

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ EL-HADJ LAKHDAR-BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES



N° d'ordre :

N° de série:

MEMOIRE

pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Filière
Sciences vétérinaires

Option

PATHOLOGIE GÉNÉRALE DES RUMINANTS

Présenté par : HADJAB NAIMA

Thème

**INFLUENCE DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE SUR CERTAINS PARAMÈTRES DE
LA BIOCHIMIE SANGUINE CHEZ LA VACHE LAITIÈRE: INTÉRÊT DU PROFIL
BIOCHIMIQUE**

JURY

Président : Pr. MAMACHE BAKIR
Promoteur : Pr. MEZIANE TOUFIK
Examineur : Pr. TLIDJANE MAJID
Examineur : Pr. BENSOUILAH MOURAD
Co-promoteur : Dr. HAFID NADIA

Grade et université

Prof. Univ. El-Hadj Lakhdar Batna.
Prof. Univ. El-Hadj Lakhdar Batna.
Prof. Univ. El-Hadj Lakhdar Batna.
Prof. Univ. Badji Mokhtar de Annaba.
Dr. Univ. El-Hadj Lakhdar Batna.

Année universitaire : 2014-2015

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce manuscrit.

En premier lieu, j'exprime particulièrement ma reconnaissance à mon directeur de thèse monsieur **MEZIANE Toufik**, professeur à l'université El Hadj Lakhdar de Batna pour avoir assuré mon encadrement ainsi que pour son aide précieuse.

Mes sincères remerciements s'adressent également à :

- ✎ **Mr. MAMACHE Bakir** professeur à l'université El Hadj Lakhdar de Batna, pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.
- ✎ **Mr. TLIDJANE MAJID**, professeur à l'université EL HADJ LAKHDAR de BATNA pour avoir accepté d'examiner mon travail ; qu'il me soit permis aussi de remercier sincèrement **Mr .BENSOUILAH MOURAD** professeur à l'université Badji Mokhtar de Annaba pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Je témoigne toute ma reconnaissance à :

SAFSAF.B et Hafid .N maîtres assistants chargés de cours au département des sciences vétérinaire de l'université El Hadj Lakhdar de Batna.

Aux techniciens du laboratoire où j'ai réalisé mon expérimentation.

Aux éleveurs qui m'ont bien accueillie au niveau de leurs exploitations.

Dédicace

C'est avec respect et gratitude que je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma sympathie à :

- ✂ Aux plus chères personnes du monde, à mes parents pour leur soutien inconditionnel, leur sacrifices, leur tendresse, leur amour infini,*
- ✂ Mon cher mari, Ameur pour son aide précieuse et sa persévérance tout au long de mon projet.*
- ✂ Mon très cher bébé, Mohamed Iyad pour les moments magiques qu'il m'apporte.*
- ✂ Mon cher frère Nasserddine qui a été toujours près de moi, je lui souhaite tout le bonheur durant la vie.*
- ✂ Mes frères Zinelabiddine, Houcine et Asma, que Dieu les garde pour moi.*
- ✂ Ma belle famille, beaux frères surtout Issam.*
- ✂ Toust mes amis (es) et proches surtout Ahlem, Abderaouf, Ghania, Hichem ,Fadhila, Leila, Meriem ,Sara, Saida et Samira.*

SOMMAIRE

Remerciements

Introduction.....	01
--------------------------	-----------

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

L'élevage bovin en Algérie

I.1/l'importance d'élevage bovin	02
I.2/ répartition géographique du cheptel bovin en Algérie	02
I.3 /les races exploités au niveau des troupeaux bovins.....	03
I.3.1/ les races locales	03
I.3.2/ les races importées	04
I.3.2.1 /la race Holstein	04
I.3.2.2 /la race Montbéliarde	04
I.3.2.3 /la Tarentaise	05
I.3.3 / les races améliorées ou mixtes	05
I.4 /les systèmes d'exploitation.....	05
I.4.1 Système intensif	05
I.4.2 Système extensif	06
I.4.3 Système semi -intensif	06
I.5 /les contraintes de l'élevage bovin en Algérie	06
I.6/ conduite de l'élevage en Algérie	07
I.6.1 / Importance de suivi du troupeau	07
I.6.2 / Conduite de l'alimentation	07
I.6.3 / Les besoins nutritif de la vache	07
I.6.3.1 Les besoins d'entretien.....	07
I.6.3.2 Les besoins de croissance.....	08
I.6.3.3 Les besoins de gestation	08
I.6.3.4 besoins de la production laitière	09
I.6.4 / conduite de la production laitière	10
I.6.4.1 conduite du tarissement	10
I.6.4.2 La traite	10
I.6.5. La conduite de la reproduction	11
I.6.5 Conduite du bâtiment d'élevage	12

Chapitre II

Particularités du métabolisme péripartum de la vache laitière

II.1/ péri -partum : définition, besoins, ingestion	13
II.1.2 / les besoins énergétiques du péri-partum	13
II.1.3 / évolution de la quantité de la matière sèche ingérée (MSI) lors péri-partum	15
II.2 / adaptation métabolique durant le péri-partum	16
II.2 .1 /Métabolisme énergétique	16
II.2 .1.1 / Contrôle et régulation du métabolisme énergétique.....	17
II.2.1. 1.1 Insuline.....	17
II.2.1. 1.2. Glucagon.....	18
II.2.1. 1.3 Adrénaline et noradrénaline	18
II.2.1. 1.4 Hormone de croissance.....	18
II.2.1. 1.5 Autres Hormones.....	19
II.2.2.métabolisme azoté	19
II.3 /Métabolisme des macroéléments.....	20
II.3 .1 Calcium et phosphore	20
II.3 .1 .1 / Calcium.....	20
II.3 .1.1 .Rôle et répartition.....	20
II.3 .1.2. Métabolisme.....	21
II.3 .1.2.1. Absorption	21
II.3.1.2.2.Excrétion	21
II.3 .2. Phosphore	21
II.3 .2.1 Rôle et répartition	21
II.3 .2.2. Métabolisme	22
II.3.2.2.1 Absorption.....	22
II.3 .2.2.2 Sécrétion.....	22
II.3 .2.2.3. Excrétion	22
II.3 .3. Les besoins phospho-calciques chez la vache laitière	22
II.3 .4 Homéostasie phospho-calcique	23
II.3.3. Magnésium.....	24
II.3.3.1 Rôle et Répartition	24
II.3.3.2. Métabolisme	25
II.3.3.2.1 .Absorption	25
II.3.3.2.2.Excrétion	25
II.3.3.4.Les besoins de la vache laitière en Mg	25

II.3.4 .Potassium.....	26
II.3.4 .1.Rôle et répartition.....	26
II.3.4 .2.Métabolisme	26
II.3.4 .2.1 .Absorption	26
II.3.4 .2.2. Excrétion.....	26
II.3.4 .3.Les besoins de la vache laitière en potassium	27
II.3.5. Le sodium et le chlore	27
II.3.5.1. Rôle et répartition	27
II.3.5.2.Métabolisme	27
II.3.5.2.1 Absorption	27
II.3.5.2.2. Excrétion.....	28
II.3.5.Les besoins de la vache laitière en sodium	28

Chapitre III

L'intérêt du profil métabolique en médecine vétérinaire

III. 1.Origine d'un profil métabolique	29
III.2. les facteurs influençant le profil métabolique chez la vache laitière	29
III.2. 1. L'influence du système fourrager et de la saison.....	30
III.2. 1.1 sur la glycémie	30
III.2. 1.2.sur cholestérolémie	30
III.2. 1.3.sur la protéinémie.....	30
III.2. 1.4 sur l'urémie.....	30
III.2. 1.5 sur le taux des minéraux	31
III -2.2. L'influence de l'état physiologique	31
III -2.2. 1. sur la glycémie.....	31
III -2.2. 2. sur la cholestérolémie et triglycéridémie	31
III-2.2.3. sur protéinémie	32
III-2.2.4.sur la fonction rénale	32
III-2.2.5. Influence sur le taux des minéraux sériques.....	32
III.2.3. L'influence des facteurs zootechniques.....	32
III. 3. Utilité du profil métabolique en médecine vétérinaire	33

ETUDE EXPERIMENTAL

Chapitre I

Matériels et méthode

I. lieu de l'étude.....	36
I.1. les animaux	36
I.2 Prélèvement	37
I.2.1. Méthodes analytiques	37
I.2.1.1 Les constantes biologiques	37
1. Glucose	37
2. Cholestérol	37
3. Triglycérides.....	38
5. Urée sanguine.....	39
5. Protéines totales	39
6. Albumine.....	39
8. Créatinine	39
I.2.1.2. Les minéraux	40
1. Calcium	40
2. Phosphore.....	40
3. Sodium.....	40
I.3 Traitement statistique.....	40

Chapitre II

Résultats et discussion

II. l'influence de l'état physiologique sur les paramètres de métabolisme énergétique	42
II.1 glycémie	42
II.2 cholestérolémie	44
II.3 la triglycéridémie	45
II.2 l'influence de l'état physiologique sur le métabolisme azoté	46
II .2.1. Protéines totales	46
II. 2.2. Albuminémie	48
II. 2.3. Urémie	49
II.2.4. Créatinémie	50
III. l'influence de l'état physiologique sur les paramètres du profil minéral	52
III.1. La calcémie	52

III.2 La phosphatémie	56
III.3 La natrémie	54
III.4 La kaliémie	56
Conclusion.....	57
Références bibliographiques	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1 :	besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée) en fonction du poids vif.....	08
Tableau n° 2 :	besoins de gestation de la vache laitière (au dessus de l'entretien) pour un veau pesant 40 Kg à la naissance.....	09
Tableau n° 3 :	Liste d'indices de reproduction et leur valeur optimale sous conditions normales d'élevage en zone tempérée	11
Tableau n° 4 :	Effet de quelques caractéristiques des animaux sur les paramètres sanguins.....	33
Tableau n° 5 :	influence de l'état physiologique sur glycémie	42
Tableau n° 6 :	influence de l'état physiologique sur triglycéridémie	44
Tableau n° 7 :	influence de l'état physiologique sur cholestérolémie.....	45
Tableau n°8:	influence de l'état physiologique sur la protéinémie.....	46
Tableau n°9 :	influence de l'état physiologique sur l'albuminémie.....	48
Tableau n°10:	influence de l'état physiologique sur l'urémie.....	49
Tableau n°11:	influence de l'état physiologique sur la créatinémie.....	51
Tableau n° 12 :	influence de l'état physiologique sur la calcémie.....	52
Tableau n° 13 :	influence de l'état physiologique sur la phosphatémie.....	53
Tableau n° 14 :	influence de l'état physiologique sur la natrémie.....	55
Tableau n° 15 :	influence de l'état physiologique sur la kaliémie.....	56

LISTE DES FIGURES

Figure n°01:	Importance des bovins par rapport aux autres espèces.....	02
Figure n°02 :	Répartition géographique des effectifs bovins	03
Figure n° 03:	Cycle physiologique de la vache laitière.....	13
Figure n°04 :	Calcul de la quantité d'énergie nette et la quantité de protéines métabolisables requise, consommées et utilisée par la glande mammaire en lactation de VL en bonne santé, 4 jours après le vêlage.....	14
Figure n°05 :	Bilan du métabolisme énergétique des ruminants.....	14
Figure n°06 :	Métabolisme des protéines et des acides aminés chez la vache.....	20
Figure n°07 :	régulation de l'homéostasie calcique chez la vache de 500 kg.....	23
Figure n°08 :	régulation de homéostasie du phosphore chez la vache de 500 kg.....	24
Figure n°09 :	carte géographique de la région d'Oum El- Bouaghi.....	36

LA LISTE DES ABREVIATIONS

AA : Acides aminés.

AG : Acides gras.

AGV : Acides gras volatils.

GMQ : Gain moyen quotidien.

MS : Matière sèche.

UFL : Unité fourragère du lait.

PDI : Protéine digestible au niveau intestinal.

Introduction

L'intérêt de l'élevage bovin laitier est l'obtention d'une bonne production laitière. Ceci passe par une bonne maîtrise de la phase de transition. Car une vache ne commence à produire du lait que lorsqu'elle met bas et cette production diminue et ne revient à son niveau que lors du prochain vêlage. Alors que, pour atteindre cet objectif il faut qu'il existe une bonne coordination entre l'hypothalamus, l'hypophyse, l'utérus et les ovaires. Cette coordination résulte d'une bonne involution utérine, retour en chaleur et cyclicité ovarienne. L'ensemble de ces phénomènes se déroule autour de la gestation. On voit, ainsi, l'importance du péri-partum pour l'élevage laitier.

Tant que la gestation et la lactation engendrent un grand stress métabolique chez la vache laitière, le risque d'exposition aux maladies en post-partum est très élevé. Afin de les détecter précocement et éviter des dépenses liées aux soins vétérinaires et à la baisse de production, nombreux chercheurs se sont intéressés à l'étude du profil métabolique comme indicateur précoce qui évalue avec certitude le statut métabolique de la vache. En 1970, Payne a lancé, pour la première fois, l'utilité du profil métabolique comme un meilleur indicateur de la santé des animaux.

En Algérie, l'étude du profil métabolique est peu fréquente en élevage. Peu de données sont disponibles sur la valeur de ces paramètres dans les conditions algériennes. Les variations du profil métaboliques durant le péri-partum pourrait être utile comme indicateur du statut métabolique de la vache laitière.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui a comme objectif :

- Suivre un cheptel des vaches laitières par la réalisation d'un profil métaboliques basé sur le dosage des métabolites suivantes : glucose, triglycérides, cholestérol, protéines totales, urée, albumine, créatinine, calcium, phosphore, sodium et potassium.
- Evaluation de l'influence de l'état physiologique de la vache sur ces paramètres.
- Conclure l'intérêt de leur évaluation dans la prévention des maladies de production dans les conditions algériennes.

Etude bibliographique

Chapitre I
L'élevage bovin en Algérie

I.1. L'importance d'élevage bovin en Algérie

L'éleveur par tradition s'oriente vers l'élevage de petits ruminants que vers les bovins car ces derniers représentent un investissement important que l'on perd facilement en cas de maladie ou vol d'une part et d'autre part le lait est un produit rapidement périssable s'il n'est pas traité ou conservé dans des bonnes conditions et ne peut plus être vendue.

Malgré le fait que l'élevage des vaches laitières soit un investissement à long terme qui nécessite des prises de décision bien pesée pour éviter des résultats décevants, il représente 50 % de la valeur ajoutée agricole (MADR, 2007). Il est considéré comme le plus important dans le secteur agricole (Benabdeli, 1997). En outre, selon Skouri (1993) il y'a une grande association de l'agriculture, l'élevage et les forêts. Cette association permet d'une part de créer des postes d'emploi (Srairi *et al.*, 2007) et d'autre part d'augmenter le rendement agricole par la fumure animale (D'aquino, 1995) et l'utilisation des graminées de bas-côtés.

En Algérie, 78 pourcent d'effectif animal est constitué par les ovins, les caprins occupent la deuxième position avec 14 pour cent, alors que les bovins ne représentent que 6 pour cent de l'effectif (Nedjraoui, 2001).

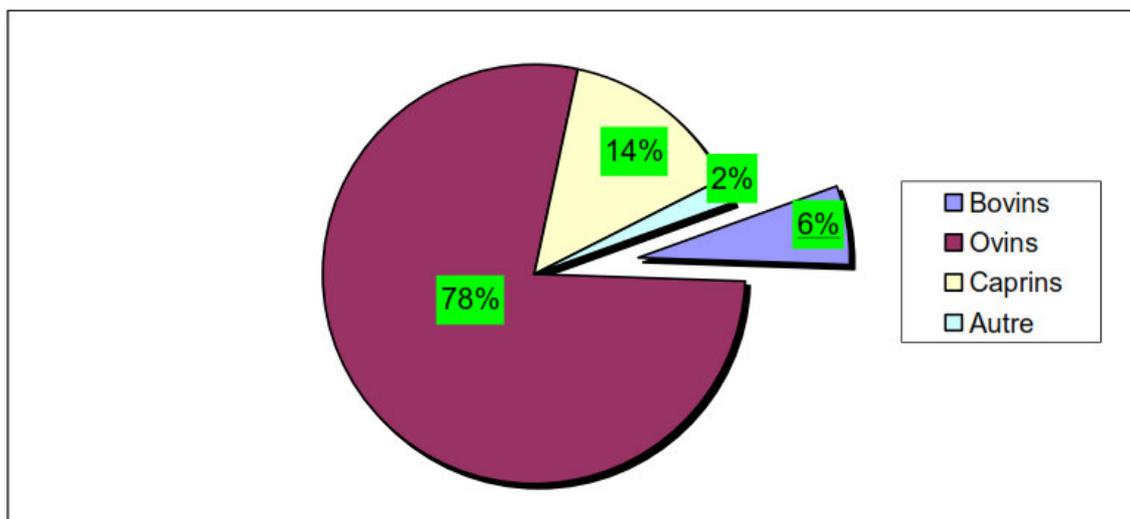


Figure n°01: Importance des bovins par rapport aux autres espèces
(Nedjraoui, 2001)

I.2. Répartition géographique du cheptel bovin en Algérie

Le cheptel bovin est localisé dans la frange nord du pays (environ 80%), et particulièrement dans la région est, qui dispose de 53 % des effectifs ; alors que les régions centre et ouest, ne totalisent respectivement que 24.5 et 22.5 % des effectifs bovins. Une plus grande disponibilité des prairies dans les wilayas de l'est, due à une meilleure pluviométrie, y explique largement cette concentration (Amellal, 1995).

Selon **Djadi(2011)** ; les 14 wilayas de Est disposent 916.824 têtes dont 478.046 sont des vaches laitières avec quelques incursions dans les autres régions environ 24.5% et 22.5% respectivement vivent dans les régions Centre et Ouest. Cela s'expliquerait par la richesse des régions d'Est par les plaines due à une forte pluviométrie (**Amellal, 1995**).

En Algérie du nord la distribution du troupeau bovin est en fonction de l'altitude. Il prédomine jusqu'à 1500 m dans les plaines et vallées. Au-delà 1500 m les ovins et les caprins occupent la première position puisque les bovins sont transhumés vers les piedmonts à la fonte de neiges (**Nedjraoui, 2001**). Alors, les zones steppiques sont le domaine de prédilection de l'élevage ovin et caprin avec plus de 90% de l'effectif qui y vivent ce qui entraîne une surexploitation de ces pâturages (**FAO data .base, 2002**).

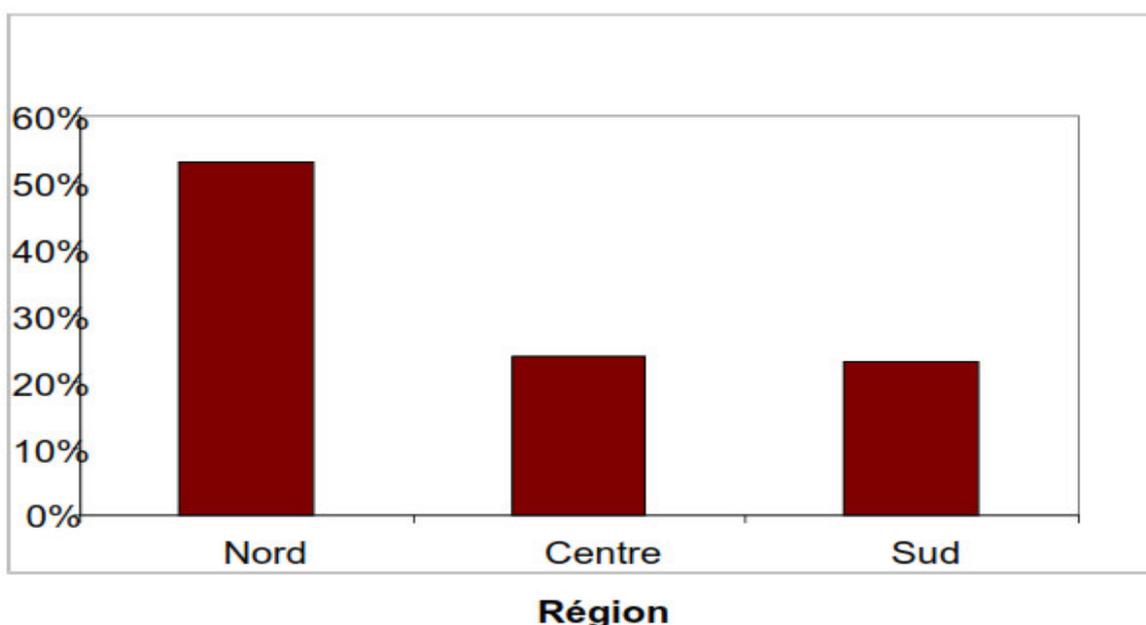


Figure n°2 : Répartition géographique des effectifs bovins (Amellal,2005)

I.3. Les races exploitées dans les troupeaux bovins

Le cheptel bovin est constitué par trois races

I.3.1. Les races locales

L'élevage du bovin local occupe une place importante dans l'économie familiale pour l'autoconsommation grâce aux caractères de production, à son adaptation aux milieux les plus difficiles et sa rusticité devant les faiblesses des ressources alimentaires qui lui sont offertes (**Aissaoui 2002; Benakhala et al., 2002**). Cette population est attribuée à une seule race mère qu'est la **brune de l'Atlas** d'origine **Ibérique** (**Bonnvoy, 1900**). Elle possède un phénotype commun, c'est le **rameau brun** ; se sont des vaches rectilignes, médiolignes et émétique.

