. A., Mohri, M., Farzaneh, N., & Naserian, A. (2010).** Variations of energy related biochemical metabolites during periparturition period in fat-tailed baloochi breed sheep. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 2(2), 85-92.
326. **Talawar, M., Veena, T., & Kalmath, G. P. (2016).** Biochemical and mineral profile in NARI Suwarna ewes during late pregnancy and early postpartum period. *IJSN*, 7(4), 772-774.
327. **Tambuwal, F. M., Agale, B. M., & Bangana, A. (2002, March).** Haematological and biochemical values of apparently healthy Red Sokoto goats. In *Proceeding of 27th Annual Conference Nigerian Society of Animal Production (NSAP)* (pp. 50-53).
328. **Tao, R. C., Kelley, R. E., Yoshimura, N. N., & Benjamin, F. (1983).** Glycerol: its metabolism and use as an intravenous energy source. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 7(5), 479-488.
329. **Thrall, M. A., Baker, D. C., & Lassen, E. D. (2004).** Veterinary Haematology and Clinical Chemistry Lippincott Williams and Wilkins. *Philadelphia, USA.*

330. **Tuchman, M., Caldovic, L., Daikhin, Y., Horyn, O., Nissim, I., Nissim, I., ... & Yudkoff, M. (2008).** N-carbamylglutamate markedly enhances ureagenesis in N-acetylglutamate deficiency and propionic acidemia as measured by isotopic incorporation and blood biomarkers. *Pediatric research*, 64(2), 213-217.
331. **Turk, R., Juretić, D., Gereš, D., Turk, N., Rekić, B., Simeon-Rudolf, V., ... & Svetina, A. (2005).** Serum paraoxonase activity in dairy cows during pregnancy. *Research in veterinary science*, 79(1), 15-18.
332. **Vallejo-Timarán, D., Montoya-Zuluaga, J., Castillo-Vanegas, V., & Maldonado-Estrada, J. (2020).** Parity and season affect hematological, biochemical, and milk parameters during the early postpartum period in grazing dairy cows from high-tropics herds. *Heliyon*, 6(5), e04049.
333. **Van den Top, A. M., Geelen, M. J., Wensing, T., Wentink, G. H., van'T Klooster, A. T., & Beynen, A. C. (1996).** Higher postpartum hepatic triacylglycerol concentrations in dairy cows with free rather than restricted access to feed during the dry period are associated with lower activities of hepatic glycerolphosphate acyltransferase. *The Journal of nutrition*, 126(1), 76-85.
334. **Van den Top, A. M., Van Tol, A., Jansen, H., Geelen, M. J., & Beynen, A. C. (2005).** Fatty liver in dairy cows post partum is associated with decreased concentration of plasma triacylglycerols and decreased activity of lipoprotein lipase in adipocytes. *Journal of dairy research*, 72(2), 129-137.
335. **Važić, B., Drinić, M., Kasagić, D., Popadić, S., & Rogić, B. (2020).** Metabolic profile of the blood of Simmental cows during a production cycle. *Veterinarski arhiv*, 90(1), 11-18.
336. **Vermorel, M., (1988).** Nutrition énergétique. In : Jarrige, R. Alimentation des bovins, ovins, et caprins. Inst. Natl. Rech. Agron, Paris. 57-74.
337. **Vernon, R. G., Clegg, R. A., & Flint, D. J. (1981).** Metabolism of sheep adipose tissue during pregnancy and lactation. Adaptation and regulation. *Biochemical Journal*, 200(2), 307-314.
338. **Wallenius, R. W., & Whitchurch, R. E. (1976).** Changes in plasma triglyceride fatty acids during lactation. *Journal of dairy science*, 59(1), 85-87.
339. **Wattiaux, M et Grummer, R. (2002).** Métabolisme des lipides chez la vache laitière. Université du Wisconsin à Madison, Institut Babcock pour la Recherche et le Développement international du Secteur Laitier.
340. **Waziri, M. A., Ribadu, A. Y., & Sivachelvan, N. (2010).** Changes in the serum proteins, hematological and some serum biochemical profiles in the gestation period in the Sahel goats. *Vet. arhiv*, 80(2), 215-224.
341. **Wilson, S., MacRae, J. C., & Buttery, P. J. (1983).** Glucose production and utilization in non-pregnant, pregnant and lactating ewes. *British journal of nutrition*, 50(2), 303-316.
342. **Wolff, J. E., & Bergman, E. N. (1972).** Gluconeogenesis from plasma amino acids in fed sheep. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 223(2), 455-460.
343. **Wolter, R., Ponter, A. (2019).** Alimentation de la vache laitière. 5⁰ édition, édition France agricole. Paris. 290 pages.