Généralement elles présentent les caractères suivants :

- Couleur de la robe brune avec toute intensité.
- Muqueuse noirâtre avec des poils blancs.
- Profil céphalique rectiligne.
- Production mixtes.

La brune de l'Atlas se subdivise en quatre races secondaires :

- la Guelmoise: à pelage gris foncé vivant en zones forestières.
- la Chélifienne : à pelage fauve.
- la Cheurfa : à robe blanchâtre, qu'on rencontre en zones pré- forestières (**Nedjraoui, 2001**).Le cheptel de la race locale représente 45% de l'effectif national et n'assure que 20% de la production de lait (**Bencherif, 2001**).

I.3.2. Les races importées

Appelées bovins laitiers modernes (BLM), elles représentent 9-10% du cheptel national et assurent environ 40% de la production laitière. L'introduction de ces animaux à partir des pays Européens avait débuté par la colonisation du pays (**Eddebbah, 1989**).

I.3.2.1. La race Holstein

La race Holstein n'est que le fruit de l'amélioration génétique de la production laitière de la race mère **la Frisonne pie noire hollandaise** ; cette dernière est exportée dans l'ensemble des pays d'Europe et a pris une appellation différente selon les pays où elle a atterri. Cette race est caractérisée par une grande taille, un squelette plutôt fin, des cornes courtes et une robe le plus souvent pie, une très bonne aptitude laitière, ainsi qu'une bonne aptitude à l'engraissement. Les résultats extraordinaires de la production laitière de la race Holstein ont fait qu'elle soit convoitée et utilisée comme la première race amélioratrice de la production laitière dans le monde. (**Bouzabda, 2007**).

I.3.2.2. La race Montbéliarde

La race Montbéliarde appartient au rameau jurassique (origine *Bos frontosus*) d'où dérive le groupe de race Pie Rouge. Elle fait donc partie de la famille de Simmental et de Fleckvieh et de ce fait adhère à la Fédération Européenne Pie Rouge. Elle se situe actuellement en seconde position des races importées, Elle porte une robe pie rouge aux taches bien délimitées, a une tête blanche et des oreilles rouges (ainsi que le ventre, les membres et la queue), et a des muqueuses claires. Les cornes sont courtes. C'est une vache de grande taille, Elle donne un lait riche en matière grasse, C'est la principale race utilisée pour la fabrication des fromages. C'est aussi la meilleure laitière du rameau pie rouge des montagnes (**Bouzabda, 2007**).

I.3.2.3. La Tarentaise

La **tarentaise**, ou **Tarine**, est une race bovine française. Elle est aussi élevée en Italie dans le Val d'Aoste sous le nom de **Savoiarida**. Cette vache qui fut importée avant et après l'indépendance car réputée par sa production laitière, sa viande et sa qualité de rusticité et d'adaptabilité à la condition de milieu difficile. En effet, elle persiste dans certaines régions de l'est, il y'a très longtemps lui ont valu l'appellation de **race arabe**. La robe est uniformément brune fauve chez les deux sexes. Les muqueuses sont noires, ainsi que le museau et les lunettes. Les cornes, en forme de lyre, sont blanches avec la pointe noire. Les sabots sont également noirs, durs et faits pour la marche en montagne sur un sol dur, le lait est de bonne qualité est utilisé pour la fabrication de fromage (**Bouzabda, 2007**).

I.3.3. Les races améliorées ou mixtes

Ce cheptel que l'on désigne sous le vocable de **bovin local amélioré** (BLA) recouvre les divers peuplements bovins issus de multiples croisements entre la race locale brune de l'Atlas et ses variantes d'une part, et diverses races importées d'autre part (**Yakhelef, 1989**).

I.4. Les systèmes d'exploitation

L'élevage bovin pour la production laitière peut se faire de différentes façons ; qui dépendront essentiellement du mode d'alimentation des animaux, du climat, de l'infrastructure, de la disponibilité des terres et les traditions locales. Le mode d'alimentation détermine la plupart des possibilités et les contraintes d'un système. Grâce à l'hétérogénéité du cheptel bovin Algérien on distingue trois grands systèmes d'exploitation (**Yakhlef, 1989**).

I.4.1. Système intensif

Ce système se localise dans les zones généralement à fort potentiel d'irrigation autour d'agglomérations urbaines. Il concerne les troupeaux de vaches à haut potentiel de productions laitières importés d'Europe (Frisonne Française, pie noir, Montbéliarde.....). (**Kali et al., 2011**).

L'exploitation hors sol domine dans les plaines telliennes, le troupeau d'effectif moyen à réduit (20 têtes) est entretenu par une main- d'œuvre familière d'où les animaux restent à l'étable et l'alimentation leur est apportée sur place. Il fait appelle à l'utilisation des produits vétérinaires ainsi qu'à des équipements pour les logements des animaux (**Guerra, 2007**) ; c'est le plus coûteux.

I.4.2. Système extensif

Le bovin conduit par ce système, est localisé dans les régions montagneuses et son alimentation est basée sur le pâturage. Ce système de production bovine en extensif occupe une place importante dans l'économie familiale et nationale (**Yakhlef, 1989**), il assure également 40% de la production laitière nationale (**Nedjraoui, 2001**). Cet élevage est basé sur un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaines. Il concerne les races locales et les races croisées et correspond à la majorité du cheptel national. Le système extensif est orienté vers la production de viande (78% de la production nationale) (**Nedjraoui, 2001**).

I.4.3. Système semi -intensif

Ce système est localisé dans l'Est et le Centre du pays, dans les régions de piémonts. Il concerne le bovin croisé (local avec importé) (**Adamou et al., 2005 cité par Guerra, 2007**). Ce système est à tendance viande mais fournit une production laitière non négligeable destinée à l'autoconsommation et parfois, un surplus est dégagé pour la vente aux riverains. Jugés médiocres en comparaison avec les types génétiques importés, ces animaux valorisent seuls ou conjointement avec l'ovin et le caprin, les sous produits des cultures et les espaces non exploités. Ces élevages sont familiaux, avec des troupeaux de petite taille. La majeure partie de leur alimentation est issue des pâturages sur jachère, des parcours et des résidus de récoltes et comme compléments, du foin, de la paille et du concentré. Le recours aux soins et aux produits vétérinaires est assez rare. (**Guerra, 2007**).

I.5. Les contraintes de l'élevage bovin en Algérie

Selon **Guerra(2007)** ; les contraintes sont :

- Insuffisance des mesures de soutien à l'élevage et au développement des fourrages.
- Insuffisance des ressources en eau et faiblesse du développement des périmètres irrigués.
- Inefficacité de la politique des prix du lait induisant le désintéressement des éleveurs pour la production laitière.
- Insuffisances dans la maîtrise de la conduite technique des élevages de manière intégrée.
- Longueur du cycle des sécheresses enregistrées ces dernières années.
- Apparition de plusieurs cas de maladies contagieuses (tuberculose, brucellose...), ce qui a conduit parfois à des abattages forcés.
- Faiblesse de la vulgarisation agricole.

- Absence, sur le terrain, d'associations actives dans le domaine de l'élevage.

I.6. Conduite de l'élevage en Algérie

I.6.1. Importance du suivi du troupeau

Les objectifs des éleveurs sont l'obtention d'un veau par vache par an et assurer une bonne production de lait. Pour répondre à ces objectifs ; ils vent maîtriser un ensemble des techniques et des méthodes lui permettant de satisfaire les besoins des animaux et leurs productions (**Wolter, 1999 ; Badinand et al., 2000**). Selon **Wiener et Rouvier (2000)** une meilleure gestion du troupeau nécessite une maîtrise convenable de l'alimentation et de la reproduction, une surveillance sanitaire des animaux et de la traite. Alors **Nicks (1998)** ajoutera qu'une mise en œuvre correcte des programmes de la gestion des troupeaux favorise le bien être des animaux et une meilleure expression de leur potentiel génétique.

I.6.2. Conduite de l'alimentation

Rationner une vache consiste à satisfaire ses besoins nutritifs, par l'ajustement d'apport alimentaire, suffisant, équilibré, adapté à ses facultés digestives, le plus économique possible (**Wolter, 1997**). Le calcul du rationnement repose sur une meilleure évaluation des besoins cumulés de la vache (entretien avec éventuelle croissance ou gestation, la production laitière kg/vache /an) ainsi qu'une détermination des apports nutritifs de la ration de base (au moyen des tableaux notamment). Il suffit de réalisé par le calcul l'ajustement théorique entre les besoins et les apports, il importe surtout de confronté cette ration calcule à la réalité de pratique pour juger son efficacité en fonction de l'évolution de l'état corporel ; de la production laitière, de la qualité de lait et de la santé de la vache (**Wolter, 1997**).

I.6.3. Les besoins nutritifs de la vache

I.6.3.1. Les besoins d'entretien

Ils correspondent à la consommation des nutriments nécessaires au maintien de la vie d'un animal pour qu'il pas de variations de la masse corporelle, qui se traduisent par l'utilisation d'énergie à l'accomplissant des fonctions de base de l'organisme (respiration, circulation sanguine, tonicité musculaire) et pour le renouvellement d'une partie des matériaux constructifs des tissus animaux (**Barret, 1992**).

Gras **Jarrige (1988)** estime que les dépenses d'entretien sont proportionnelles au poids de l'animal et plus précisément à la surface qui est lie au poids à la puissance trois quart ($p 0.75$) appelé **poids métabolique**.

Le type d'élevage influence les dépenses ; le pâturage va les augmenter à 20% dans le cas d'une herbe jeune et abondante et d'environ 30- 60% s'il est rare et âgé.

Dans le même sens, **Sérieys (1997)** a noté qu'en stabulation libre, le besoin en UFL doit être augmenté de 10% pour tenir compte de l'activité musculaire (physique) chez les vaches qui sont au pâturage.

Les besoins en minéraux pour l'entretien ne sont pas négligeables du fait de la fixation importante au niveau du squelette surtout pour le Calcium, Phosphore, Magnésium (18 mg, 25 mg, 5 mg respectivement pour un Kg de poids vif et par jour). Pour les oligo-éléments et certaines vitamines les besoins sont importantes et leurs absences bloquent les voies du fonctionnement de l'organisme (**Jarrige, 1988**).

Tableau1: besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée) en fonction du poids vif

Source : INRA(1988)

Poids vif (Kg)	UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)
550	4.7	370	33	24.5
600	5.0	395	36	27
650	5.3	420	39	29.5
700	5.6	445	42	31.5

I.6.3.2. Les besoins de croissance

La croissance de la vache laitière se produit pendant plusieurs lactations, elle n'est importante que chez les primipares notamment en cas de vêlage à 2 ans (environ 60 kg par an ou 200 gr par jour de GMQ) et chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondant sont considérablement négligeables (**Sérieys, 1997**).

D'après **Jarrige (1988)** les primipares de 2 ans doivent bénéficier d'un apport supplémentaire de 1 UFL et de 120 gr PDI environ par rapport aux primipares de 3 ans.

I.6.3.3. Les besoins de gestation

Ils correspondent aux besoins nécessaires pour la fixation d'un ou plusieurs fœtus, mais aussi celui de l'utérus, des structures associées et les glandes mammaires. Ces dépenses sont relativement négligeables pendant les deux premiers tiers, elles augmentent plus vite en dernier tiers de gestation (**Jarrige, 1988**).

Sérieys (1997) a montré que les besoins augmentent plus vite que le poids de fœtus. Du fait que celui-ci s'enrichit en protéines, graisse et minéraux. Cette estimation s'accorde avec les travaux de **Reynold et al. (1986)**, alors que **Bell (1995)** a trouvé que chez une vache Holstein

pesant 650 kg et en 250 jours de gestation ; l'absorption utérine représente la moitié de l'approvisionnement de la mère en glucose et l'acétate représente 3-4% de l'approvisionnement de la mère (Bell, 1995).

Tableau 2 : besoins de gestation de la vache laitière (au dessus de l'entretien pour un veau pesant 40 Kg à la naissance) Source :INRA (1988)

Mois de gestations	UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)
7 ^{ème}	0.9	75	9	3
8 ^{ème}	1.6	135	16	5
9 ^{ème}	2.6	205	25	8

I.6.3.4. Besoins de la production laitière

Ces besoins correspondent à l'ensemble des synthèses et exportations réalisées par la mammelle pour la production laitière. Ils varient selon la qualité de lait produit, sa composition en taux butyreux et en taux protéique (Yennek ,2010).

Les besoins de la vache laitière varient en fonction du stade de la lactation ; d'où le début de celle-ci correspond à une période critique dans la vie de la vache , elle se caractérise par un très forte et très rapide augmentation des besoins nutritifs alors que l'appétit ne progresse que lentement et modérément (Wolter, 1997).

D'après **Sérieys (1997)** , les besoins maximums sont atteints dès la première semaine pour PDI et Calcium et deux à trois semaines pour UFL, c-à-d bien que le pic qui intervient habituellement vers la cinquième semaine, en outre ces besoins représentent trois à six fois ceux de l'entretien et la fin de la gestation. Les besoins de la vache en Calcium et Potassium augmentent à partir du vêlage du fait que ces deux minéraux entrent dans la composition du lait (**Jarrige, 1988**).

Cette exportation massive crée un décalage entre les apports et les besoins qui engendre une balance énergétique négative qui persiste généralement quatre à douze semaines de lactation et qui oblige la vache à puiser ses réserves pour supporter la production laitière (**Senatore et al., 1996**) . les vaches maigres au vêlage avec peu de réserves à mobiliser présentent alors une réduction de la production laitière (**Garnsworthy et al., 1993 rapporté par Abdejalil,2005**) .

Pour les satisfaire ; le rationnement joue un rôle crucial.Il est constitué de fourrages de bonne qualité ($\geq 40\%$) ; un apport en concentrés ($\geq 60\%$) et un taux de cellulose ($\geq 16-18\%$) pour assurer une bonne fibrosité de la ration et bon fonctionnement du rumen. Alors pendant la phase décroissante de la production laitière le bilan énergétique devient largement positif et la satisfaction des besoins est plus facile à réaliser (**Hoden et al., 1988**).

La reconstitution des réserves corporelles doit commencer dès le milieu de la lactation (**Chillard *et al.*, 1988**). De ce fait, la réduction des apports nutritifs à cette période peut être préjudiciable à la santé de l'animal, une ration équilibrée en azote et en énergie satisfait à la production et la reconstitution des réserves.

Pendant les deux derniers mois de la lactation, les fourrages peuvent suffire aux besoins nutritifs de la bête (**Wolter, 1997**), puisque ces animaux présentent une capacité d'ingestion élevée qui leur permet d'être suralimentés qui conduit à l'engraissement excessif.

I.6.4. Conduite de la production laitière

I.6.4.1. Conduite de tarissement

Le tarissement ou la période sèche pendant laquelle la vache ne produit pas le lait. Il est perçu comme une phase de repos physiologique, mais n'est jamais à l'état d'entretien strict ; elle supplée aux besoins du fœtus en fin de la gestation ; terminer sa croissance en cas de vêlage précoce et parfois compléter la restauration de ses réserves (**Abdeldjalil, 2005**), il se pratique deux mois avant le vêlage pour une bonne relance hormonale et une régénération des tissus de la mamelle (**Sérieys, 1997**).

D'après **Wolter (2001)** le tarissement est crucial sur le plan de l'alimentation pour le bon démarrage de la lactation et pour une prévention des troubles qui entourent le vêlage. Il se distingue par des besoins quantitatifs relativement faibles mais aussi par des exigences en rapport avec la gestation. Il doit éviter le risque de suralimentation qui conduit aux difficultés de vêlage. Afin d'éviter ce problème le même auteur rapporte les particularités de rationnement en période sèche qui sont **le niveau alimentaire**

- ❖ Ajusté : selon l'état d'entretien .
- ❖ Restrictif : séparation des vaches tarées .
- ❖ Progressif : premier mois au régime minimum à base de fourrage, deuxième mois c'est l'introduction progressive de concentré.

I.6.4.2. La traite

La traite est l'opération qui consiste à extraire le lait contenu dans la mamelle (**Cauty et Perreau, 2003**). Les vaches sont traitées deux fois par jour ; le matin et le soir. Une durée de 12 heures entre les deux traites est recommandée (**Ayadi *et al.*, 2003**) ; en attendant leur tour, les vaches se nourrissent, le fermier lave la mamelle de la vache et installe des gobelets de la machine à traire sur les tétines. Ceux-ci vont aspirer le lait comme si le veau tétait, cette technique permet d'augmenter la productivité de l'éleveur (**Craplet et Thibier, 1973**). La traite

constitue l'opération principale dans l'élevage bovin laitier, elle présente 50% du travail de l'éleveur (Charon, 1988).

I.6.5. La conduite de reproduction

La conduite de la reproduction est l'ensemble des actes ou décisions zootechniques jugées indispensables à l'obtention d'une fertilité et fécondité optimales (Badinand *et al.*, 2000). D'après Madani (2006), la maîtrise de reproduction influence la rentabilité de l'élevage. La reproduction est un préalable indispensable à la plupart des productions animales que ce soit une lactation ou une mise-bas.

Le suivi de la reproduction consiste en une approche coordonnée entre l'éleveur et le vétérinaire pour assurer en premier l'observation optimale des animaux et en seconde des délais minimums pour leurs examens cliniques ; ainsi qu'une anamnèse aussi complète que possible pour établir un diagnostic précis et un traitement efficace (Ghoribi, 2011). Les indices qui indiquent une bonne reproduction sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau n°3 : Liste d'indices de reproduction et leur valeur optimale sous condition normale d'élevage en zone tempérée (Gilbert *et al.*, 2005).

Indices de reproduction	Valeurs Optimales
Intervalle de vêlage	2,5 - 13 mois
Moyenne du nombre de jours entre le vêlage et les premiers haleurs	< 40 jours
Vaches observées en chaleur endéans 60 jours de vêlage	> 90%
Moyenne du nombre de jours entre le vêlage et la première saillie	45 à 60 jours
Saillies par conception	< 1,7
Conception à la première insémination chez les génisses	65 à 70%
Conception à la première insémination chez les vaches	50 à 60%
Pourcentage des vaches pleines avec moins de trois saillies	> 90%
Vaches avec un intervalle de chaleurs entre 18 et 24 jours	> 85%
Nombre de jours entre le vêlage et la conception « days open »	de 85 à 110 jours
Pourcentage de vaches non fécondées à plus de 120 jours	< 10%
Durée de la période de tarissement	45 à 60 jours
Moyenne de l'âge au premier vêlage	24 mois
Pourcentage d'avortements	< 5%
Vaches réformées pour cause d'infertilité	< 10%

I.6.5. Conduite du bâtiment d'élevage

Une ferme laitière doit s'organiser toujours aux différentes activités : élevage, traite, culture, stockage de fourrage, matériel agricole et bureau. En effet les éleveurs doivent respecter le bien-être des vaches. Les bâtiments d'élevage doivent être propres, l'air frais est important pour le confort des vaches, on mesure la qualité de l'air par la température, l'humidité, l'odeur, alors un système de ventilation est nécessaire au sein des élevages bovins laitiers (**Graves, 2003**).

Chapitre II
Métabolisme de la vache laitière

II. Métabolisme énergétique et azoté en période péri- partum chez la vache laitière

II.1. Péri - partum : définition, besoins, ingestion

Le péri- partum constitue une période très importante au cours du cycle physiologique d'une vache laitière (figure n°3) ; celle-ci se caractérise par des besoins spécifiques et une adaptation du métabolisme très fine.

Il correspond aux deux périodes physiologiques qui sont très différentes à savoir la fin du tarissement caractérisé par des besoins alimentaires faibles et le début de la lactation avec des besoins très élevés (Enjalbert, 1998). C'est pourquoi une bonne maîtrise de la transition entre l'état de gravidité et l'état de lactation doit faire l'objet d'une grande attention de la part de l'éleveur. Cette période s'étend de 3 semaines avant et après le vêlage qu'on l'appelle **période de transition** (Drackley, 1999).

Le péri- partum est souvent associé à un pic d'incidence des pathologies notamment des pathologies métaboliques (cétose et déplacement de la caillette de 3.2% (Duffield *et al.*, 2009) à 5.1% (Le Blanc *et al.*, 2005)) ou infectieuses (métrites 2.7% (Duffield *et al.*, 2009)) mammites à 10.3%. Tout ceci est dû à trois caractéristiques du péri-partum dont il faut avoir conscience :

- **Un bilan énergétique négatif inévitable, qui peut devenir lourd de conséquences**
- **Des fluctuations de la calcémie.**
- **Un état d'immunosuppression plus ou moins importante.**

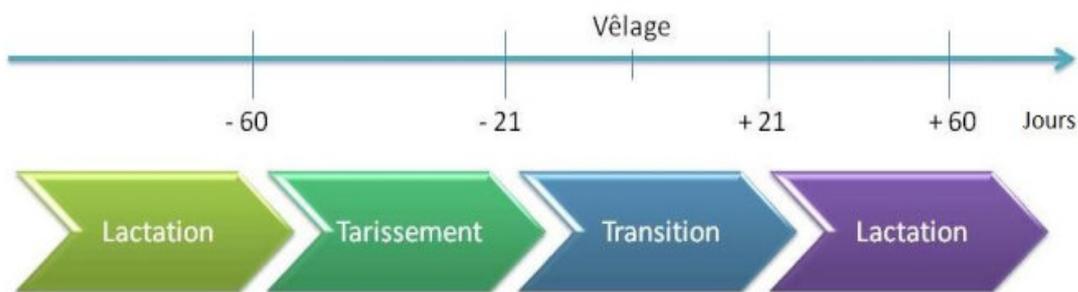


Figure n° 3: cycle physiologique de la vache laitière (Guillaume ,2013)

II.1.2. Les besoins énergétiques de péri-partum

Un déficit énergétique au cours de cette période est inévitable et physiologique. Toute une cascade de mécanismes est mise en œuvre afin de le recouvrir. La régulation et la coordination du métabolisme des lipides au sein du tissu adipeux, du foie, et des glandes mammaires représentent les composants clés de l'adaptation des bovins à la production de lait (Weber, 2013) (Figure 4).

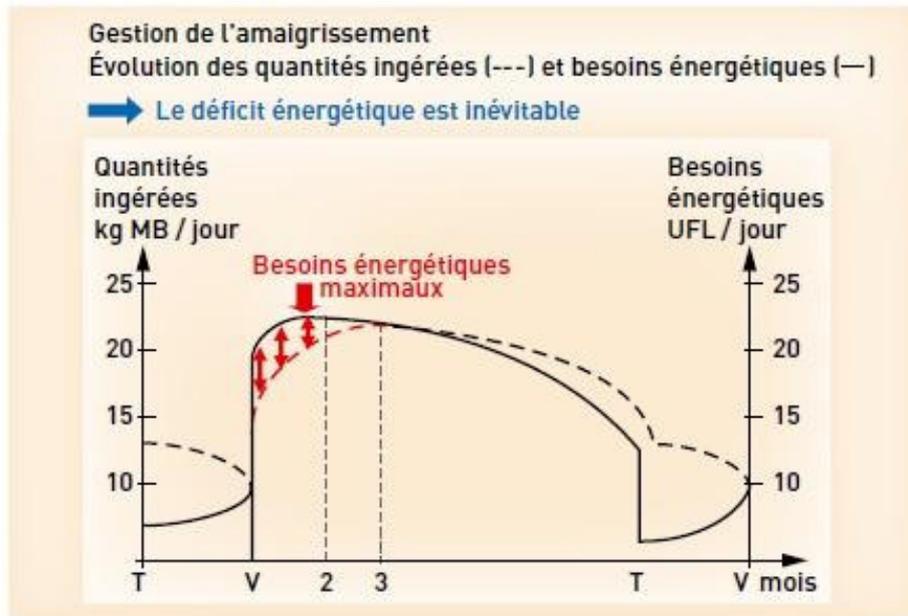


Figure n°4 : Besoin et couverture énergétique lors du peripartum (Aubadie-ladrix, 2011)

Les besoins en énergie nette ainsi qu'en protéines métabolisables au début de la lactation excèdent respectivement de 26 % et 25 % les apports par l'alimentation (Drackley, 1999). De plus, respectivement 97 % et 83 % de l'énergie nette et des protéines apportées sont utilisées par la mamelle ce qui ne laisse que peu d'apport pour couvrir les besoins d'entretien, comme le montre la Figure (5). (Drackley, 1999).

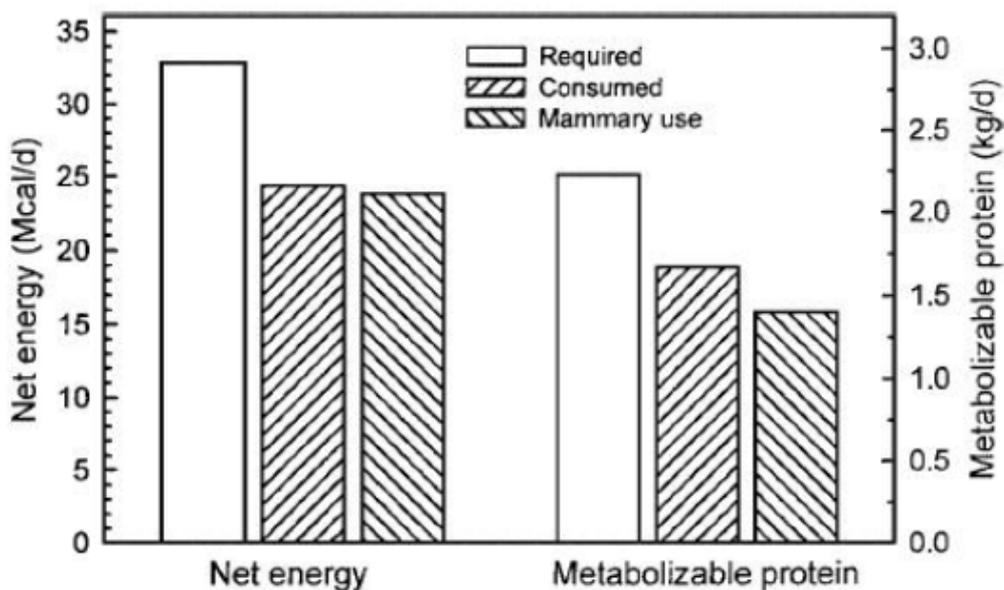


Figure n°5: Calcul de la quantité d'énergie nette et la quantité de protéines métabolisables requise, consommées et utilisées par la glande mammaire en lactation des VL en bonne santé, 4 jours après le vêlage (Drackley, 1999).

Une modification des besoins est observée en fonction du stade de gestation ainsi que du stade de lactation chez une vache laitière, au cours d'un cycle :

En fin de gestation, l'utérus et le placenta requièrent près de 45% du glucose ou encore 72% des acides aminés (**Gerloff, 2000**).

La demande de la mamelle en fin de gestation est importante à prendre en compte également. En effet, dès quelques semaines avant le part débute la synthèse du pré-colostrum. Dans les 4 jours avant vêlage, la demande de la mamelle en glucose, acides aminés et acides gras (AG) est de plusieurs fois celle de l'utérus gravide (**Bell, 1995**).

Les besoins de la vache sont réadaptés lors du passage à l'état de lactation pour s'orienter vers la mamelle : 90% de l'énergie et 80 % du glucose lui sont alors voués (**Drackley, 1999**).

Les besoins du début de lactation par rapport au prepartum sont doublés à triplés pour le glucose et doublés pour les acides aminés (**Drackley, 1999 ; Salat, 2005**).

Certains auteurs ont même montré que les besoins en glucose le lendemain du part sont 5 fois plus importants que ceux une semaine avant le vêlage (**Bell, 1995**).

II.1.3. L'évolution de la quantité de la matière sèche ingérée (MSI) du péri-partum

Dés un mois avant le vêlage on observe une divergence entre la quantité de MSI et les besoins : la capacité d'ingestion tend à baisser dans les derniers jours de la gestation tandis que les besoins ne font qu'augmenter. La quantité de matière sèche ingérée diminue de 32% dans les trois dernières semaines avant le vêlage plus précisément 89% de cette diminution ont lieu lors de derniers semaines de la gestation (**Goff et al., 1997**) et (**Hayirli et al., 2002**), Cette diminution de la quantité de MSI est sous influence de différents facteurs :

- 56.1% de cette diminution s'explique par le jour de la gestation (plus la vache se rapproche du terme, moins elle ingère la matière sèche) (**Hayirli et al., 2002**).
- 19.7% de cette diminution s'explique par les facteurs liés à l'animal (à savoir la note d'état corporel NEC et la parité : plus la NEC est élevé moins la quantité de la matière sèche ingérée sera importante et une vache ingère une plus grande quantité de MS qu'une génisse). (**Hayirli et al., 2002**).
- Les 2.4% restants sont expliqués par les facteurs alimentaires en période sèche (protéine dégradable ou non dans le rumen par exemple).
- Le facteur physique (le veau diminue le volume du rumen) est souvent considéré comme prépondérant pour expliquer la diminution de la capacité d'ingestion en fin de la gestation, ce paramètre est largement surestimé. D'autres facteurs métaboliques jouent un rôle au moins aussi important (nutriment, hormones de reproduction, hormones de stress, leptine, insuline.....). A titre d'exemple l'augmentation

d'œstrogène et la diminution de progestérone influence directement sur la diminution de la capacité d'ingestion (**Ingvarsten et al., 2000**).

II.2. L'adaptation métabolique durant le péri-partum

II.2.1. Métabolisme énergétique

Le métabolisme de la vache laitière est complexe surtout autour de vêlage, il est sous la coordination de deux phénomènes physiologiques l'homéostasie qui est le maintien de l'équilibre physiologique et l'homéorhésie c'est le changement orchestré du métabolisme nécessaire pour soutenir l'état physiologique (**Bauman et Currie, 1980**).

A l'approche du vêlage, les besoins en nutriments atteignent le maximum en répondant à l'approvisionnement des tissus fœto-placentaires surtout en glucose principale source d'énergie kg /jour/ vache équivalent de 45% du glucose maternel disponible (**Reynolds et al., 2003**). En revanche l'apport alimentaire ne peut couvrir que 2-18% de ce substrat et le reste provient de son organisme à travers la néoglucogenèse. La néoglucogenèse est donc essentielle pour les ruminants. (**Le Bars, 1991**). Ces besoins obligent l'organisme à s'adapter à plusieurs changements physiologiques inclus :

- L'augmentation de la vitesse de la néoglucogenèse hépatique.
- Diminution d'utilisation du glucose par les tissus périphériques.
- Accélération de la lipomobilisation et la libération des acides gras non estérifiés (AGNE) et glycérol.
- Augmentation d'utilisation des AGNE et le β -hydroxybutyrate par les tissus périphériques.
- La protéolyse musculaire.

L'ensemble de ces événements métaboliques servent à augmenter la disponibilité du glucose et les acides aminés pour le fœtus tandis que le corps maternel devient plus dépendant aux AGNE et les corps cétoniques (**Bell, 1995**).

En début de la lactation la vitesse de ces événements physiologiques est accélérée parallèlement à l'augmentation des besoins qui sont doublés ou triplés par rapport à la fin de la gestation d'où 14.5 M cal /jour deviendra 28.8 M cal /j chez les vaches multipares et 14.0 M cal contre 25.0 M cal /j chez les unipares (**Drackley, 2001**).

Les principaux changements métaboliques qui ont lieu pour fournir à la glande mammaire l'énergie nécessaire comme le glucose, les acides aminés comprennent :

- L'augmentation du flux sanguin vers la glande mammaire ainsi que l'accélération de leur métabolisme alors que celle de tissus périphériques diminue.

- Le métabolisme des lipides principales sources énergétiques pour l'animal est modifié de façon à soutenir cette demande physiologique (Alexandre, 2012). Les lipides participent à 50% dans la composition du lait alors que la ration ne contient que 2-4% de matière grasse. En effet à fin de couvrir ces besoins la vache est obligée à mobiliser ses réserves graisseuses qui sont environ 30-60 kg durant les trois premiers mois de la lactation (Ingravaston, 2000 ; Salat, 2005).cette lipomobilisation est associée avec la libération du glycérol substance glucoformatrice qui participe à 15% dans la synthèse du glucose (Wattiaux, 2000-3) et AGNE révélateur de degré de la lipomobilisation (Deffield, 2011),ces AGNE sont utilisés fortement par les tissus périphériques comme une source d'énergie en diminuant la consommation d'oxygène.
- En outre la vitesse de la néoglucogénèse est accélérée ainsi que celle de la cétogénèse .La cétogénèse représente une source d'énergie importante pour les tissus périphériques, elle peut satisfaire 7-12% des besoins de la gestation et la lactation (Brugère – Picoux ,1995 ; Lean 2002). D'autre part le β -hydroxybutyrate est utilisé par la mamelle afin de former la matière grasse laitière (Duffield et Herdt ,2000 ; Cuvelier *et al.*,2005).
- La mobilisation des protéines augmente aussi alors que la synthèse des protéines par les muscles et autres tissus diminue pour fournir les substrats de la néoglucogénèse comme les acides aminés glucoformateurs principalement l'alanine.
- Tant que la vitesse de la consommation ne développe pas assez rapidement pour fournir les nutriments nécessaires, il y'a une élévation dans la capacité d'absorption des nutriments par le tractus digestif ainsi que celle des minéraux associe avec la mobilisation osseuse (Invarston et Andersen, 2000).

II.2.1.1. Contrôle et régulation de métabolisme énergétique

Les hormones intervenant dans la régulation du métabolisme énergétique de la vache laitière agissent principalement sur le métabolisme lipidique en inhibant ou activant la lipolyse ou la lipogénèse. Leur sécrétion ne dépend pas de la concentration sanguine en lipides mais en fonction d'autres facteurs développés ci-après.

II.2.1.1.1. Insuline

L'insulinémie varie en fonction de la disponibilité du glucose ou de ses précurseurs tels que l'acide propionique (C3). Une augmentation du glucose disponible entraînera ainsi une

augmentation de la sécrétion de l'insuline, et réciproquement. L'insuline augmente l'utilisation du glucose par les tissus musculaires, et diminue la néoglucogenèse hépatique. Il en résulte une diminution de la glycémie. L'insuline a aussi des effets sur le métabolisme lipidique. Dans le tissu adipeux, l'insuline stimule la lipogenèse et inhibe la lipolyse. Il en résulte une diminution de la concentration sanguine des AGNE.

Dans le foie, l'insuline inhibe l'activité de la CPT1, diminuant le transport d'AGNE dans la mitochondrie. Elle oriente donc le métabolisme vers le stockage des AGNE en triglycérides. Elle inhibe la cétogenèse.

II.2.1.1.2. Glucagon

Le glucagon est la principale hormone ayant une action inverse à l'insuline et est aussi important que celle-ci dans l'adaptation du métabolisme lors de déficience énergétique. Le glucagon stimule la lipolyse chez plusieurs espèces dont les ruminants. Il agit principalement sur le foie. Il stimule la néoglucogenèse. Il active de même la CPT1, stimulant ainsi l'entrée d'AGNE dans la mitochondrie et orientant donc le métabolisme vers la synthèse de corps cétoniques.

II.2.1. 1.3 Adrénaline et noradrénaline

La deuxième famille d'hormones, après l'insuline, agissant sur le contrôle du métabolisme du tissu adipeux est la famille des catécholamines, représentée par l'adrénaline et la noradrénaline. Ce sont de puissants activateurs de la lipolyse.

- La noradrénaline est sécrétée par le système sympathique au niveau de ces terminaisons nerveuses sur la cellule adipeuse. Elle entraîne une décharge importante d'AGNE dans la circulation sanguine. Le contrôle de l'activité du système sympathique est réalisé dans un centre cérébral, sensible à l'équilibre énergétique.
- L'adrénaline est sécrétée par la surrénale et a les mêmes effets que la noradrénaline. Elle est libérée en cas de stress et est responsable d'une libération massive d'AGNE dans le sang.

II.2.1.1.4. Hormone de croissance

L'hormone de croissance est également une hormone qui intervient dans l'adaptation du métabolisme lors de déficience énergétique. Elle réduit la lipogenèse et favorise la mobilisation des AGNE. Sa sécrétion est stimulée lors d'hypoglycémie. Sa concentration plasmatique est naturellement haute en début de lactation.

II.2.1.1.5. Autres Hormones

D'autres hormones telles que la leptine, le cortisol, et les hormones thyroïdiennes orientent aussi le métabolisme lors de déficience énergétique. Cependant elles ont peu d'influence par rapport aux hormones citées précédemment.

II.2.2.métabolisme de matière azoté

Les protéines constituent un substrat important pour le maintien de la fonction vitale : la croissance, la reproduction ou encore la synthèse de lait, 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, 2002**). Le besoin considérable en ces protéines a lieu au cours de période de transition, plus précisément pendant les moins 2 semaines et 5 semaines par rapport au vêlage, **Le conseil national de recherche (1989)** a estimé que les besoins nets nécessaires pour la croissance est calculé comme $136 * \text{poids métabolique} (P^{0.75})$, cela indique que 50% des protéines absorbables sont destinés à la croissance fœtale. Cette information conduit à une exigence des protéines métabolisables pour une vache tarie pesant 650 Kg estimée à 742 g /jour surtout pendant les 3 semaines de la gestation. Alors **Capuco et Neill (1997)** supposant que ces besoins sont environ 1000g/jr en mettant en considération les besoins du tissu mammaire en fin de gestation qui pourrait représenter environ 120g/jr des protéines métabolisables. Ces besoins sont doubles ou triplés au début de la lactation ; ils sont estimés d'environ 2300g/jr (**Le conseil national de recherche, 1989**). Pour répondre à ces besoins périphériques accrus (mamelle et fœtus) avec un apport alimentaire faible une modification importante d'utilisation splanchnique des acides aminés est constatée .Elle est essentiellement hépatique d'où une diminution d'extraction hépatique des AA, elle est d'environ 20 à 40% chez la vache en lactation et de 40 à 100% chez la vache tarie en plus d'une forte réduction du catabolisme des AA (**Kraft, 2009**). En outre une mobilisation musculaire a lieu avant mis bas jusqu' à quatrième semaines de la lactation (**Van der drift, 2012**). Cette mobilisation est accentuée lors la demande en glucose est élevée généralement trois semaines après vêlage d'où les acides aminés issus de catabolisme servent à compléter le cycle de Krebs grâce à sa nature glucoformatrice.

Comme tout processus physiologique la coordination du métabolisme entre les tissus et les organes pour atteindre un équilibre homéostatique est gérée par intermédiaires des hormones ; mais le cas de métabolisme protéiques reste mal connu la plupart des chercheurs supposent que l'insuline et AA jouent le rôle clé (**Prod'homme et al., 2004,2005 ; Tesseraud , 2007**).

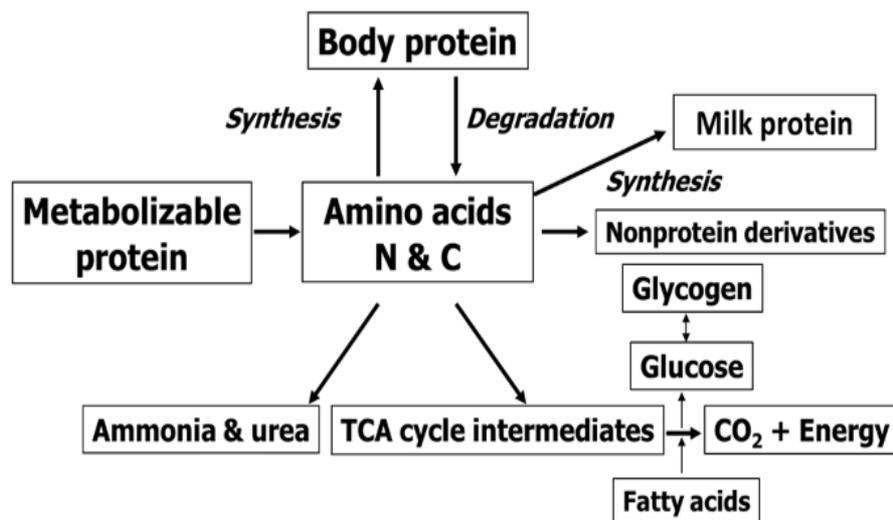


Figure n° 6: Métabolisme des protéines et les acides aminés chez la vache

II.3. Métabolisme des macroéléments

Les éléments minéraux représentent de 3 à 4 % du poids d'un ruminant adulte. Ils jouent un rôle spécifique et irremplaçable, comme constituants structuraux (comme dans l'os), comme régulateurs des échanges cellulaires (dans le sang), comme activateurs des réactions biologiques. Ils se répartissent en deux groupes selon leur importance pondérale (Wolter, 1999)

II.3.1. Calcium et phosphore

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.

II.3.1.1. Calcium

II.3.1.1. Rôle et répartition

Le calcium est le minéral majeur du corps, il joue des rôles très importants. Il est avant tout un constituant squelettique et il contribue aux fonctions vitales comme l'intégrité cellulaire, l'excitabilité neuromusculaire, la contraction musculaire, la coagulation, les activités enzymatiques et hormonales. (Payne *et al.*, 1983 ; Goff *et al.*, 1988 ; Jean-Blain, 2002).

Le calcium se trouve donc à 99% dans l'os et 1% dans les tissus mous et liquides extracellulaires. Le calcium extracellulaire circule sous trois formes :

- 50% sous forme ionisée, qui est active.
- 45% sous forme liée à un transporteur sanguin : les protéines.
- 5% sous forme complexée avec d'autres composés : citrates, sulfates.

La portion intracellulaire est concentrée essentiellement dans le réticulum endoplasmique (Jean-Blain, 2002 ; Marx, 2002 ; Drogoul *et al.*, 2004).

Dans le tissu osseux, 99% du Ca total dans le squelette se trouve sous forme de phosphate tricalcique, de carbonate de Ca, de citrate de Ca, de lactate de Ca, de protéinate de Ca et de trace de fluorures calciques.

II.3.1.2. Métabolisme

II.3.1.2.1. Absorption

Le calcium 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 ; Harold, 2004).