344. **Yehia, S. G., Ramadan, E. S., Megahed, E. A., & Salem, N. Y. (2020).** Effect of parity on metabolic and oxidative stress profiles in Holstein dairy cows, *Veterinary World*, 13 (12): 2780-2786.
345. **Yokus, B., & Cakir, U. D. (2006).** Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biological Trace Element Research*, 109(3), 255-266.
346. **Yokus, B., Cakir, D. U., Kanay, Z., Gulten, T., & Uysal, E. (2006).** Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53(6), 271-276.
347. **Young, J. W. (1977).** Gluconeogenesis incattle: significance and methodology. *Journal of dairy science*, 60(1), 1-15.
348. **Zamiri, M. J., & REZAEI, R. A. (2004).** Relationship between blood physiological attributes and carcass characteristics in Iranian fat-tailed sheep.
349. **Žubčić, D. (2001).** Some biochemical parameters in the blood of grazing German improved fawn goats from Istria, Croatia. *Veterinarski arhiv*, 71(5), 237-244.

Sites internt :

1. **Merck Veterinary. Manual. (2011).** Metabolic disorders. Hepatic lipidosis. Fatty liver disease of cattle. Consulté le 20/07/2021
<http://www.merckvetmanual.com/mvm/index.jsp?cfile=htm/bc/80801.htm&word=cholesterol>
2. **Meynadier, A., Clément, D., Florian, T. (2019).** La digestion ruminale des aliments. Par Plan vet. Consulté le 20/04/2021.
<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/animaux/systeme-digestif/la-digestion-ruminale-des-aliments>

Annexes

Annexe I

Valeurs de références des paramètres biochimiques chez les vaches

Paramètres	Auteur et année	Valeurs
Cholestérol (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	0,8 - 1,8
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race sindi)	1,68±0,36
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race girolando)	1,60±0,34
	Cuvelier <i>et al.</i> , 2005a	1.05 - 1.21
	Merck, 2011	0.62 - 1.93
	Puls, 1989	0.8 - 2.3
	Mapfumo <i>et al.</i> , 2017	0,51 - 1,48
	Nakagawa et Katoh, 1998	1,28±0,19
	Contiero <i>et al.</i> , 2018	0,46 - 1,20
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	0,58 - 2,14
	Chacha <i>et al.</i> , 2018	0,56 - 2,96
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	2.14±0.54
Sawadogo <i>et al.</i> , 1991	0,89-2,33	
Triglycérides (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	0 - 0,14
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race sindi)	0,22 ± 0,06
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race girolando)	0,21 ± 0,0 6
	Cuvelier <i>et al.</i> , 2005a	0,80 - 2,30
	Sevinç, 2003	0,25 - 0,66
	Nakagawa et Katoh, 1998	0,26±0,05
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	0,08 - 0,49
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	0,12±0,03
Urée (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	0,23 - 0,58
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race sindi)	0,49 ± 0,12
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race girolando)	0,60 ± 0,01
	Merck, 2011	0,07 - 0,25
	Puls, 1989	0,05 - 0,20
	Contiero <i>et al.</i> , 2018	0,04 - 0,19
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	0,02 - 0,19
	Chacha <i>et al.</i> , 2018	0,09 - 0,30
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	0,13±0,03
	Kowalczyk <i>et al.</i> , 2018	0,01 - 0,26
	Sawadogo <i>et al.</i> , 1991	0,11 - 0,18

Créatinine (mg/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	10 – 20
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race sindi)	19,4 ± 4,4
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race girolando)	18,3 ± 4,2
	Lorin <i>et al.</i> , 2009	10 - 15
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	6,82 -16,59
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	7,39±1,06
Protéines totale (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	70 – 85
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race sindi)	77,3 ± 8,2
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race girolando)	76,3 ± 7,2
	Roy <i>et al.</i> , 2010	96,5 ±2,42
	Contiero <i>et al.</i> , 2018	70 - 90
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	61 - 101
	Alberghina <i>et al.</i> , 2011	67,54 ± 11,53
	Vallejo-Timaraan <i>et al.</i> , 2020	53,6 - 86,1
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	70 - 92
	Moretti <i>et al.</i> , 2017	48,3 - 83,4
	Kowalczyk <i>et al.</i> , 2018	52 - 87,2
Sawadogo <i>et al.</i> , 1991	59,5 - 80	
Albumine (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	27- 38
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race sindi)	50,7 ± 6,8
	De Vasconcelos <i>et al.</i> , 2020 (race girolando)	48,7 ± 6,0
	Merck, 2011	28 - 39
	Puls, 1989	27 - 47
	Contiero <i>et al.</i> , 2018	22 - 38
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	30 - 42
	Alberghina <i>et al.</i> , 2011	31,86 ± 4,60
	Vallejo-Timaraan <i>et al.</i> , 2020	23,2 - 44,5
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	33 - 41
	Moretti <i>et al.</i> , 2017	29,2 - 39,5
	Chacha <i>et al.</i> , 2018	12,6 - 39,5
	Kowalczyk <i>et al.</i> , 2018	24 - 42,1
Sawadogo <i>et al.</i> , 1991	27,7 - 40,4	
Globuline (g/l)	Contiero <i>et al.</i> , 2018	36 - 73
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	25 - 66
	Vallejo-Timaraan <i>et al.</i> , 2020	15 - 45,5
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	33 - 72