II.3.1.2.2. Excrétion

Elle est essentiellement digestive, La fraction non absorbée est essentiellement éliminée par voie fécale, elle est estimée à environ 16 mg/kg poids vif/jour. L'excrétion urinaire estimée 2 mg/kg/poids vif/ jour (Caple *et al.*, 2007). Elle s'accroît lors l'apport libéral de S ou avec une ration riche en protéines et s'annule si la calcémie est inférieure à 7.7 mg/ 100 ml chez la vache laitière (Underwood et Suttle, 1999).

II.3.2. Phosphore

II.3.2.1 Rôle et répartition

Le phosphore est le second macroélément essentiel dans le corps. Il représente environ 0.7% du poids corporel dont plus de 80% se trouve dans le squelette sous forme de phosphate tricalcique et de phosphate trimagnésique. Il forme avec le calcium la trame osseuse sous forme d'hydroxyapatite (90% du phosphore). Il est l'anion majeur intracellulaire des tissus mous en se trouvant dans les molécules principales comme les phospholipides, phosphoprotéines, acides nucléiques, molécules énergétique.

Le phosphore intervient dans le métabolisme énergétique, l'intégrité membranaire et osseuse et la contraction musculaire (Rosol *et al.*, 1997). De plus, il joue un rôle très important chez les ruminants car les micro-organismes du rumen sont dépendants du phosphore pour la cellulolyse et la production des AGV (Foucher, 2000).

Le phosphore dans le sang se présente sous deux formes :

- Forme inorganique : H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$
- Associe à Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ou à des protéines.

II.3.2.2. Métabolisme

II.3.2.2.1 Absorption

Le P est principalement absorbé au niveau de l'intestin grêle par un mécanisme de transport actif rapidement saturable (l'intervention d'un système Co-transport Na⁺ indépendant par l'interaction de deux ou plus des ions de Na avec un ion de P inorganique à pH 7.4) (**Huber et al., 2002 ; Pfeffer et al., 2005**). il existe d'autres types de transport du P ; c'est le transport passif suite à l'existence d'un gradient électrochimique (**Huber et al., 2002**).

II.3 .2.2.2 Sécrétion

Le phosphore est sécrété par la salive sous forme d'ion phosphate (**Bravo et Meschy, 2003**) d'où le P salivaire recyclé représente la part la plus importante du P disponible dans le rumen (jusqu'à 70% du P entrant dans le rumen). La concentration en P de la salive peut être 4 à 5 fois plus grande que celle du plasma sanguin (**Brisson, 2003**).

Le recyclage de ce P dépend de la concentration en P dans la salive, et du flux salivaire, influencé par la quantité de MS ingérée et la fibrosité de la ration (**Bravo et Meschy, 2003; Bravo et al., 2003b**).

II.3 .2.2.3. Excrétion

Elle est essentiellement fécale et la fraction excrétée est composée surtout de P non absorbé à la fois d'origine alimentaire et endogène (**Bravo et al., 2003b ; Kebreab et Vitti, 2005**). On l'estime selon **Paragon (1984)** à 20 mg/kg poids vif/jour pour se placer dans des conditions plus proches de la réalité et plus favorables au ruminant.

L'excrétion urinaire est négligeable pour une ration à base de fourrage, elle est estimée à 2 mg/kg PV/jour. Cette quantité augmente avec la part du concentré dans la ration (**Bravo et Meschy, 2003**).

II.4.3. Les besoins phospho-calcique chez la vache laitière

Les besoins d'entretien de la vache laitière en Calcium et phosphore sont environ 36 g/600 kg et 27g/600 kg respectivement. Ces besoins deviennent dramatiques 61 g/600 kg en Ca et 35g/600 kg en P en fin gestation afin de soutenir la croissance rapide de foetus ; en effet le développement de leur squelette requiert de quantité de calcium importante, cette exportation vers le veau est environ 4-5 g/jour (**El Houssain, 2006**).

Ces besoin sont en même temps haussés par la demande de la mamelle qui se prépare à produire le colostrum ; 4 g/kg de lait et 2 g/kg de lait pour Ca et P respectivement (**Hoden et al., 1988**).

II.4.4. Homéostasie phospho-calcique

La concentration en calcium sanguin est très régulée, l'homéostasie calcique repose sur l'intervention de trois hormones : la parathormone (PTH), la calcitonine (CT), et la 1.25 dihydroxyvitamine D. (Guéguen et Pointillart, 2000 ; Lagente, 2000 ; Jean-Blain, 2002 ; Michaux, 2008).

La calcémie est parfaitement régulée même si l'apport est marginal grâce à l'utilisation des réserves osseuses par le jeu de la calcitonine (inhibe la mobilisation osseuse) et de la parathormone (active la mobilisation osseuse) et par 1.25 dihydroxyvitamine D qui accélère la turnover du calcium de l'os.

Le calcium sanguin détermine la concentration de la PTH et de la calcitonine circulante, ainsi lorsqu'il y'a hypocalcémie, la synthèse de la PTH est augmentée ce qui induit une augmentation de la synthèse de la 1.25 dihydroxycholecalciférol d'où une meilleure absorption intestinale et une résorption osseuse accrue de Ca^{++} . Le phosphore est directement affecté par le contrôle de la calcémie. (Kronqvist, 2011).

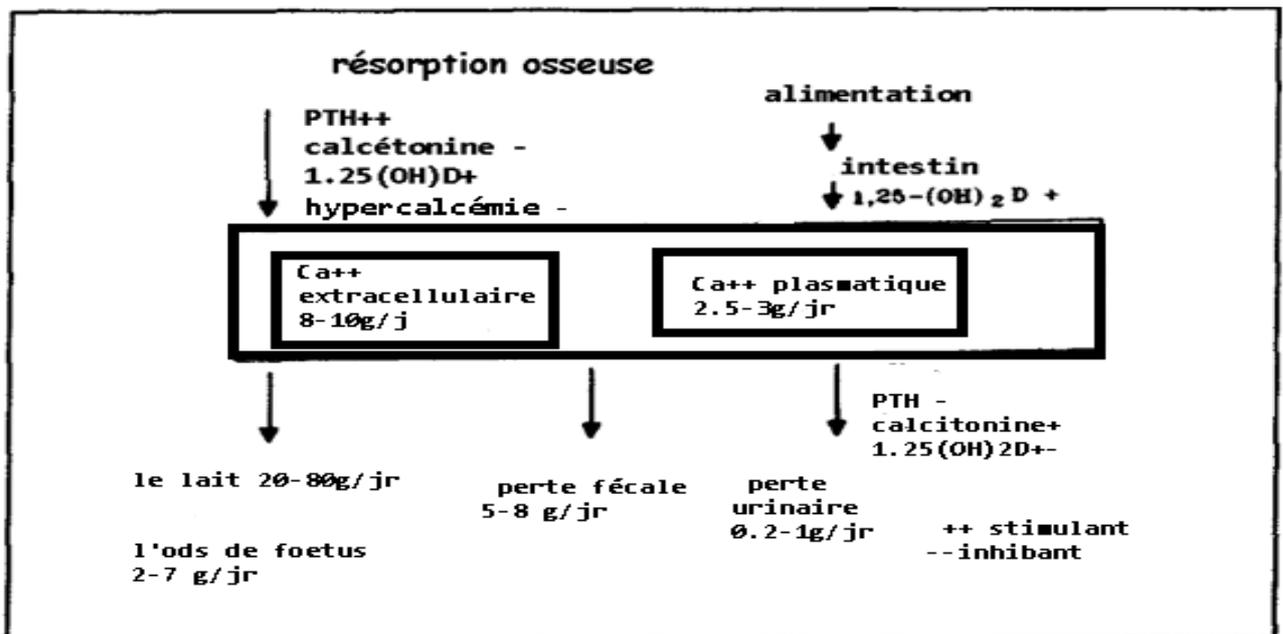


Figure n°7 : Régulation d'homéostasie calcique chez la vache de 500 kg

D'après (Rosol et Capen, 1997).

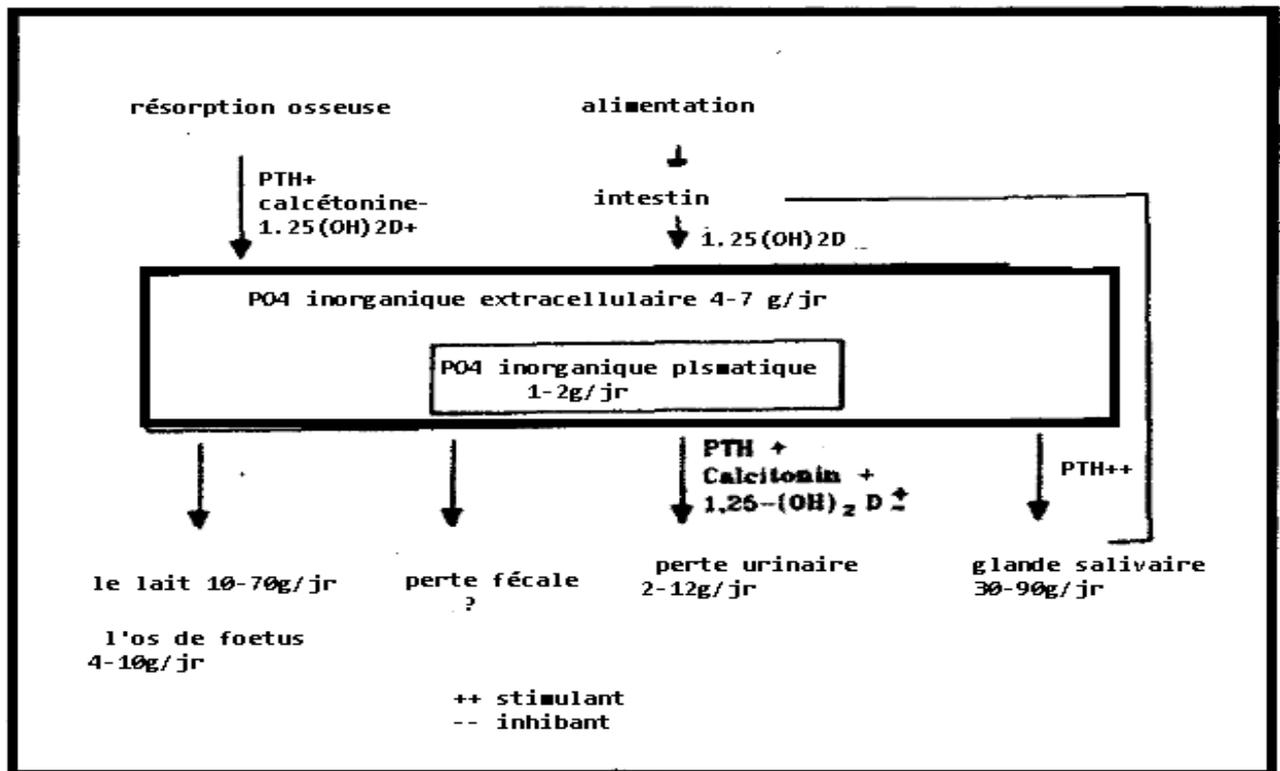


Figure n° 8 : Régulation de l'homéostasie du phosphore chez la vache de 500 kg

D'après (Reinhardt, 1988)

II.3.3. Le Magnésium

II.3.3.1. Rôle et Répartition

Le magnésium est vital car il intervient dans la conduction nerveuse, la fonction musculaire et la composition osseuse. Le Mg participe dans l'ossification en intervenant dans la cohésion du cristal osseux (Paragon, 1984) dans un rapport fixé avec Ca/Mg de 50 à 55.

Il intervient aussi dans la contraction musculaire comme un modérateur de la transmission neuromusculaire en empêchant la libération de l'acétylcholine en excès au niveau de la plaque motrice. Le Mg est extrêmement impliqué dans le métabolisme des carbohydrates et les lipides comme composant principal de nombreux métalloenzymes, des ATPases et des kinases.

Il participe également avec le Ca dans la stabilisation membranaire (Jean-Blain, 2002 ; Marx, 2002 ; Odette, 2005).

Le Mg est largement distribué dans l'organisme animal, qui renferme un très faible taux (0.05%), D'après Jean-Blain (2002), le Mg est presque entièrement intracellulaire et environ 1% seulement se trouve dans le compartiment extracellulaire.

Le magnésium est réparti chez le bovin adulte de 500 kg de façon suivante :

- 65-70 % dans le tissu osseux.

- 30-35% dans le tissu mou (foie et muscle).
- 1% dans le secteur extracellulaire, sachant que parmi ce dernier pourcentage, 40% de Mg est lié aux protéines sanguines : albumine et β globulines, 50% sous forme active (**Florence, 2002**).

Du point de vue nutritionnel et chimique le Mg est proche du calcium mais s'en diffère, cependant par son très faible taux dans l'organisme et par sa répartition extracellulaire très différente (au niveau du liquide cérébro-spinal et le sang d'où 1% du Mg total dont les 2/3 sont intra-globulaire) (**Underwood, 1999**).

II.3.3.2. Métabolisme

II.3.3.2.1 .Absorption

Chez le veau, la résorption s'effectue au niveau de l'intestin grêle (**Thionoane, 1982**) alors chez la vache laitière elle est ruminale d'où 10-25 % de Mg est activement absorbé dans ce compartiment (**Günter, 1990**).

Jean-Blain (2002) et **Odette (2005)** ont montré que le Mg est quasiment absorbé au niveau ruminal par un transport actif (par la pompe Na-K ATPase dépendante) et seulement une faible quantité est absorbée à travers tout le tube digestif par un transport passif. Chez l'adulte, l'absorption se fait majoritairement au niveau du réticulo-rumen et en faible quantité au niveau du gros intestin, alors que chez le jeune le feuillet est le principal lieu de l'absorption pré intestinale (**Dillon et Scott, 1979, cités par Marx, 2002**).

Au niveau de l'intestin grêle nous constatons que sa sécrétion est plus élevée que s'absorption (**Paragon, 1984**).

II.3.3.2.2.Excrétion

Elle est essentiellement fécale, elle est estimée à 3 mg/kg du poids vif /jour alors que l'excrétion urinaire reste faible et constitue un mécanisme régulateur majeur du bilan magnésien, quand la magnésémie est inférieure à 18 g/l l'excrétion rénale est supprimée (**Jean-Blain, 2002 ; Meschy, 2002**). La sécrétion par le lait est faible 120 mg/l et elle n'est pas influencée par les apports (**Paragon, 1984**).

II.4.3.4. Les besoins de la vache laitière en Mg

Les besoins alimentaires, du ruminant ont été définis :

- Des besoins nets pour l'entretien : 5 mg/kg de poids vif par jour.
- Des besoins pour croissance corporelle du jeune : 0.4g /kg de gain de poids vif.
- Des besoins pour l'exportation : 0.12g/l de lait. (**Vicat, 1983**).

II.4.4.Potassium

II.4.4.1. Rôle et répartition

Le potassium est le cation majeur du milieu intracellulaire où il joue un rôle fondamental dans :

- Le contrôle de la pression osmotique et dans le maintien de l'équilibre acido-basique en intervenant dans les phénomènes électriques membranaires (**Valdigué, 2000**).
- Il est également impliqué dans l'excitabilité neuromusculaire et la contractilité des muscles lisses, squelettiques, et cardiaques (**Kolb, 1975 ; Paragon, 1984**).
- Il agit avec d'autres ions tels que le sodium, le magnésium et le calcium pour influencer l'activation enzymatique. Il est antagoniste du Ca et du Mg dans la régulation de l'excitabilité neuromusculaire (**Rémond et al., 1996**).

Le potassium représente 0.17% de l'organisme animal, il se trouve en grande quantité dans le milieu intracellulaire (seul 1.4% du K se trouve dans le secteur extracellulaire).

Dans la cellule, la répartition du K est hétérogène avec une concentration plus importante dans les mitochondries (**Kolb, 1975**).

Chez les ruminants il n'existe pas de réserve de cet élément, les muscles et le foie sont les organes les plus riches en K, l'os et les liquides biologiques sont les plus pauvres (Jean-Blain, 2002).

II.3.4 .2.Métabolisme

II.3.4 .2.1 .Absorption

Elle se fait tout au long du tube digestif par diffusion passive du fait de l'existence d'un gradient électrique, il y a cependant des mouvements dans les deux sens en rapport avec ceux du Na (**Meziane, 2001**).

D'après **Meschy et Gueguen (1995)**, la quantité de potassium absorbée dans le rumen est proportionnelle à sa concentration.

II.4.4 .2.2. Excrétion

L'excrétion urinaire représente la principale voie d'élimination et de régulation du K, elle est généralement couplée à celle du Cl ce qui souligne l'importance de la prise en compte de l'équilibre K/Cl de la ration. Dans le cas d'une carence potassique, la résorption tubulaire du K est très active. Dans le cas contraire, la filtration glomérulaire et la sécrétion tubulaire sont optimisées (**Kolb, 1975 ; Apper-Bossard et al., 2009**).

On observe également une élimination du K dans le lait (1.5 g/l), dans les fèces et dans la sueur. La salive ne représente pas une voie de recyclage, elle est très pauvre en K, généralement moins de 50 mg/l (**Paragon, 1984**).

II.3.4.3. Les besoins de la vache laitière en potassium

Les besoins de la vache laitière en potassium sont environ 0.8% de la matière sèche, or les aliments consommés ont une quantité suffisante en potassium pour couvrir les besoins et généralement les excès sont éliminés par les urines et le lait.

II.3.5. Le sodium et chlore

II.3.5.1. Rôle et répartition

Le sodium et le chlore sont responsables de 82 à 84% de la pression osmotique dans les compartiments extracellulaires, comme ils jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre acido-basique, le transit de l'eau et la volémie.

Leurs niveaux dans les liquides biologiques sont parfaitement régulés par contrôle hormonal, l'aldostérone contrôle la fuite urinaire et salivaire du Na (**Valdigué, 2000**).

Le sodium compose plus de 90% des bases du sérum sanguin mais il n'existe pas dans les cellules sanguines (**Underwood et Suttle, 1999**). Il intervient aussi dans la transmission de l'influx nerveux, dans le transport actif des acides aminés et du glucose, dans la contraction musculaire (muscle squelettique et cœur) et au niveau de l'os comme agent de cohésion (**Meziane, 2001**).

Le chlore est un élément essentiel de la sécrétion gastrique (100 à 500 mg/100ml), il participe à l'activation de l'amylase intestinale (**Underwood, 1981**).

Ces deux éléments sont presque toujours associés (NaCl). L'organisme animal contient 1 à 1.9 g/kg de poids corporel de Na, et 1 à 1.2 g/kg de poids corporel de Cl. Ils sont répartis majoritairement dans le milieu extracellulaire, où le plasma renferme 149 mEq/l de Na et 103 mEq/l de Cl (**Jean-Blain, 2002**). Ce sont quantitativement les ions les plus abondants dans la sueur.

II.3.5.2. Métabolisme

II.3.5.2.1. Absorption

L'absorption de Na et de Cl se fait simultanément dans le rumen selon un processus actif qui dépend de la pompe Na⁺/K⁺, du co-transporteur Na⁺/Cl⁻, de l'échangeur Na⁺, et finalement de l'absorption du HCO₃⁻, et au niveau intestinal surtout le colon par un mécanisme de diffusion passive balancée par un départ de K (**Paragon, 1984**).

Le recyclage salivaire revêt une importance particulière chez le ruminant, où des quantités importantes de Na parviennent au rumen sous la forme de bicarbonate contenu dans la salive; de 3 à 3.5g/l de salive pour des animaux non carencés (**Rémond et al.,1996**) et contribuent à maintenir une pression osmotique normale dans le liquide ruminal, la teneur en eau est ainsi optimale pour la fermentation. Le Cl est également sécrété par la salive et la paroi gastrique.

II.3.5.2.2. Excrétion

Le Cl est presque totalement absorbé, et seulement 2% de la quantité ingérée est éliminée avec les fèces. Pour le Na, la perte est un peu plus importante et représente 15 à 20% de l'apport alimentaire (**Jean-Blain, 2002**). La lactation représente une perte stable qui est estimée à 0.5 g/l de lait pour le Na et 1.1 g/l pour le Cl (**Paragon, 1984**).

II.3.5. Les besoins de la vache laitière en sodium

Pour le sodium ces besoins est environ 1.5g de Na par kg de matière sèche (MS) ingéré, alors que les besoins alimentaires sont inférieure (1% de MS pour l'herbe mature).

Dans le cas de hyponatrémie, il y'a synthèse d'aldostérone qui favorise l'absorption digestive, réabsorption rénale et diminue les pertes dans le lait et la concentration salivaire.

Chapitre III
Intérêt de profil métabolique

III.1. Origine d'un profil métabolique

L'analyse systématique des plusieurs composants sanguins est connue sous le nom du profil métabolique ou biochimique (**Payne et al.,1970 reporté par Kevin et al.,2012**).

Le besoin d'un outil de diagnostiquer des maladies animales et de surveiller convenablement la santé du troupeau à conduit au développement du profil métabolique comme principal objectif de déterminer la sensibilité du troupeau aux problèmes de production (**Rowlands et al.,1973**). En 1970 ; **Payne et al** ont conçu pour la première fois le profil métabolique d'où ils ont estimé que la signification statistique de test nécessite qu'il doit contenir au moins sept échantillons sanguins prélevés à partir d'un groupe d'animaux bien définis. **Blowey (1972 ; 1975)** a proposé l'utilisation de cinq échantillons à raison des coûts d'analyses élevés cela d'un part ; et d'autre part le test doit s'intéresse aux métabolites sanguins qui reflètent étroitement l'état de santé d'une vache en période de tarissement : **β -hydrox butyrate BHB et acide gras non estérifié AGNE** pour l'état énergétique , **urée et albumine** pour le statut protéique et pour la fonction hépatique utiliser les différentes enzymes (**aspartate aminotransférase, gamma-glutamyl transférase, cholestérol et triglycérides**) **macroélément** pour la vérification de hémostasie ; on outre **Van (1997)** rajoute l'utilité des **macroélément et vitamines liposolubles**.

L'étude statistique se déroule comme suit :

- Le moyen et le standard de déviation sont calculés pour chaque métabolite et pour chaque groupe animal respectivement.
- Les résultats obtenus sont comparés avec les valeurs de référence qui sont déterminées selon Payne et al 1973 par **moyenne \pm 2 standard de déviation (95% intervalle de confiance)** ou **moyenne \pm 1 ou 1.3 standard de déviation (75% intervalle de confiance)** ; **qui crée le problème des animaux faux positif et faux négatif**.
- Mettre en considération les facteurs de variations qui sont : l'origine du cheptel, stage de la lactation et la saison (**Payne et al.,1973 ; Rowland et al.,1997 ; Blowey ,1992**), la gestation, nutrition, conditions d'environnement, le type de production et mode d'analyse (**Ingahand and Kappel, 1988 ; Herdt ,2000**).

III.2. Les facteurs influençant le profil métabolique chez la vache laitière

Les paramètres sanguins reflètent bien l'état métabolique et la santé d'une vache laitière mais leurs valeurs déterminées ne sont pas constantes ; divers chercheurs montrent l'influence des facteurs nutritionnels, physiologiques et zootechniques sur le niveau sérique de chaque élément du profil. (**Gracia et al.,2000**)

III.2. 1. L'influence du système fourrager et la saison

III.2. 1.1 Sur la glycémie

Pelletier et al.(1985) ont montré que la glycémie des vaches n'a pas eu de différence entre les systèmes fourragers au cours de l'hivernement. Par ailleurs, le glucose sérique des vaches au pâturage a été supérieur par rapport à celles gardées en stabulation à l'année. La glycémie des vaches recevant la ration totale mélangée a été plus élevée en hiver qu'en été.

III.2. 1.2. Sur la Cholestérolémie

La Cholestérolémie varie avec le régime alimentaire ; l'augmentation peut atteindre des valeurs très élevées lors d'une ration très riche en corps gras telle que tournesol entier (**Grummer et al.,1984 ;Sommer, 1985 ;**), l'alimentation à base de fourrage vert (**Rosenberger, 1979 ; Belibasakis et al.,1994**). Mais une diminution de taux sérique suite à l'adjonction de sorbitol dans l'alimentation surtout en début de lactation peut s'expliquer par une sécrétion accrue des sels biliaires et une diminution de synthèse de cholestérol (Romand et Jacquier, 1986) elle diminue aussi lors d'une carence en vitamine A, carence en fibres brutes (**Rosenberger, 1979 cité par Safsaf, 2001**).

III.2.1.3. Sur la protéinémie

Les systèmes fourragères n'ont eu que peu d'influence sur l'albumine sérique en été qu'en hiver, alors que les autres fractions protéiniques du sérum n'ont subi aucune variation importante à l'exception de bêta-globulines qui semblent plus élevées chez les vaches au pâturage que celles en stabulation (**Pelletier et al., 1985**).

Hewitt et al. (1974 ; 1975) ont montré qu'il y'a une corrélation entre le taux de consommation des protéines brutes et le taux sérique d'albumine, en outre **Manston et al (1975)** ont mentionné que le niveau de consommation des protéines n'en eu un peu d'effet sur le taux sérique d'albumine, cependant une telle relation n'a pas été mise en évidence dans les autres études.

III.2.1.4. Sur l'urémie

L'urémie a été nettement supérieure chez la vache en pâturage par rapport à celle en stabulation grâce à la consommation d'herbe très riche en matières azotées. **Little et al. (1972)** ont montré qu'en hiver, le régime à base d'ensilage de maïs et l'ensilage de la luzerne provoquent une diminution de taux sérique d'urée. Alors que **Pelletier et al. (1985)** ont démontré qu'une teneur élevée d'urée dans le sang est associée à une forte consommation des protéines brutes, d'hydrolyse ruminale élevée des diverses sources exogènes de l'ammoniac et l'incapacité de microflore à utiliser la totalité de cet azote lors de la protéolyse ruminale. Ainsi l'utilisation d'un régime alimentaire rapidement disponible (mélasse) entraîne une augmentation de l'urémie en

comparaison avec utilisation des sources retardes (orge) (Moloney *et al.*,1994). L'augmentation de la prise de la nourriture a été associée avec une diminution de l'urémie cela peut être due à une bonne utilisation de l'azote au niveau ruminal (Thomas and Kelly ,1996). Cependant l'urée sérique peut influencer par autres facteurs alimentaires telles que : le niveau de soufre, la consommation d'eau et sel, une restriction de l'abreuvement conduit à une hémococoncentration et augmentation de l'urémie (Pelletier ,1985).

III.2. 1.5. Sur le taux des minéraux

Le niveau sérique de calcium, phosphore inorganique, sodium et potassium n'ont pas changé quelque soit le régime alimentaire et la saison, alors que le niveau de magnésium a été plus faible pour les fourrages à base d'ensilage de maïs (Hewitt *et al.*, 1975) ; en revanche Yokus (2006) montre que le phosphore, potassium, fer et magnésium, cuivre sont tous influencés par la saison.

III.2.2. L'influence d'état physiologique

Les phases de la gestation, période de tarissement et la lactation affectent sensiblement le profil métabolique chez la vache laitière haute productrice et aussi la variation enregistrée au cours de ces différents stades physiologique est attendu.

III.2.2.1. Sur la glycémie

Le taux de glucose dans le sang est considéré comme l'un des indicateurs d'état énergétique chez les ruminants. Le taux sérique est significativement élevé chez les vaches gestantes qu'allaitantes (début- fin de lactation). Cette baisse pendant la lactation est due à un grand retrait vers la glande mammaire pour la synthèse du lactose de lait (Nâle ,2003) puis elle augmente après la troisième semaine de lactation et le bilan énergétique devient positif. Rowland et al montre que la glycémie diminue juste avant un temps très court après le vêlage.

III.2.2.2. Sur la cholestérolémie et triglycéridémie

Les deux paramètres ont une augmentation substantielle au cours de la lactation Il y'a une augmentation de la demande aux mécanismes régulateurs de tous les processus impliqués dans la traite (Krajnicakova *et al.*, 2003). A cet effet un changement caractéristique dans le métabolisme lipidique a été trouvé pendant la gestation et la lactation (Roche *et al.*, 2009). La lipogenèse est réglée pour augmenter les réserves lipidiques au cours de la gestation et par la suite ces derniers sont utilisés pour la mise bas et la lactation (Roche *et al.*, 2009; Nazifi *et al.*

2002) ce qu'est démontré que la concentration des lipides et triglycérides qui augmentent malgré la nature d'aliments fournis (**Douglas et al.2004**).

III.2.2.3. Sur protéinémie

Le taux des protéines totales est significativement affecté par l'état physiologique. Elles sont augmentées pendant la lactation par rapport à la gestation ; les variations reflètent les besoins maternels en protéines pour la traite, pour fournir les hémoglobulines (**Bell et al., 2002 ; Roubies et al., 2006; Mohri et al., 2007**). Cette variation de taux est en relation avec le régime alimentaire pendant les différents stades physiologiques (**Hecketal et al., 2009**).

III.2.2.4. Sur la fonction rénale

La fonction rénale principalement représentée par le taux d'urée et créatinine a été significativement influencée par l'état physiologique. L'augmentation de taux sérique d'urée pendant la lactation par rapport à la gestation est strictement liée de régime alimentaire en protéines et pendant l'allaitement en raison de l'augmentation des besoins. Le taux sérique de la créatinine montre des niveaux élevés à la fin de la gestation et début de lactation, il est reconnu que durant la fin de la gestation la circulation maternelle assume la charge organique de nouveau-né (**Ferell et al., 1991**), ainsi que l'augmentation de taux sérique peut être attribuée au développement musculaire du fœtus.

III-2.2.5. Influence sur le taux des minéraux sériques

Brezinska et Krawzyll (1909) ont montré que tous les animaux exigent des minéraux pour la croissance, la lactation et la reproduction. Le niveau sérique de ces derniers est influencé par l'état physiologique. Le phosphore inorganique, chlorure, magnésium restent assez constant entre pré- et post -partum. Il y'a une dépression de taux de calcium au début de la lactation que chez les vaches normales; cette baisse pourrait être le résultat d'une perte excessive par le colostrum, par l'altération d'absorption gastro-intestinale et une trop faible mobilisation par le squelette.

III.2.3. L'influence des facteurs zootechniques

Les valeurs de paramètres sanguins chez la vache laitière dépend aussi des certains facteurs zootechnique telles que : **l'âge, la race, cheptel, niveau de la production laitières et la perte de poids après le vêlage.**

Tableau 4 : Effet de quelques caractéristiques des animaux sur les paramètres sanguins
(**André et Bazin, 1987**)

Facteurs zootechniques	Paramètres
Age	Urée
Age	β -hydroxybutyrate
Production maximale	β -hydroxybutyrate
Perte de poids	β -hydroxybutyrate
Perte de poids	Ac. Gras non extériorisés
Perte de poids	Protéines totales
Perte de poids	Urée
Perte de poids	β -hydroxybutyrate
Ration	Protéines totales
Ration	Urée
Ration	Glucose
Ration	β -hydroxybutyrate
Ration	Ac. Gras non extériorisés
Ration	Urée

III.3. Utilité de profil métabolique en médecine vétérinaire

À l'époque des années soixante-dix le profil métabolique est utilisé pour évaluer l'état nutritionnel des animaux en revanche à l'heure actuelle il permet le suivi des performances d'un cheptel : animaux, ration (**Herdt *et al.*, 2000**) et en fin de dépister ou confirmer l'existence ou non d'une maladie au sein d'un troupeau. **Blowey (1992)** confirme l'existence d'une bonne corrélation entre les variations sérologiques des paramètres et l'existence d'une maladie. En outre **Bell et Grummer (1995)** et **Drackley (1999)** ont rajouté que dès le développement du profil métabolique, son utilité est restreinte sur le suivi des changements métaboliques des vaches laitières en période de transition et leur relation avec les maladies prèpartum.

La variation de l'ensemble des métabolites signifie l'existence d'un dysfonctionnement de l'organisme :

- Les protéines plasmatiques y compris l'albumine et globulines sont dans un état d'équilibre avec les acides aminés et des protéines tissulaires, La teneur globale en protéines du sérum est en relation avec celles du secteur hydrique. Ainsi, le taux de protéines sériques semblent augmenter en cas de déshydratation, ou lors l'infection (métrite) (**Barnouin *et al.*, 1994**).l'élévation des protéines peut être aussi révélatrice d'une sous- alimentation ou au contraire reflète une sur –alimentation à long durée (**Safsaf, 2001**) ; à l'inverse elle peut diminuer lors d'hyperhydrémie (**Rosenberger,**

1979). Il y a également diminution en cas d'alimentation carencée en protides (**Haddad, 1981**), insuffisance hépatique ou rénale, brûlure sévère, l'hémorragie et le cas de parasitoses internes.

- L'albumine est synthétisée par le foie et sa fonction est le maintien de la pression osmotique de l'appareil circulatoire. La diminution de taux d'albumine a été rapportée comme caractéristique d'une maladie du foie, du rein, maladies inflammatoires et la mâle nutrition (**Kevin lager et al., 2012**), De plus l'hypoalbuminémie est rencontrée lors d'une excrétion rénale ou digestive accrue (amyloïdose, entérite chronique) **Sevinç et al.(2003)**. Alors que chez le veau il utilise comme indicateur de suppléments en colostrum (**Selin et al., 1995; Tyler et al., 1998**).

L'hyper albuminémie est observée lors d'une hypomagnésémie (par diminution des globulines), elle est également observée dans les troupeaux aux pâturages luxuriants avec une forte fertilisation du sol (**Boudebza, 2001**).

- Les globulines sont élaborées dans le foie et dans les cellules du système réticulo-endothélial, elles représentent 40 à 50% des protéines plasmatiques. L'abaissement du taux des globulines est le reflet des diverses carences (Mg, Co, Fe, Cu) et de parasitisme (**Boudebza, 2001**). On l'observe également en fin de la gestation à cause du passage des immunoglobulines dans le colostrum (**Braun et al., 2010**). L'hyperglobulinémie est observée dans les processus infectieux ou inflammatoires (mammites, métrites, maladies infectieuses chroniques ...etc.).
- Le taux d'urée sanguin est une méthode de mesure de pertinence des niveaux de protéines alimentaires ainsi que le rendement d'utilisation de l'azote ruminal. Le niveau de surveillance de l'urée dans le sang, qui peut également réaliser dans le lait peut. Les protéines dégradables dans le rumen ou non dégradables sont en coordination avec la dégradabilité d'amidon pour optimiser la synthèse des protéines microbiennes du rumen, comme un déséquilibre en protéines et la dégradabilité des glucides peuvent entraîner des niveaux sous- optimaux pour la santé animale et de production (**Kevin lager et al., 2012**). En outre, la concentration sérique considérée comme utile de diagnostic des maladies rénales (**Kraft et Dûr, 1999 b**), ainsi l'augmentation du taux de l'urée indique le catabolisme protéique et par une diarrhée à long terme chez le veau (**Jazbec, 1990**) en fin de déterminé le degré de déhydratation et le déséquilibre acido-basique (**Klinkron, 2012**).
- Le taux sérique de créatinine ne dépend pas l'alimentation. La créatinine est synthétisée au niveau endogène lors un catabolisme musculaire. Il indique l'intégrité

de la fonction du glomérule rénal, leur taux augmente lors d'un dommage considérable de l'organe (**Kraft et Dûr, 1999 b**).

- Le glucose est un autre composant avec l'utilité concernant l'adéquation diététique, Bien que le ruminant ne pas absorber de grande quantité à partir de leur système digestif, il synthétise une importante quantité de glucose dans le foie à partir des acides gras volatils, l'acide propionique ainsi que les acides aminés (**Kevin et al., 2012,**). Au cours de période de transition une grande proportion de l'approvisionnement en glucose maternel est utilisé par le fœtus puis après la mis bas la glande mammaire débutera en utilisant la plus grande proportion de glucose nécessitant des modifications hépatiques rapides (**Drackley et al., 2001**).
- La mesure du taux de cholestérol dans le sang peut être utilisée comme une indirecte mesure de la fonction du foie lors la production des protéines de faibles densités, donc une autre méthode pour surveiller la santé animale et le bien être lorsqu'il est utilisé comme outil supplémentaire dans le cadre d'un examen approfondi globale(**Jordan ,2012**). L'hypercholestérolémie est rencontrée lors de syndrome néphrotique, hypothyroïdisme, des maladies du foie (cirrhose), lors de corticostéroïdothérapie, lors d'hyperlipidémie ou lors d'ictère par rétention. L'hypocholestérolémie est observée lors du tarissement et en période puerpérale, lors de cachexie et lors d'hyperthyroïdisme (**Braun et al.,1986**).
- Le dosage de triglycérides en association avec le β hydroxy-butyrat et les acides gras libres reflètent le degré de la lipomobisation et la possibilité de développement d'une stéatose hépatique (**Djokovic, 2012**).

Etude expérimentale

Chapitre I
Matériels et méthodes

I. Lieu d'étude

L'étude s'est déroulée dans une exploitation laitière localisée dans un département de l'est algérien, plus précisément dans la localité d'Ain Zitoun dans la wilaya Oum el Bouaghi. La commune s'étend sur 738 km² entourée par Fadjouj Boughrara, Remila et Baghai à une altitude de 845m (Fig n°9).

C'est une région semi-aride, à une pluviométrie moyenne de 400-500 mm avec une température hivernale moyenne de 4°C et une température estivale de 33 à 40°C. Elle est caractérisée par la céréaliculture et la prédominance de l'élevage bovin laitier. D'après, la direction des services agricoles, subdivision d'Ain Zeitoun, le nombre des vaches laitières est de 180 pour une production laitière de 144 L/mois.

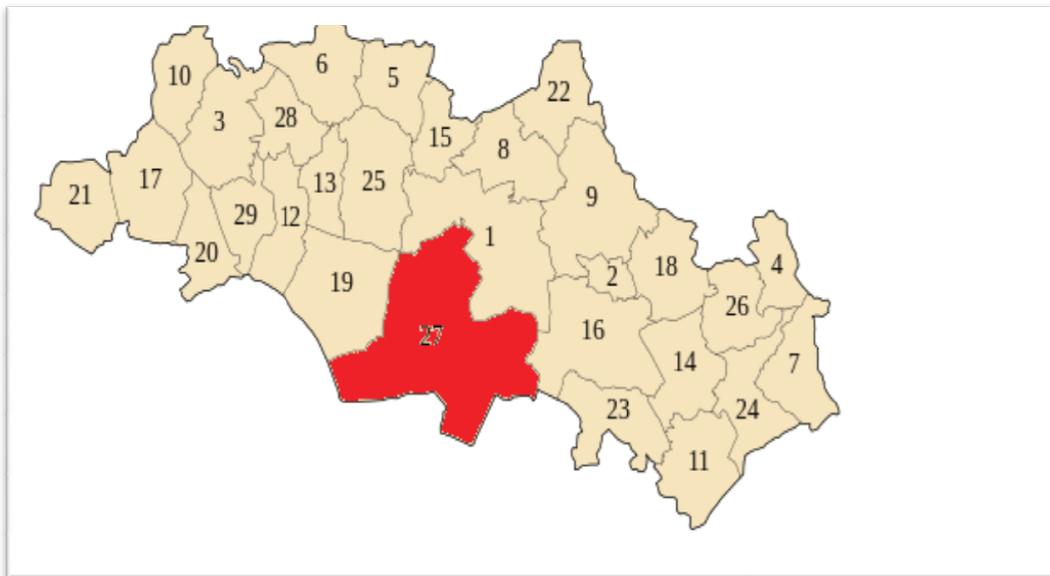


Figure n° 9: Carte géographique de la région d'Oum el Bouaghi

I.1. Les animaux

L'étude a été réalisée sur 10 vaches laitières de race pie noire issues d'un élevage privé élevées de manière semi intensives, âgées de 3 à 4 ans pesant en moyenne 500 kg avec une production laitière de 10 L/Jr/vache. Ces vaches ont fait l'objet d'un suivi mensuel pour analyser et établir le statut énergétique, protéique et minéral. Toutes les vaches laitières ont reçu quotidiennement une ration suivante : paille 4 kg, VLB17 3 kg, son de blé 2 kg, la luzerne et l'ensilage a volonté. L'eau est distribuée deux fois par jour à 8h et 16h.

Les animaux ont été soumis à un déparasitage externe et interne, parage des onglons renforcé, test d>IDR pour dépister la tuberculose, traitement préventif contre les mammites, la brucellose et les corps étrangers (un aimant placé dans le rumen).

I.2. Prélèvements

Un volume de 10 ml de sang a été prélevé à partir de veine jugulaire de chaque vache et déposé dans des tubes héparines, ces derniers sont transportés dans une glacière vers l'hôpital Ibn Sina d'Oum El Bouaghi ou ils sont immédiatement centrifugés à 4000 tours/m.

Les prélèvements sont effectués en 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} mois de gestation ainsi que les 21^{ème} et 42^{ème} jours de lactation. Ils ont réalisés entre 8h et 9h du matin.

I.2.1. Méthodes analytiques :

Le dosage de glucose, Triglycérides, cholestérol, albumine, créatinine, urée et les protéines totales, Ca et P a été réalisé par la spectrophotométrie automate auto-analyseur version 3 (PHD, DIAMS 2300) ; alors que le Na et K ont été réalisé sur un automate pour ionogramme (EX-D-JOKOH-ELECTROLYTE ANALYZER). L'analyse a été faite au niveau du laboratoire central d'hôpital Ibn Sinaï, Oum El Bouaghi.

I.2.1.1. Les constants biologiques

1. Glucose

Il est déterminé par la méthode colorimétrique enzymatique Trinder GOD-POD selon le principe suivant : En présence de glucose-oxydase le glucose est oxydé par l'oxygène de l'air en acide gluconique.



L'eau oxygénée formée réagit, dans une réaction catalysée par la peroxydase, avec le 4 Aminophénazone et le phénol avec la formation d'un dérivé coloré rose.



La lecture se fait à la spectrophotométrie du produit coloré en rose à 505 nm.

2. triglycérides

Ils sont déterminés par la méthode colorimétrique enzymatique GPO-POD; selon le principe d'hydrolyse enzymatique des triglycérides suivie du dosage en colorimétrie du glycérol libéré.