	Moretti <i>et al.</i> , 2017	16 - 44,8
	Kowalczyk <i>et al.</i> , 2018	18,9 - 56,6
Calcium (mg/l)	Merck, 2011	84 - 110
	Puls, 1989	80 - 110
	Contiero <i>et al.</i> , 2018	80 - 108
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	80 - 108
	Vallejo-Timaraan <i>et al.</i> , 2020	62,7 - 116,7
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	88,2 - 104
	Bertoni et Trevisi, 2013	91,4 - 107,8
	Moretti <i>et al.</i> , 2017	64,1 - 101,8
	Chacha <i>et al.</i> , 2018	52,47 - 123,88
	Kowalczyk <i>et al.</i> , 2018	76 - 108
Sawadogo <i>et al.</i> , 1991	88 - 108	
Phosphore (mg/l)	Merck, 2011	43 - 78
	Puls, 1989	45 - 70
	Contiero <i>et al.</i> , 2018	34,06 - 89,78
	Brscic <i>et al.</i> , 2015	30,34 - 84,83
	Vallejo-Timaraan <i>et al.</i> , 2020	31,6 - 107,6
	Cozzi <i>et al.</i> , 2011	37,2 - 74,3
	Bertoni et Trevisi, 2013	39,6 - 76,2
	Moretti <i>et al.</i> , 2017	25,4 - 62,6
	Chacha <i>et al.</i> , 2018	10 - 106,2
	Sawadogo <i>et al.</i> , 1991	38,7 - 87,62

Annexe II

Valeurs de références des paramètres biochimiques chez les brebis

Paramètres	Auteur et année	Valeurs
Cholestérol (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	0,52 - 0,76
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	0,5 - 1,38
	Brugère-Picoux, 2002	0,52 - 0,76
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	1,34 - 1,96
	Hafid, 2016	0,72±0,10
	Merck, 2002	0,44 - 0,90
	Aitken, 2007	0,38 - 1,00
	Kiran <i>et al.</i> , 2012	0,68 - 0,98
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race arabe	0,65±0,51
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race Peulhs	0,73±0,35
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race Kirdimi	0,83±0,18
Triglycérides (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	0,09 - 0,30
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	0,12 - 0,39
	Karapehlivan <i>et al.</i> , 2007	0,85±0,01
	Hafid, 2016	0,35±0,06
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	0,50±0,18
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race arabe	0,50±0,19
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race Peulhs	0,40±0,31
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race Kirdimi	0,33±0,12
Urée (g/l)	kaneko <i>et al.</i> , 2008	0,05 - 0,43
	Brugère-Picoux, 2004	0,15 - 0,30
	Ramos <i>et al.</i> , 1994	0,19 - 0,63
	Ndoutamia et Ganda, 2005	0,32±0,63
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	0,13 - 0,45
	Merck, 2002	0,10 - 0,26
	Gürgöze <i>et al.</i> , 2009	0,18 - 0,31
	Hafid, 2016	0,26±0,05
Créatinine (mg/l)	Brugère-Picoux, 2004	12 - 29
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	6 - 13
	Baumgartner et Pernthaner, 1994	6 - 12
	Kaneko <i>et al.</i> , 1979	6 - 12
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	7 - 30
	Hafid, 2016	8,91±1,5