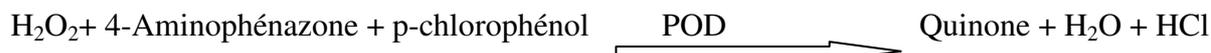
Le glycérol obtenu est converti sous l'action de la glycérol-kinase, en présence de l'ATP, en glycérol-3-phosphate (G3P) et adénosine-5-diphosphate (ADP).



Sous l'action de la glycérol-3-oxydase (GPO), le glycérol-3-phosphate est transformé en présence de l'oxygène, en dihydroxyacétone-phosphate (DAP) avec formation d'eau oxygénée.



L'eau oxygénée formée réagit, dans une réaction catalysée par la peroxydase, avec le 4-Aminophénazone et le phénol avec la formation d'un dérivé rougeâtre.

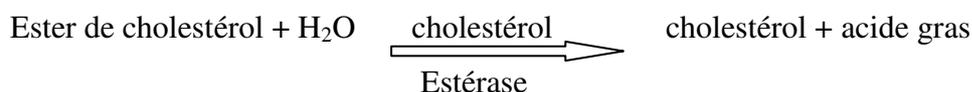


L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration en triglycérides dans l'échantillon qui est mesurée par photométrie à une longueur d'onde 500 nm. La concentration s'affiche automatiquement après avoir passé chaque échantillon, sur l'écran de l'appareil.

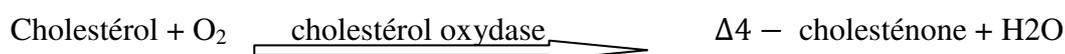
3. Cholestérol

Il est déterminé par le test colorimétrique enzymatique au cholestérol estérase / peroxydase selon le principe suivant :

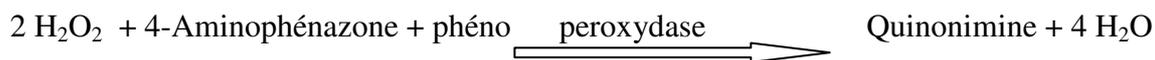
Sous l'action de la cholestérol-estérase, les esters du cholestérol sont scindés en cholestérol et Acides gras selon la réaction :



Sous l'action de la cholestérol-oxydase, le Cholestérol est transformé en présence de l'oxygène, en Δ^4 - Cholesténone avec formation d'eau oxygénée.



En présence de peroxydase, l'eau oxygénée formée réagit avec l' amino 4-phénazone et le phénol avec formation d'un dérivé coloré rose.



L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration en cholestérol dans l'échantillon qui est mesurée par photométrie à une longueur d'onde 505 nm.

4. l'urée

L'urée dosée par méthode colorimétrique à l'uréase (réaction de Berthelot) selon le principe suivant : L'urée de l'échantillon est hydrolysée enzymatiquement, sous l'action catalytique de l'uréase En ammoniac et CO_2 :



Les ions ammonium, en présence de salicylate et d'hypochlorite de sodium réagissent en formant un composé de couleur verte (Dicarboxylindophenol) dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en urée ; déterminé à une onde de 590 nm.

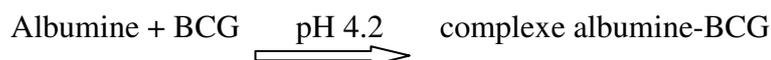
5. Les protéines totales

Elles sont dosées selon méthode du Biuret dont le principe est que les protéines forment avec les ions cuivriques, en milieu alcalin, un complexe coloré en bleu. La lecture se fait à une longueur d'onde de 550 nm.



6. l'albumine

Le sérum albumine est dosé par la technique au vert de Bromo- crésol. La solution de vert de Bromo- crésol est ajoutée à l'échantillon du sérum pour former le complexe albumine- vert de Bromo- crésol. Le pH du milieu est maintenu à 4.2 par un tampon contenu dans le réactif de vert de Bromo- crésol. Le complexe est agité pendant 30 secondes. La lecture se fait à 600 nm.



7. créatinine

Elle est déterminée par méthode de Jaffe sans déprotéinisation, en milieu alcalin la créatinine forme avec le picrate un complexe coloré rose-rouge. On mesure la vitesse de développement de la coloration. La lecture se fait au spectrophotomètre à la 492 nm.

I.2.1.2 Les minéraux

1. Calcium

Dosé par technique colorimétrique à l'O-Crésol-phtaléine.

Dans un milieu alcalin, le calcium forme avec l'O-Crésol-phtaléine un complexe coloré violet.



L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration du calcium dans l'échantillon qui est mesurée par photométrie à une longueur d'onde 570 nm. La concentration s'affiche automatiquement après avoir passé chaque échantillon, sur l'écran de l'appareil.

2. Phosphore

Dosé par technique colorimétrique au Molybdate-Borate. Le phosphore inorganique réagit avec le Molybdate-Borate dans un milieu acide, avec la formation d'un complexe phosphomolybdate bleu.



3. Sodium, Potassium

Ces deux éléments ont été dosés par ionogramme (EX-D-JOKOH-ELECTROLYTE ANALYZER), en mesurant l'activité de ces ions dans l'échantillon. A l'appui sur le bouton initier, un petit aspirateur absorbe 200 µl de plasma et la concentration en mEq/l de ces éléments s'affiche sur l'écran de l'appareil puis elle s'imprime automatiquement sur un papier intégré.

I.3.Traitement statistique

L'analyse statistique des données a été faite par le test de *Student* (test t) de logiciel R version 2.14.1, par une comparaison de deux moyennes (échantillons indépendants).

La signification des exposants :

Pendant le dernier tiers de gestation :

- **a** : vaches en 7 mois versus vaches en 8 mois.
- **b** : vaches en 7 mois versus vaches en 9 mois.
- **c** : vaches en 8 mois versus vaches en 9 mois.

Comparaison gestation- lactation

- **d** : vaches en 7 mois versus vaches en 21 jours de lactation.
- **e** : vaches en 7 mois versus vaches en 42 jours de lactation.
- **f** : vaches en 8 mois versus vaches en 21 jours de lactation.
- **g** : vaches en 8 mois versus vaches en 42 jours de lactation.
- **h** : vaches en 9 mois versus vaches en 21 jours de lactation.
- **i** : vaches en 9 mois versus vaches en 42 jours de lactation.

Pendant la lactation :

- **j** : vaches en 21 jours de lactation versus vaches en 42 jours de lactation.

La signification statistique des données:

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

*** : $p < 0.001$

Chapitre II
Résultats et discussion

II. l'influence de l'état physiologique sur les paramètres du métabolisme énergétique

II.1. Glycémie

Le glucose est la principale molécule énergétique pour les tissus fœtaux-maternels et pour la synthèse du lactose. En plus, la glycémie est un outil qui sert à surveiller la santé et l'état métabolique des animaux.

Tableau 5 : Influence de l'état physiologique sur la glycémie

Stades physiologiques	Glucose (g/l) (X ± sd)	Normes physiologique	
7 mois de gestation	0.51 ± 0.05	Brugère-Picoux, 1995	0.4-0.7 g/l
8 mois de gestation	0.44 ± 0.07 a*	Hagawane, 2009	0.50 g/l
9 mois de gestation	0.52 ± 0.09	Oregon St, 2011	0.51- 0.74 g/l
		Penn St, 2011	0.51-0.77 g/l
21 jr de lactation	0.46 ± 0.05	Puls ,1989	0.4-0.8 g/l
42 jr de Lactation	0.35 ± 0.05 e***, g*, i**, J**	Roy et al, 2010	0.59 g/l
		TVMDL ,2011	0.51- 0.65 g/l

Comparativement aux valeurs établies dans la littérature nos résultats sont situées approximativement dans les fourchettes des normes internationales citées par (**Brugère-Picoux, 1995 ; Puls, 1989 ; Radostits et al.,2000**). Mais sont aux limites inférieures des fourchettes physiologiques rapportées par (**Hagawane et al, 2009 ; TVMDL, Penn.St, 2011 ; Oregon.St, 2011**).

Les variations de la glycémie des vaches tout au long des périodes de prélèvements sont regroupées dans le tableau (5). La glycémie a subi au cours du cycle reproductif des grandes variations. Nos résultats soulignent une diminution progressive de la glycémie durant le troisième tiers de gestation. Cette diminution pourrait être expliquée par l'augmentation de l'utilisation du glucose maternel par le ou les fœtus (**Sandabe et al.,2004**) s'estime à environ 1 kg /jr/vache, l'équivalent de 45% du glucose maternel (**Reynold et al., 2003**). Cette forte consommation du glucose coïncide avec une faible capacité d'ingestion générant un bilan énergétique négatif (**Chorfi et Girard, 2005**).

De plus le stress associé au vêlage décharge le cortisol et l'épinephérine qui réduisant l'utilisation périphérique du glucose et augmente sa disponibilité pour le fœtus et la mamelle (**Bauman, 2000 ; Gerardo et al .,2009 ;Park et al., 2010**).

Nos résultats corroborent avec ceux de **Park *et al.* (2010)** et **Ghanem *et al.* (2012)** qu'ont aussi trouvé les mêmes constatations.

D'autre part, nos résultats révèlent une baisse de la glycémie durant la lactation. Cette dernière pourrait être expliquée comme ceci, la glycémie chute d'environ 8-18% après le part, cette diminution est due au changement hormonal qui coordonne la parturition et déclenchement de la lactation d'une part et la demande excessive du glucose pour la synthèse du lactose d'autre part. Ainsi la balance énergétique négative inévitable durant le début de la lactation amène à un état de lipomobilisation et d'accumulation des lipides au niveau hépatique, cela engendre une diminution de la néoglucogénèse et l'établissement d'une hypoglycémie (**Nâle, 2003 ; Dann *et al.*, 2005 ; Drackley, 2009 ; Filipejova 2009**).

Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Abdul-Aziz (2008)** qu'a déterminé la variation des profils métaboliques chez les vache laitières en Arabie Saoudite. Il a, ainsi, constaté une baisse de la glycémie durant la lactation. En revanche **Onita *et al.* (2009) ; Hagawane *et al.* (2009)** ont remarqué une élévation progressive de la glycémie durant les trois phases de la lactation ce qui en désaccord avec nos résultats.

Dans le même contexte, l'influence de l'état physiologique sur la glycémie chez les ruminants a été démontrée par les travaux de plusieurs chercheurs. En effet **Singh *et al.* (2002) ; Bûlent (2006) ; Mir *et al.* (2008)** ont noté que la glycémie chez la vache laitière diminue significativement ($p < 0.05$) avec l'avancement de la gestation. En revanche, cette constatation est proscrite par les résultats de **Firat et özpınar (2002) ; Roy *et al.* (2010)** qui n'ont enregistré aucune influence de l'état physiologique sur la glycémie chez la vache.

On conclut que l'effet de l'état physiologique sur la glycémie se résume en deux phénomènes :

- a. La faible sensibilité à l'insuline en fin gestation.
- b. L'utilisation plus rapide du glucose en début de lactation.

II.2. Cholestérolémie

Tableau 6 : Influence de l'état physiologique sur la cholestérolémie

Stades physiologiques	Cholestérol g/l $x \pm sd$	Normes physiologique	
7 mois de gestation	1.17 \pm 0.37	Cuvellier,2005	1.05-1.21g/l
8 mois de gestation	1.05 \pm 0.46	Merk,2011	0.62-1.93 g/l
9 mois de gestation	1.06 \pm 0.31	Oregon St,2011	0.80-2.30 g/
21 jr de lactation	1.04 \pm 0.32	Penn St ,2011	0.65-1.14 g/l
42 jr de Lactation	1.30 \pm 0.55	Puls,1989	0.8-2.3 g/l
		TVMDL,2011	0.39-1.23 g/l
		Zinpro ,2011	0.43-3.31 g/l

Le tableau (6) indique une variation non significative de cholestérolémie entre les vaches durant tout la période d'expérimentation. En effet l'observation des résultats obtenus durant notre expérience permet de ressortir que la cholestérolémie diminue durant le dernier tier de gestation ($p > 0.05$). Cette légère diminution pourrait être attribuée à un état cétosique de la vache suite à un manque d'approvisionnement en énergie associé avec un apport insuffisant de précurseurs glucogéniques (propionate). Celui-ci amène à une mobilisation intense des réserves lipidiques et prédispose à l'infiltration graisseuse du foie et par conséquent une réduction de la fonction de synthèse et de sécrétion hépatique du cholestérol et des lipoprotéines surtout les LDL qui contiennent un pourcentage élevé en cholestérol (**Gadoud et al., 1992 ; Nath ,2005 ; Gerardo et al.,2009**). Cette constatation a été affirmée récemment par les travaux de **Djokovic (2010)** qui a démontré que la cholestérolémie diminue à l'approche du vêlage surtout chez la vache cétosique.

Par ailleurs, d'autres auteurs (**Valocký et al ., 2006 ; Iradiam , 2007 ; Saeed et al., 2009**) suggèrent que cette hypocholestérolémie pourrait être reliée à l'utilisation accrue de cholestérol pour la synthèse des stéroïdes.

Cependant d'autres auteurs trouvent l'inverse, **Ghanem et al. (2012)** ont démontré que la cholestérolémie chez une vache saine s'élève huit semaines avant vêlage jusqu' au jour de vêlage grâce à l'effet hypoinsulinémique durant la fin de gestation. Cette hypoinsulinémie engendre une élévation du taux sérique du glucose, TG, AGNE et cholestérol (**Annen et al.,2003**).

Après le vêlage, la cholestérolémie passe de 1.04 ± 0.05 g/l à J21 vers 1.30 ± 0.05 g/l à J42. Ces résultats sont en conformité avec ceux cités par **Onita et al. (2009)** qui ont trouvé des valeurs de cholestérolémie de 2.5 ± 19.03 g/l versus 3.2 ± 21.10 g/l **J21** et **J41** respectivement. Cette légère augmentation pourrait résulter d'une amélioration du rationnement. une ration alimentaire à base de concentrés entraîne l'augmentation de la cholestérolémie.

D'après nos résultats, on a notée aussi une diminution du taux plasmatique du cholestérol total, entre le pré-partum et le post-partum, celui-ci pourrait résulter de l'intensification du métabolisme lipidique, généralement entre j 14 pré-partum et j 35 post-partum (**Oetzel ,2004 ; Ben salam et al.,2000**). On peut aussi expliquer le taux élevé du cholestérol en fin de gestation par rapport à **J21** du lactation par la diminution d'activité des LPL et des lipases hépatiques responsables du catabolisme des lipoprotéines (**Nazifi et al.,2002**). Ces derniers ont noté que le taux sérique de cholestérol diminue six semaines avant parturition puis remonte.

II.3. Triglycéridémie

Tableau 7 : Influence de l'état physiologique sur la triglycéridémie

Stades physiologiques	TG (g/l) (X \pm sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	0.19 ± 0.11	Cuvellier,2005 Laizeau,2003 Sevinc,2000	0.80-2.30 g/l 0.60-0.65 g/l 0.25-0.66 g/l
8 mois de gestation	0.14 ± 0.08		
9 mois de gestation	0.10 ± 0.04 b** , c***		
21 jr de lactation	0.26 ± 0.13 f*		
42 jr de Lactation	0.49 ± 0.32 g** , e*		

L'analyse statistique indique que les valeurs de triglycéridémie enregistrées sont en dessous des normes physiologiques. En effet on observe une diminution très significative ($p < 0.001$) vers la fin de gestation, puis une augmentation durant le post-partum. Ces résultats indiquent une variation significative ($p < 0.01$) de la triglycéridémie entre pré-partum et post-partum.

Nos résultats sont en accord avec celle de **Jesse (2004)** ; **Joy et al. (2008)** ; **Sobiech et al. (2008)** ; **Álvarez-Rodríguez et al. (2009)** qui ont démontré que les triglycerides plasmatiques ont tendance à augmenter du mis bas jusqu'à la cinquième semaine post partum.

Le faible taux plasmatique des triglycérides, durant le pré-partum, pourrait être lié soit à un bilan énergétique négatif qui provoque une diminution de la synthèse des triglycérides à cause d'un manque en glycérol (glucose principal précurseur du glycérol) (**Herdt ,2000 ; Sevinc,**

2003) soit à l'utilisation accrue de ce dernier comme une source énergétique par les tissus périphériques (Djokovic *et al.*, 2010).

En plus, Lubojocka *et al.* (2005) ont affirmé que la lipomobilisation chez les vaches acétonémiques est associée à une hypotriglycémie en parallèle à son accumulation dans le foie. Gonzalez *et al.* (2011) et Piccione (2012) ont démontré que la lipolyse incontrôlable à l'approche de la parturition amène à une stéatose hépatique qui endommage l'intégrité morphologique et la fonction endogène du foie et provoque aussi la diminution de taux des triglycérides.

L'augmentation de la triglycémie après le vêlage pourrait être le résultat de l'amélioration de la ration et de la disponibilité du glucose, précurseur du glycérol, qui sert par la suite à la synthèse des triglycérides (Obidike *et al.*, 2009). Mais elle reste toujours dans des intervalles physiologiques grâce à :

- L'augmentation des besoins énergétiques pendant cette période (Tainturier *et al.*, 1984 ; Bekeova *et al.*, 1987 ; Marcos *et al.*, 1990).
- Utilisation massive des TG pour la synthèse de la matière grasse du lait, qui est essentiellement constituée de TG (98%) (Jean-blain, 2002 ; Park, 2010).
- Un taux faible de VLDL (very low density lipoprotein), principal exporteur des TGs hépatiques, pendant le post-partum (Djokovic, 2013).

II.2. L'influence de l'état physiologique sur le métabolisme azoté

II.2.1. Protéines totales

Le statut protéique de l'organisme est généralement estimé par le taux des protéines totales dans le sérum ou le plasma. Deux fractions protéiques principales sont déterminées: l'albumine et les globulines.

Tableau n°8: Influence de l'état physiologique sur la protéinémie

stades physiologiques	Protéine total g/l (X ± sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	67.12 ± 9.56	Ghislain, 1985	80 g/l
8 mois de gestation	53.74 ± 14.13 a*, c*, f**		
9 mois de gestation	70.49 ± 7.58	Hagawane <i>et al.</i> , 2009	80 ± 0.57 g/l
21 jr de lactation	77.29 ± 16.03		
42 jr de lactation	107.42 ± 11.14 e ***, g ***, i ***, J **	Payne <i>et al.</i> , 1987	96.5 ± 2.42 g/l
		Roy <i>et al.</i> , 2010	

Les valeurs de la protéinémie que nous avons enregistré dans la présente étude sont dans l'intervalle des normes rapportées par (**Payne et al ., 1985 ; Ghislain,1985 ; Hagawane et al ,2009 ; Roy et al .,2010**). Ces valeurs indiquent aussi que la variation de la protéinémie est en relation avec l'état physiologique.

Au regard du tableau (8), il en ressort–qu'au cours des trois premiers prélèvements la protéinémie tend à diminuer ($p<0.05$), d'où le faible taux plasmatique des protéines totales enregistré dans le 8^{ème} mois. Cette diminution pourrait être la conséquence d'une augmentation des exigences en éléments nutritifs pour le placenta et le fœtus en croissance (**Bell, 1995 ; Brozostowski et al.,1996 ; Ghanem et al ., 2012**). En plus, le transfert de l'albumine, des immunoglobulines et des acides aminés de la circulation sanguine vers la glande mammaire pour la synthèse du colostrum (**Capucco et al., 1997 ; Braun et al., 2010**). Par ailleurs, **Yadav et al. (2006) et Sejian et al. (2010)** contribue à la baisse de protéines et à la dilution des protéines du plasma en plus de la diminution de la synthèse des protéines en raison d'une dépression anabolique liée à un bouleversement hormonal (augmentation de la concentration des glucocorticoïdes et les hormones thyroïdiennes) afin de favoriser le catabolisme protéique. Ensuite, l'exacerbation du métabolisme protéique pour couvrir les besoins accrues des fœtus et la mamelle amène à une augmentation de protéinémie durant le 9^{ème} mois (**Ndibualonji ,1997 ; Bell et al., 2000 ;Roubie et al., 2006 ; Mohri et al., 2007**).

Nos résultats sont en accord avec les travaux de **Komaragiri et al. (1998)** qui ont montré que la mobilisation des réserves corporelles débute 14 jours en prépartum et s'étend jusqu'aux 35 jours post-partum d'où une augmentation des protéinémies.

En période d'allaitement le taux plasmatique des protéines totales a augmenté significativement avec ($p<0.01$), signalant ainsi une différence très significative entre les femelles en lactation et celles en gestation. Cette augmentation de la protéinémie pourrait être également attribuée à un apport alimentaire suffisant (augmentation de la quantité du concentré distribuée) qui aboutit à une synthèse accrue de l'acide propionique et par conséquent des protéines sériques (**Piccione et al.,2009 ; Hagawane et al ,2009**). Alors que **Moorby (2003)** a présumé que cette élévation revient à l'augmentation de la globulinémie suite à une exportation massive des immunoglobulines vers la mamelle.

Dans ce contexte, **Yokus et Cakir (2006)** en étudiant l'effet de la saison et du stade physiologique sur les teneurs plasmatiques des minéraux chez la vache, ont constaté que la teneur plasmatique en protéines totales est influencée par le stade physiologique ainsi que par la saison, hémococoncentration résultante d'une déshydratation et la perte excessive d'eau et sa pauvreté durant l'été engendre une augmentation de la protéinémie.