Protéines totale (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 1979	59 – 79
	Brugère-Picoux, 2002	60 - 70
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	61 - 71,2
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	57 - 90
	Merck, 2002	58,9 - 78,1
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race arabe	130,2±38,9
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race Peulhs	66,5±7,6
	Ndoutamia et Ganda, 2005 race Kirdimi	63,4±6,1
	Hafid, 2016	73,82±7,43
	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	59 - 79
	Moç <i>et al.</i> , 2011 (automne)	69,8±0,2
	Moç <i>et al.</i> , 2011 (printemps)	61±0,3
Albumine (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	24 - 30
	Hindson et Winter, 2002	25 - 35
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	27 - 45
	Merck, 2002	26,7 - 36,8
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	30,2 - 37,1
	Hafid, 2016	28,64±3,05
	Moç <i>et al.</i> , 2011 (automne)	27±0,8
	Moç <i>et al.</i> , 2011 (printemps)	26±0,4
Globuline (g/l)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	35 – 57
	Moç <i>et al.</i> , 2011	21±0,2
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	27,3 - 36,9
Calcium (mg/l)	kaneko <i>et al.</i> , 2008	115 - 128
	Jean-Blain, 2002.	100
	Brugère-Picoux, 2004.	115 - 130
	Klasing <i>et al.</i> , 2005.	90 - 120
	Suttle, 2010.	72 - 80
	Baumgartner et Pernthaner, 1994	80 - 104
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	92 – 106
Phosphore (mg/l)	kaneko <i>et al.</i> , 2008	50 - 73
	Brugère-Picoux, 2004	50 - 73
	Klasing <i>et al.</i> , 2005	20 - 100
	Suttle, 2010	30,95 - 46,43
	Baumgartner et Pernthaner, 1994	28 – 74
	Dubreuil <i>et al.</i> , 2005	38 – 61

Annexe III

Valeurs de références des paramètres biochimiques chez les chèvres

Paramètres	Auteur et année	Valeurs
Cholestérol (g/l)	Merck, 2002	0,64 - 1,36
	Žubčić, 2001	0,64 - 1,36
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies)	1,80 - 2,34
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche)	0,55 - 1,99
	Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008	0,17 - 0,21
	Sylvie <i>et al.</i> , 1982	0,70±0,12
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	0,53 - 2,11
Triglycérides (g/l)	Ruckebusch, 1981	0,40 - 1,50
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies)	0,11 - 0,20
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche)	0,11 - 0,24
	Daramola <i>et al.</i> , 2005	0,14 - 1,40
	Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008	0,06 - 0,20
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	0,14 - 0,44
Urée (g/l)	Merck, 2002	0,27 - 0,55
	Sylvie <i>et al.</i> , 1982	0,49±0,16
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies)	0,42 - 0,98
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche)	0,58 - 0,94
	Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008	0,04 - 0,8
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	0,24 - 0,72
	Tambuwal <i>et al.</i> , 2002	0,28±0,12
Daramola <i>et al.</i> , 2005	0,04 - 0,58	
Créatinine (mg/l)	Sylvie <i>et al.</i> , 1982	7,90±2
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies)	6 - 19
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche)	7 - 18
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	1,98 - 21,45
	Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008	1 - 4,9
	Merck, 2002	6,80 - 14,58
Protéines totale (g/l)	Abdelatif <i>et al.</i> , 2009	69,8±8,9
	Sylvie <i>et al.</i> , 1982	70,2±6,5
	Mollereau <i>et al.</i> , 1995	70,2 ± 6,5
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies)	30 - 43
	Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche)	63 - 97
	Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008	35 - 130

	Merck, 2002 Tambuwal <i>et al.</i> , 2002 Daramola <i>et al.</i> , 2005	61 - 74,5 44±15 63 - 85
Albumine (g/l)	Abdelatif <i>et al.</i> , 2009 Sylvie <i>et al.</i> , 1982 Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies) Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche) Mollereau <i>et al.</i> , 1995 Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008 Tambuwal <i>et al.</i> , 2002 Daramola <i>et al.</i> , 2005	33,1±5,4 34,6±4,1 9 - 30 20 - 38 24 - 43 5 - 50 25±18 28±43
Globuline (g/l)	Abdelatif <i>et al.</i> , 2009 Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison des pluies) Ribeiro <i>et al.</i> , 2018 (saison sèche)	37,2±12,8 7 - 34 29 - 70
Calcium (mg/l)	Merck, 2002 Daramola <i>et al.</i> , 2005 Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008 Sylvie <i>et al.</i> , 1982 Mollereau <i>et al.</i> , 1995	90 - 116 64±4 40 - 190 95,8±8,7 88 - 120
Phosphore (mg/l)	Merck, 2002 Daramola <i>et al.</i> , 2005 Bani Ismail <i>et al.</i> , 2008 Sylvie <i>et al.</i> , 1982 Mollereau <i>et al.</i> , 1995	37 - 97 17,98 - 139,5 30 - 170 55,7±22,3 46,5 - 139,5