II. 2.2. Albuminémie

L'albumine constitue la fraction protéique majeure chez les animaux, elle est synthétisée au niveau du foie à partir des protéines absorbées dans l'intestin et des protéines corporelles, elle est formée d'une seule chaîne comportant 610 acides aminés (Kolb, 1975), Sa concentration dans le sang est donc directement en fonction de différence entre les apports alimentaires et les prélèvements corporels (Koumo *et al.*, 2011).

L'albuminémie fournit une réponse synthétique mais retardée concernant l'efficacité de l'apport protéique, mais elle met en cause également l'intégrité fonctionnelle du foie dont elle constitue un moyen de contrôle (Safsaf, 2001).

Tableau n°9 : Influence de l'état physiologique sur l'albuminémie

stades physiologiques	albumine g/l ($\bar{X} \pm sd$)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	30.29 ± 2.57	Merck,2011	28-39 g/l
8 mois de gestation	29.17 ± 5.67	Oregon St,2011	32-41 g/l
9 mois de gestation	32.30 ± 1.46	Penn St,2011	33-37 g/l
21 jr de lactation	31.47 ± 1.96	Puls,1989	27-47 g/l
42 jr de lactation	$33.31 \pm 2.50 e^*$	TVMDL,2011	30-36 g/l
		Zinpro,2011	27-47 g/l

Dans notre étude, Les concentrations moyennes en albumine ont changé d'une manière non significative pendant la gestation et la lactation. L'albuminémie la plus faible est enregistrée dans le 8^{ième} mois de gestation, ceci pourrait être expliquée soit par des besoins accrus en protéines au cours de cette période qui coïncide avec un manque de substrats (A.A exportés en fortes quantités vers le fœtus) (Moorby *et al.*, 2002 ; Batavani, 2006), ou par un état de déficit alimentaire, généralement chronique (Manston *et al.*, 1991).

L' hypo albuminémie enregistrée dans le 8^{ième} mois pourrait aussi s'expliquer par un dysfonctionnement hépatique. Ainsi, Sevinç *et al.* (2003) ont estimé qu'une valeur inférieure de **32.5 ± 0.05 g/l** renseigne de l'installation d'une stéatose hépatique. Lorsque la lipidose hépatique s'installe la fonction endogène du foie est altérée, ce qui amène à une diminution du taux plasmatique d'albumine (Bobe *et al.*, 2004 ; Piccione *et al.*, 2012 ; Djokovic, 2013).

En post-partum, une baisse de l'albuminémie que nous avons observée à j 21 post-partum s'explique par le passage d'albumine vers la mamelle à fin de fournir les acides aminés nécessaires pour la synthèse du lait si l'apport alimentaire est insuffisant (Bell *et al.*, 1995). Puis,

un accroissement est enregistré vers j42, ce qui peut être expliqué par la disponibilité, proportionnelle, des acides aminés pour la synthèse de l'albumine (augmentation de la quantité des concentrés distribués d'une part et amélioration de la capacité d'ingestion d'autre part) (Moorby *et al.*, 2002).

Les résultats de notre étude suivent une évolution similaire à celle enregistrée par **Abdul-Aziz (2008)** qui a trouvé que l'albuminémie diminue pendant la gestation puis augmente durant la lactation à partir de la première semaine post-partum. Ainsi que celles de **Onita (2009)** qui a enregistré des valeurs de 26 ± 0.05 g/l à j21 versus 39 ± 0.1 g/l à j41 post-partum. Cependant nos résultats ne sont pas en accord avec ceux de **Schouvert (2000)**, qui a noté que la teneur plasmatique en albumine diminue de manière significative durant la période post-partum.

II. 2.3. L'urémie

L'urée sanguine chez une vache en bonne santé est un bon indicateur de l'équilibre entre les apports énergétiques et azotés de la ration (Yokus *et al.*, 2006).

Tableau n°10: Influence de l'état physiologique sur l'urémie

Stades physiologiques	L'urée g/l (X ± sd)	Normes physiologique	
7 mois de gestation	0.10 ± 0.07	Merck,2011	0.07-0.25 g/l
8 mois de gestation	0.14 ± 0.11	Oregon St,2011	0.08-0.27 g/l
9 mois de gestation	0.18 ± 0.16	Puls,1989	0.05-0.20 g/l
21 jr de lactation	0.22 ± 0.70 d**	TVMDL,2011	0.09-0.16 g/l
42 jr de lactation	0.16 ± 0.11	Zinpro,2011	0.08-0.2 g/l

Le tableau (10) indique la variation de l'urée plasmatique en relation avec l'état physiologique. L'urémie n'a présenté que de faibles variations durant la période de gestation avec une augmentation progressive ; cela est confirmé par l'étude statistique qui n'a révélé aucune différence significative ($p > 0.05$), puis cette teneur diminue progressivement avec l'avancement de la lactation. En général, les niveaux d'urée trouvés sont dans la marge des valeurs de référence.

La variation de l'urée plasmatique est similaire à celle établie par **Ghanem *et al.* (2009)** qui ont noté une augmentation de l'urémie avec l'avancement de la gestation de 0.31 ± 1.6 g/l en 7^{ième} mois à 0.53 ± 8.4 g/l en 9^{ième} mois. Par ailleurs, elle diminue en stade de lactation 0.48 ± 7.1 g/l à J15 vers 0.34 ± 0.6 g/l à J 42 post-partum. Cette élévation de l'urémie

pendant la période de gestation est attribuée à l'effet catabolique du cortisol et les hormones thyroïdiennes (Silanicov, 2000).

En outre, lors du stress nutritionnel, le déficit en glucides pourrait conduire à une élévation de la concentration de l'urée sanguine, puisque les protéines sont catabolisées pour la synthèse du glucose. Cette constatation est démontrée par les travaux de Safsaf (2001) qui a étudié la relation de l'urée du lait avec le rationnement azoté chez les vaches laitières. La même observation est faite par Hagawane (2009) qui a expliqué cette élévation par une déamination ou apport en protéines excessif en fin gestation.

Dans notre étude, on a constaté, aussi, une augmentation de la concentration plasmatique en urée à J21 post partum (0.22 ± 0.70 g/l) pour re-diminuer à J42 post partum (0.16 ± 0.11 g/l). Ces résultats sont en accord avec ceux de Antunović *et al.* (2002) ; de Yokus *et al.* (2006) ; et même avec ceux Piccione *et al.* (2009). Cette tendance suggère une augmentation de l'absorption de l'ammoniac dans le rumen au cours de cette période qui aboutit à la détoxification de plus grandes quantités d'ammoniac dans le foie pour former l'urée (Alvarez-Rodriguez *et al.*, 2009). L'urée est utilisée, ensuite, par la voie hépato- ruminale pour compenser la diminution du taux des protéines (Ndibualanji, 1997).

Nos résultats ne sont pas en accord avec les données de Onita (2009) ; Piccione *et al.* (2013) qui ont remarqué que l'urémie s'accroît avec l'avancement de la lactation et l'ont attribué à un apport alimentaire généralement élevé au cours de la lactation grâce à l'amélioration de la capacité d'ingestion (Roubie *et al.* ,2006).

II.2.4. créatininémie

La créatinine est le produit de la dégradation de la créatine, celle-ci est stockée au niveau musculaire (sous forme libre et surtout sous forme de créatine phosphatase), et elle est influencée positivement par le contenu du corps en créatine qui est directement liée à la masse musculaire, et par le taux de protéolyse et de l'utilisation de composés azotés endogènes.

Le filtrage de la créatinine se réalise au niveau du glomérule rénal et est, ensuite, réabsorbée au niveau tubulaire. En revanche, il existe de sécrétion tubulaire qui augmente dans certaines situations pathologiques en particulier lors l'insuffisance rénale.

Tableau n°11: Influence de l'état physiologique sur la créatinémie

stades physiologiques	Créatinine g/l (X ±sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	13.03 ± 2.79	Lorin et al, 2009.	10-15 g/l
8 mois de gestation	11.70 ± 2.43		
9 mois de gestation	6.78 ± 2.85 b***, c**, h*,		
21 jr de lactation	11.01 ± 3.18		
42 jr de lactation	6.96 ± 2.29 e***, g**, I***, J*		

Le tableau ci –dessus indique la variation de créatininémie en relation avec l'état physiologique. Les taux plasmatiques de créatinine présentent des variations significatives tout au long de la gestation où nous avons noté des faibles teneurs plasmatiques chez les vaches gestantes en 9^{ième} mois. En phase d'allaitement, la créatinine augmente à **J21** puis re-diminue à **J 42** ($p < 0.05$). La comparaison des moyennes laisse apparaître des variations significatives entre les femelles gestantes en 9 mois et celles en **J 21** ($p < 0.05$), celles en fin gestation et celles en **J 42** ($p < 0.001$).

Ces faibles taux que on a enregistré semblent être justifiée par l'origine de créatinine ; la déshydratation irréversible de la créatine phosphate, sachant que la demande quotidienne de créatine survient soit par l'absorption intestinal de la créatine alimentaire soit par la biosynthèse hépatique de novo à partir de la méthylation ultérieure de l'acide guanidine-acétique (G.A.A) en créatine donc hypo- créatinémie pourrait être attribuée soit au faible taux musculaire en créatine soit à une insuffisance hépatique (Lorin ,2009).

Dans ce contexte, Piccione et al (2009) ont enregistré des résultats similaires à notre essai, par contre Ghanem et al. (2009) et piccione et al. (2013) ont remarqué que la créatininémie tend à accroître avec avancement de gestation et sont attribués cette élévation par une activité accrue des voies de mobilisation d'une part et au développement de la musculature fœtale d'autre part où la circulation maternelle assume le drainage de déchets des leur fœtus (Ferrell et al., 1991).

III. l'influence d'état physiologique sur les paramètres du profil minéral

III.1. la calcémie

Les minéraux notamment le calcium et le phosphore dépendent de l'apport alimentaire en quantité et en qualité. La source principale est constituée par les végétaux ingérés aux pâturages ; et la seconde par la résorption osseuse. Ils sont indispensables et interviennent dans nombreux processus biologiques et notamment la reproduction. L'apport adéquat de calcium aboutit à une accélération de l'involution utérine et une reprise de la cyclicité ovarienne. (**Koumo et al., 2011**).

Tableau n° 12 : Influence de l'état physiologique sur la calcémie

stades physiologiques	calcium mg/l (X ± sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	84.5 ± 14.85	Merck,2011	84-110 mg/l
8 mois de gestation	84.5 ± 14.13	Oregon St,2011	82-100 mg/l
9 mois de gestation	90.3 ± 11.73	PennSt,2011	87-110 mg/l
21 jr de lactation	90.6 ± 10.46	Puls,1989	80-110 mg/l
42 jr de lactation	90.9 ± 10.58	TVMDL,2011	83-90 mg/l
		Zinpro,2011	80-110 mg/l

Le tableau 12 indique la variation du calcium plasmatique en relation avec l'état physiologique. La calcémie n'a présente que de faibles variations au cours de la période considérée, avec une augmentation progressive, cela est confirmé par l'étude statistique qui n'a révélé aucune différence significative ($p > 0.05$) chez les femelles quelques soit leur stade physiologique.

Les valeurs de la calcémie que on a enregistréé durant la présente étude sont faibles comparativement à celles rapportées par la littérature .Cette hypocalcémie est probablement d'origine alimentaire, signe d'une insuffisance d'apport de cet élément en raison de la faible teneur en calcium dans la paille et le concentré distribués, en plus de l'augmentation des besoins liés à la gestation et à la lactation

Nos résultats suivent une évolution similaire à celle rapporté par **Jacob (2002) ; Horst et al. (2005)**, qui ont enregistré des valeurs de la calcémie s'accroît avec avancement de la gestation, celui-ci revient à une demande accrue de ce minéral pour la minéralisation fœtale et pour la synthèse du pré-colostrum ; elle estimé d'environ **1.7-2.3 g/l**, ce qui amène à une mobilisation des réserves osseuses d'environ 13 % d'après **Beighle (1999)**. En outre **Youkus (2005)** a rajouté qu'un taux élevé de calcium semble être du à un changement hormonal en fin de

gestation manifesté par un taux élevé d'œstradiol qui incite l'activité hypercalcémiant de la parathormone et/ou l'accroissement du nombre de récepteurs de la vitamine D.

Ces résultats diffèrent de ceux des précédents travaux de **Padodara et al. (2012)** et **Ghanem et al. (2012)**, qui ont obtenu des valeurs ont tendance à décroître. Cette diminution pourrait être expliquée par une mauvaise absorption gastro- intestinale, ou par une résorption osseuse insuffisante coïncidant avec l'exportation massive de ce minéral et donc une défaillance du mécanisme homéostatique de l'organisme (**Underwood et Suttle, 1999**).

La calcémie élevée pendant la période de lactation, selon **Štaric et al. (2012)** serait liée a une augmentation fugace de la demande en calcium 20 vers 60 g/j, celui-ci entraîne une résorption osseuse accéléré et une élévation de coefficient d'absorption réelle, l'augmentation de ce derniers pourrait expliquer l'hypocalcémie transitoire qui accompagne la parturition et qui entraîne un pic de 1,25 -dihydroxy-colécalciférol (**Peter, 1991**). Par ailleurs **Yano et al. (1991)** remarquent que si la quantité de calcium ingérée est faible, l'absorption devient remarquablement efficace.

III.2 La phosphatémie

Vu son importance capitale dans l'entretien, la croissance et dans la reproduction, les carences en phosphore sont classiquement invoquées lors de troubles de la fertilité chez les vaches laitières. Lorsque le déficit phosphorique excède 50 % des besoins, on constate une augmentation de la fréquence du repeat-breeding, des kystes ovariens et d'anoestrus (**Bosio, 2006**).

Tableau n° 13 : Influence de l'état physiologique sur la phosphatémie

stades physiologiques	Phosphore mg/dl (X ± sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	4.09 ± 0.1	Merck,2011	4.3-7.8 mg/dl
8 mois de gestation	4.4 ± 0.3	Oregon,2011	5.2-7.9 mg/dl
9 mois de gestation	3.09 ± 0.1	Penn,2011	4.5-8 mg/dl
21 jr de lactation	3.9 ± 0.3	Puls,1989	4.5-7 mg/dl
42 jr de lactation	5.07 ± 0.1	TVMDL,2011	4.9-7.1 mg/dl
		Zinpro,2011	5-7 mg/dl

Le tableau (13) indique la variation du phosphore plasmatique en relation avec l'état physiologique. L'étude statique a révélée une diminution non significative ($p > .05$) de phosphatémie des vaches en fin de gestation. Cette teneur remonte en période de lactation avec

($p > 0.05$). Cette constatation n'est pas en accord avec celle de **Sivaraman et al. (2003)** qui ont montré une augmentation significative de la phosphatémie vers la fin de la gestation.

D'une façon générale, les valeurs de la phosphatémie qu'on a obtenu sont inférieures à celles rapportée par littérature. La baisse de la phosphatémie qu'on a noté en fin de la gestation est semblablement d'origine alimentaire selon le propos **d'Underwood et Suttle (1999)** du fait que les fourrages consommés au pâturage, en plus d'être pauvre en calcium le sont aussi en phosphore. Celui-ci coïncide avec une utilisation intense de ce minéraux pour le métabolisme de carbohydate à fin de couvrir les besoins nécessaires à la croissance fœtale et la synthèse de colostrum (**Jacob, 2005**).

Il a est également établi que la phosphatémie diminue dans le dernier trimestre de gestation chez la vache (**Enderes et al .,2008 ; Shubi et al., 2009 ; Didara et al ., 2010 ; Ghanem et al .,2012**). On outre, **Mahesh et al. (2009)** ont remarqué une corrélation négative entre la calcémie et la phosphatémie

Après le part ; l'augmentation de la phosphatémie semble être suggère à une distribution plus importante des concentrés surtout l'orge car les grains sont très riches en phosphore (3-5 g/kg de MS) (**Meziane ,2001**) ou une adaptation digestive à une forte exportation minérale dans le lait, cette situation est confirmé chez la chèvre par **Meshy et Ramirez (2007)** ont noté que l'absorption apparente de phosphore est élevée en début de la lactation puis diminue en suite ; les mêmes auteurs pourraient l'expliquer par un turn-over osseux plus rapide de phosphore.

Yokus et Cakir (2006) en étudiant l'effet de la saison et du stade physiologique sur les teneurs plasmatiques des minéraux chez les vaches, ont constaté que la teneur plasmatique en phosphore n'est pas influencée par le stade physiologique. Ce même constat a été observé par **Boudebza, (2004)**.

III.3 La natrémie

Le sodium joue un rôle important dans l'équilibre acido-basique, dans le maintien de la pression osmotique intra et extracellulaire, le transit d'eau et la volémie. Leur niveau dans les liquides biologiques est parfaitement régulé par contrôle hormonal, l'aldostérone contrôle la fuite urinaire et salivaire du Na (**Valdigué, 2000**).

Tableau n° 14 : Influence de l'état physiologique sur la natrémie

Stades physiologiques	Sodium mmol/l (X ± sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	134.24 ± 12.19	Merck,2011	125-148 mEq/L
8 mois de gestation	126.04 ± 22.80	Oregon St,2011	139-147 mEq/L
9 mois de gestation	137.73 ± 0.02	Penn St,2011	138-146 mEq/L
21 jr de lactation	140.2 ± 6.7	Puls,1989	138-146 mEq/L
42 jr de lactation	145.2 ± 6.5	TVMDL,2011	139-147 mEq/L
		Zinpro,2011	135-150 mEq/L

La natrémie ne présente que des faibles variations au cours de la période considérée, avec une augmentation progressive ; cela est confirmé par l'étude statistique qui n'a révélé aucune différence significative ($p > 0.05$). En effet les valeurs de la natrémie restent dans la fourchette de normes physiologiques illustrées dans le tableau (14) à l'exception durant la deuxième période où on a enregistré une faible valeur.

La variation du sodium plasmatique est similaire à celle établis par **Padodara et al. (2012)**, en étudiant les variations de profils minérales chez les vaches durant la gestation et en début de la lactation, ont noté des valeurs de la natrémie avec une tendance à augmenter si la gestation progresse, par contre **Sivaraman (2003)** ; **Dodamani (2009)** ont noté une hyponatrémie vers la fin de gestation, ainsi que **Ghanem et al. (2012)** qui ont étudié les variations hématologiques et biochimiques durant la période de péri-partum chez les vaches ont argumenté que le taux plasmatique de sodium décroît à partir de huit semaines jusqu' à deux semaines avant la parturition résultant d'exportation massive de ce minéral vers le fœtus et coïncide avec un apport alimentaire faible.

D'après **Kumar et al. (2001)**, l'élévation de la natrémie pendant la gestation pourrait être expliquée par l'accumulation des fluides chez la femelles gestantes qui facilite la résorption tubulaire de Na, cela est argumenté par les travaux de **Didara et al. (2010)** qui signalent une élévation de la concentration d'aldostérone en fin gestation. Cependant, **Deshpande et al. (1998)** ont estimé que cette augmentation revient à l'exportation accrue de cet élément pour le développement fœtal.

Les travaux d'**Asif et al. (1996)** et **Ate et al. (2009)** sur des vaches en différentes stades physiologiques sont en similitude avec la présente étude, ont noté une stabilité de la natrémie durant les différentes périodes d'expérimentation, par ailleurs la teneur la plus élevée ($p > 0.05$) est enregistrée chez les femelles en lactation. Par contre **Azab et al. (1999)** notent que chez les

ruminants, cet électrolyte diminue immédiatement en post-partum, cela est lié à l'exportation des ions de sodium au colostrum.

III.4 La kaliémie

Le potassium est le principal cation du secteur intracellulaire où il participe à un certain nombre de processus fondamentaux. Il intervient dans le métabolisme protidique, il agit comme cofacteur enzymatique pour de nombreuses réactions, ainsi il est également participé dans le maintien de l'équilibre acido-basique, et la régulation de la pression osmotique (**Jean-Blain, 2002**).

Tableau n° 15 : Influence de l'état physiologique sur la kaliémie

Stades physiologiques	potassium mmol/l (X ± sd)	Normes physiologiques	
7 mois de gestation	4.10 ± 0.36	Merck,2011	4-5.8 mEq/L
8 mois de gestation	4.08 ± 0.94	Oregon,2011	3.8-5.2 mEq/L
9 mois de gestation	3.78 ± 0.5	Penn,2011	3.8-5.2 mEq/L
21 jr de lactation	3.2 ± 0.2	Puls,1989	3.9-5.8 mEq/L
42 jr de lactation	2.2 ± 0.4	TVMDL,2011	4-5 mEq/L
		Zinpro,201	3.9-5.8 mEq/L

Le tableau (15) indique la variation de la teneur plasmatique en sodium en relation avec état physiologique, cependant la comparaison entre les périodes de prélèvements fait ressortir une différence non significative ($p > 0.05$).

Nos résultats sont en accord avec ceux de **Dodamani (2009)** et **Ghanem et al. (2012)** qui ont enregistré une diminution plasmatique de potassium pendant la gestation, selon **Elnageeb et abdelatif (2010)**, la variation de la kaliémie pendant la gestation serait liée aux effets antagonistes de l'aldostérone et de la progestérone. L'élévation de l'aldostérone en fin gestation augmente l'excrétion rénale de potassium.

De plus **Sikka (1992)** note que les besoins en potassium deviennent considérablement importants pendant la gestation grâce à leur localisation intracellulaire et leur rôle central dans le maintien d'équilibre acido-basique

L'hypokaliémie post-parturiente pourrait être un résultat d'une exportation massive de ces ions dans le colostrum parce que la phase aqueuse du colostrum est très riche en ions (**Yildiz et al., 2005**).

Conclusion

CONCLUSION

L'étude réalisée a montré que l'état de gestation ou celui de lactation affecte de façon significative la glycémie, la triglycéridémie, l'urémie, protéinémie, l'albuminémie et la créatininémie. Alors que les concentrations plasmatiques du cholestérol et tous les minéraux majeurs étudiés (Ca, P, Na, et K) n'ont présenté que des faibles variations ($p > 0.05$).

On peut noter aussi une corrélation positive entre les taux plasmatiques du glucose, triglycérides, cholestérol, protéines totales, albumine et urée.

Les résultats obtenus sur la base des paramètres sanguins, indiquent la nécessité de surveiller le profil métabolique des animaux, afin de déterminer l'état nutritionnel, et de prendre des mesures préventives vis à vis des troubles de santé, afin d'accroître la productivité.

Références bibliographiques

1. **Abdeldjalil.(2005)**. Suivi sanitaire et zootechnique au niveau d'élevages de vaches laitières. These magister Constantine, pp: 78.
2. **Abdul-Aziz Majulli. (2000)**. Studies in some serum constituents of dairy cow in Saudi Arabia. Scientific Journal of king Feisal University basic and applied sciences. vol 9 N° (2), 1429 ,pp:105-113.
3. **Aissaoui C.; Benakhla A.; Aouadi H. (2003)**. Caractérisation de la race bovine locale dans l'Est algérien : Etude biométrique et structurale du troupeau. Renc. Rech. Ruminants 10, pp : 111.
4. **AlexandreG.; Damien F. (2012)**. Conduite à tenir en cas d'acétonémie sub-clinique, enquête auprès des vétérinaires de terrain. These doctorat d'Alfort, pp :20-21.
5. **Álvarez-Rodríguez.J.;Sanz A. ; Joy M. (2009)**. The effect of the spring management system on blood metabolites and luteal function of ewes on Mediterranean mountain areas. Small Ruminant Research. 82 (1), 18-26.
6. **Amellal R. (1995)**. La filière lait en Algérie : Entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In: Les agricultures maghrébines à l'aube de l'anné 2000. Options Méditerranéennes,série B, Etudes et Recherches, n°14, 229-238.
7. **Annen E. L.; Mc -Guire M. A.; Vicini J. L. and Collier R.J. (2003)**. Effet of posilac ® (bst) and dry period management strategy on milk yield. Journal of dairy science 86, 607.
8. **Antunovic Z.; Peranda M.; Steiner Z.(2004)**. The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. Arch. Tierz., Dummerstorf, 47 (3), 265-273.
9. **Apper-bossard E.; Peyraud J.L.; Dourmad J.Y. (2009)**. Effet du bilan électrolytique de la ration sur l'équilibre acido-basique et les performances zootechniques des animaux domestiques à fort niveau de production. INRA Prod. Anim, 22 (2), 117-130.
10. **Asif M.M.; Zia-Uur. Rahman M.; Arifi U. Haq.; Javed I. (1996)**. Trace element and electrolyte concentration in different physiological stages of gestation in Sahiwal cattle .Journal of Islamic Academy of Sciences 9:4, 125-128.
11. **Ate Iyorhemba .Utim.; Andrew Jonathan and Lazarus Baba. Tekdek. (2009)**. Serum electrolyte values of cows during third trimester of pregnancy and early lactation in settled cattle herds in Zaria, Northern Nigeria. Afr. J. Biomed. Res. Vol. 12, (2).
12. **Ayadi M.; Cajag Suchx. (2003)**. Effects of omitting one milking weekly on lactational performances and morphological udder changes in dairy cows. J. Dairy. Sci, (86), 2352 - 2358.
13. **Azab M.E.; Abdel-Maksoud H. A. (1999)**. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Bladi goats. Small Ruminant .Research. 34 , 77-85.

14. **Badinand F.; Bedouet J.; Cosson J.P.; Hanzen C.H. (2000).** Lexique des termes de physiologie et pathologie et performances de reproduction chez les bovins. *Ann.Med.Vet.*, (144),289-301.
15. **Barret J.P. (1992).** Zootechnie générale agriculture d'aujourd'hui sciences, technique, applications. Ed Lavoisier .Paris (252), 108-116.
16. **Baçoğlu Abdullah.; Sevinc Mutlu.; Mahmut O.K. (1998).** Peri and post parturient concentration of lipid, lipoproteins,insulin and glucose in dairy normal cow. *Journal of veterinary and animal science* (22), 141-144 TUBITAK.
17. **Batavian R.A.; Ansari M. H.; Asri S. (2006).** Concentrations of serum total protein and protein fractions during diestrus and pregnancy in Makuii ewes. *Comp. Clin .Pathol*, (15), 227-230.
18. **Bauman D.E and Currie B. (2000).** Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation. A review of mechanism involving homeostasis and hemeorhesis. *J. Dairy Sci*, (63), 1514-1529.
19. **Beighle D.E. (1999).** The effect of gestation and lactation on bone calcium, phosphorus and magnesium in dairy cows. *J. S. Afr. Assoc*, 70-142.
20. **Bekeová E.; Elecko J. Hendrichosky V.; Choma J.;Krajnicàková M. (1987).** The effect of beta-carotene on the changes in T and cholesterol concentrations in calving heifers before and after parturition. *Veterinary Medicine (Praha)*, 32, 459-468.
21. **Belibasakis N.G , Belibasakis S, Ambatzidis P,Caria C, Coteli A(1994).**Effets of sunflower seeds on milk yield , milk composition and blood components of daiy cows in early lactation .*World Review of Animal production* .29 (1), 49-54.
22. **Bell A.W.(1995).** Regulation of organic nutrient metabolism during transition period from late pregnancy to early lactation *J. Anim. Sci* (73) ,2804-2819.
23. **Bell A.; Burhans W.S.; Overton T.R. (2000).** Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cow. *Preceeding of nutrition society 2000*, T.59, P: 119 – 126.
24. **Benabdeli. (1997).** Evaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique: Cas de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes – Algérie). In *Rupture : Nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, n°39, 129-141.
25. **Benakhela A. (2009).** Caractérisation de la bovine race locale dans l'Est Algérien étude biométrique et structurale de troupeau. *Renc. Rech. Ruminant* ,9-45.

26. **Bencherif A. (2000)** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : les filières et marchés du lait et dérivés en méditerranée. Options méditerranéennes, Série B (32) 25-45.
27. **Ben Salem H.; Nefzaoui A.; Ben Salem L. (2000)**. Sheep and goat preferences of Mediterranean fodder shrubs. Relationship with the nutritive characteristics. CIHEAM-Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 52, 155-159.
28. **Blowey, R.W.(1972)**. Metabolic profiles - some aspects of their interpretation and use in the field. *Veterinary Annual*, 21-30.
29. **Blowey, R.W. (1975)**. A practical application of metabolic profiles. *Vet. Rec.* 97(17), 324-327.
30. **Bobe G.J.; Young W.; Beitz D.C. (2004)**. Pathology, etiology, prevention, treatment of fatty liver in dairy cow. *J. Dairy. Sci* (87), 3105-3124.:
31. **Bonnevoy M.T. (1900)**. Espèces bovines, Algérie expo
32. **Bonnevoy M.T. (1999)**. Espèce bovine, Algérie.
33. **Bosio L. (2006)**. Relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière. Mémoire Doc. Vét. Université Claude-Bernard. Lyon, pp : 110.
34. **Boudebza A. (2003)**. Contribution à l'étude des profils biochimiques chez les vaches laitières dans la région de Constantine (Relation entre profils biochimiques-stades physiologiques et intervalle vêlage-vêlage). Mémoire de Magister, Université de Constantine, pp 93.
35. **Bouzebda (2007)**. Performances zootechniques et structure d'élevage dans la population bovine de type locale (Est Algérien). These doctorat Constantine, pp: 40-42.
36. **Braun J. P.; Trumela C.; Bézille P. (2010)**. Clinical biochemistry in sheep: A selected review. *Small. Ruminant .Research.* (92), 10-18.
37. **Bravo D.; Sauvant D.; Bogaert C.; Meschy F. (2003b)**. Quantitative aspects of phosphorus excretion in ruminants. *Rep. Nut. Dev.* 43(3), 285-300.
38. **Brisson J. (2003)**. Nutrition, alimentation et reproduction. Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, 66p.
39. **Brzezinska M., Krawczyk M.(2009)**. Changes of the mineral profile of Serum of goats in various physiological states. *Journal of Elementology.T.*14, 649–656.
40. **Brozostowski H.; Milewski S.; Wasilewska A.; Tanski Z. (1996)**. The influence of the reproductive cycle on levels of some metabolism indices in ewes. *Arch. Vet. Polonic.* (35), 53-62.

41. **Bülent E.; Kabu M.; Elitok Ö.M. (2006).** L'effet de l'âge, le sexe, système de logement et la gestation sur certain paramètres sanguins de mouton. *Turk, J. Vet. Anim.Sci* (27),521-524.
42. **Brugère –picoux. J. (1995).** Baisse de la disponibilité en glucose. *La dépêche vétérinaire –supplément technique*, (46), pp : 9-21.
43. **Caple I.W.; Lee .J.; Charmley E. ;Mc -Lennan S.J. ; Costa N. D.; Mc- Meniman N.P.;Grace N.D.; Masters D.G.; Hegarty R.S.; Robinson J.J.; Hess B. W.; Ternouth J.H.; Judson G.J.(2007).** Minerals in nutrients requirements of domesticated ruminants *Csiro publishin*, pp: 115 -186 – 1345.
44. **Capuco A.V.; Akers R.M. and Smith J.J.(1997).** Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acid and histology. *J. Dairy. Sci* (80),477-487.
45. **Cauty I. ; Perreau J. M. (2003).** *La conduite du troupeau laitier.* Edition France Agricola,ISBN, (2), 85557-081-
46. **Charon G. (1988).** *Les productions laitières: Conduite technique et économique du troupeau.* Ed .Tec et Doc .Lavoisier, Vol. 2,pp : 292.
47. **Chilliard Y.; Remond B. ;Sauvant D. ;Vermorel M.(1983).** Particularité du métabolisme énergétique. In *Particularité nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production.* *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A,* (53): 37-64.
48. **Chislain pelletier.; Armand V.; Tremblay et Pière Helie. (1985).** Facteur influençant le profil métabolique chez la vache laitière. *Can. Vet. J* ,(26):306-311.
49. **Chorfi Y. ; Girard V. (2005).** *Le profil métabolique chez la chèvre.* *CRAAQ*, 4p.
50. **Craplet C.;Thibier M. (1973).** *La Vache Laitière.* *Reproduction, Génétique, Alimentation, Habitat, Grandes Maladies*, Vol. 5, 2nd . Vigot Frères, Paris.
51. **Cuvelier C. (2005).** Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez les ruminants. *Annales de Médecine vétérinaire* (149), 117-131.
52. **D'aquinop P. ; Lhoste P. ; Le masson A. (1995).** Interaction entre les systèmes de production, d'élevage et l'environnement, perspectives globales et futures. *Systèmes de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zone humide d'Afrique.* *Maison Alfort, CIRAD-IEMVT*, pp :95.
53. **Dann H.M.; Morin D.E.; Bollero G.A.; Murphy M.R.; Drackley J.K. (2005).** Parturient intake, Postpartum Induction of Ketosis, and Periparturient Disorders Affect the Metabolic Status of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science.* 88 (9), 3249

- 54. Deshpande S.M.; Mantri A.M.; Talvelkar B.A.;Deshmukh B.T.(1998).** Studies on microelements during gestation and early postpartum period in Gir and crossbred cows. Indian J, Dairy .Sci 51(5): 275-279.
- 55. Đidara M.; Florijancic T.; Šperanda T.; Boškovic I.; Šperanda M. (2010).** Serum biochemical values of mouflon (*Ovis orientalis musimon*) according to age and sex. Eur. J. Wild. Res. DOI 10.1007/s10344-010-0439-0.-3264.
- 56. Djadi (2011).** Elevage bovin en Algérie ; livre stock contry : l'offre française en animaux vivants.
- 57. Djokovic R.H.; Samanc M.;Jovanovic Z.; Nikolic.(2007).** Blood concentration of thyroid hormones and lipid in the liver in dairy cow in transitional period. Acta. Vet. Brno (76), 525-532.
- 58. Djokovic R. H.; Samanc M.; Bojkoski R.; Fratric N. (2010).** Blood concentration of thyroid hormones and lipid concentration of dairy cow in transitional period. LŮCRARI SCIENTIFIC MEDICINŮ VETERINARA XLII (2) TIMISOARA
- 59. Djokovic R.H.; Samanc M.; Petrovic M.D.; Ilic Z.; Kurcube N.(2012).** Relationship among blood metabolites and lipid in the liver in transitional dairy cow. Biotechnology in animal husbandry 28 (4) , 705-714.
- 60. Drackley J.K.; Overton T. R. and Douglas G.N.(2001).** Adaptation of glucose and long-chaine fatty acid metabolism in liver of dairy cow during the peri-partum period. Dairy Scien (84) E100 - E112
- 61. Drackley J.K.(1999).** Biology of dairy cows during the transition period. The final frontier. Journal of Dairy Science (82) , 2259-2273.
- 62. Drogoul C. (2004).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage vol (1) pp, 270.
- 63. Dodamani M.S.; Khaja. Mohteshamuddin.;Awati S.D.;Tandle M.K.; Honnappagol S.S.(2009).** Evaluation of Serum Profile during Various Stages of Gestation in Crossbred Deoni Cows. Veterinary World, 2(10) , 398-399.
- 64. Duffield T. F. (2000).** Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 16 (2), 231-253.
- 65. Duffield T.F. (2009).** Impact of hypoketonemia in early lactation dairy cows. Journal of Dairy Science Vol (92), 571-580.
- 66. Dulphy J.P; Rouel J. (1988).** Note sur la capacité d'ingestion des vaches laitières en fin de lactation. INRA Prod, Anim 1(2), 93-96.
- 67. Eddebbarh A. (1989)** Systèmes extensifs d'élevage bovin laitier. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéennes (6), 123-133.

68. **El Houssain .Bouichou. (2006).** Gestion des contraintes nutritionnelles autour de vêlage.
69. **Emery R. S.; Lissman J. S.; Herdet T.H.(1992).** Metabolism of long chain fatty acid by ruminant's liver .J. Nutrition (122), 832-837.
70. **Endres DB.;Rude R.K. (2008).** Disorders of bone. In :burtis, ashwood, bruns(Eds) Tietz fundamentals of clinical chemistry ,6 th Edn. Saunders Elsevier Inc, st .louis, 711-735.
71. **Enjalbert F. (1998).** Contraintes Nutritionnelles et métaboliques pour le rationnement en peripartum. Le nouveau praticien, pp. 59-68.
72. **Ferrel C.L. (1991).** Maternal and fetal influences on uterin and conceptus developments in cow. II blood flow and nutrient flux. Journal of animal science T. (69), 1954- 1965.
73. **Filipe Jova.T.; Kovacik J. (2009).** Evaluation of selected biochemical parameters in blood plasma, urine and milk of dairy cow during the lactation period. Slovak Journal Anim sci 42 supplement (1), 8-12.
74. **Firat A.; Özpınar A. (2002).** Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakiz. Changes in plasma glucose, β -hydroxybutyrate and cortisol levels. Ann. Nutr. Metab, 46- 57.
75. **Florence. (2002).** Rationnement et maladies métaboliques de la vache laitière, étude bibliographiques des principaux troubles métaboliques de la vache laitière et leurs implications sur le rationnement. Compte – rendu d'analyse de 29 rations collectes en France entre 1989-2000. Thèse docteur vétérinaire, Lyon ,pp : 46.
76. **Foucher F. (2000).** Dans le secret des centres de recherche. La revue de l'alimentation animale, 539, pp : 73-77.
77. **Garcia .; M. J Algeria A.; Berbera R. ; Farre R. and Lagarda M.J.(2000).** Selenium, copper and zinc indices of nutritional status: influence of sex and season on reference value, boil. Trace .Element .Res 73, 77 – 83
78. **Gadoud R.; Joseph M.M.; Jussiau R.; Lisberney M.J.;Mangeol B.;Montméas L. Tarrit A.(1992).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2, les éditions Foucher, Paris, pp: 191-211.
79. **Gerardo F.;Quiroz Rocha.; Stephen J.; LeBlanc .;Todd F.; Duffield.; Darren Wood.; Ken E.; Leslie.;Robert M.; Jacobs.(2009).** Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cow one week before and one week after parturition. Can .Vet. J (50), 383-388.
80. **Gerloff B. J. (2000).** Dairy cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cow. Vet .Clin. North Am. Food Animal Practice. Vol (16), 283-292.

- 81. Ghanem M.M. Mohamed.; M. E. Abdel- raouf.; El Atter Y. M .H.(2012).** Metabolic profile test for monitoring the clinical hematological and biochemical alteration in cattle during peri-parturient period. *BVMJ* 23 (2):13-23.
- 82. Ghoribi (2011).** Etude de l'influence de certains facteurs limitant sur les paramètres de reproduction chez les bovins laitiers dans des élevages de l'Est Algérien. thèse doctorat , Constantine, pp :36.
- 83. Goff J. P. (1997).** Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Cow Science* Vol 80 (7), pp: 1260-1268
- 84. Graves R.E. (2003).** Qualité de vie pour la production et la reproduction des vaches laitières. In : CRAAO, centre de référence, en agriculture et agro-alimentaire du Québec. Symposium sur les bovins laitiers.
- 85. Grummer R.R,Davis C.L.(1984).** plasma concentration and lipid composition of lipoproteins in lactating dairy cows fed control and high grain diet *J. Dairy .Sci* (67), 2894-2901
- 86. Gueguen, L.; Pointillart A. (2000).** The bioavailability of dietary calcium. *J. Am. Coll. Nutr.* 19 (2), 119-136.
- 87. Guerra (2007).** Contribution à la connaissance des systèmes d'élevage bovin. Mémoire en ligne.
- 88. Günther T. (1990).** Magnesium deficiency generally enhanced cytotoxicity. *Mag. Bull.* (12), 61-64.
- 89. Haddad O. (1981).** Contribution à l'étude des profils biochimiques chez les ovins : influence de l'alimentation. Mémoire de maître en sciences Vétérinaires. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. France. pp : 103.
- 90. Hagawane S. D.; Shinde S.B. and Rajguri D.N.(2009).** Haematological and blood biochemical profile in lactating buffaloes in and around Parbhani city .*Veterinary .Word* Vol 2 No (12), 467-469.
- 91. Harold-Copp M.D. (2004).** Calcium and phosphorus metabolism. *Am. J. Med.* 22 (2), 275-285.
- 92. Hayirli A. (2002).** Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *Journal of Dairy Cow Science.* , Vol (85), 3430-3443.
- 93. Herdt T.H. (2000).** Ruminant adaptation to negative energy balance influence on etiology of ketosis and fatty liver .*Vet. Clin .North Am. Food Anim .Pract* (16), 215-230.
- 94. Herdt T.H.; Rumbeila W.; Braselton W.E. (2000).** The use of blood analyses to evaluate minerals status in livestock. *Vet. Clin .North Am. Food Anim .Pract .* 16 (3), 423-444.

95. **Hewett C. (1974).** On the causes of effects of variation in the blood profile of Swedish dairy cattle .Acta .Vet. Scand (suppl) 40, 1-152.
96. **Hewett C.; Ekman L .;Lindell L .(1975).**The preliminary observation on the influence of different feed protein levels on the blood profile of dairy cow Acta Vet Scand 16, 471-473.
97. **Hoden A.; Coulin J.B.;Faverdin Ph. (1988).** Alimentation de la vache laitière. In alimentation des bovins, ovins, caprins .INRA. Paris, 135-158.
98. **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. J. Mammary Gland Biol. Neoplasia, 10(2), 141-156.
99. **Huber K.; Walter C.; Schroder B.; Breves G. (2002).** Phosphate transport in the duodenum and jejunum of goats and its adaptation by dietary phosphate and calcium. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 283 (2), 296-302.
100. **Ingvarstsen K. L. et Anderson J. B. (2000).** Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. J. Dairy .Science 83, pp : 1573-1597.
101. **Iriadam M. (2007).** Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri –partum period in kitis does. Small .Ruminant .Research T. (73), 54-57.
102. **Ingraham RH, Kappel LC. (1988).** Metabolic profile testing. Vet. Clinics. NA.Food Anim. Pract 4(2), 391.
103. **Jacob S .K. (2000).** Assessment of mineral status during pregnancy in crossbred cattle. M.V.Sc. Thesis, Kerala Agricultural University, Mannuthy, Thrissur, Kerala.
104. **Jacob S.K.; Philomina P.T.; Ramnath V.(2002).** Serum profile of calcium, phosphorus and magnesium in crossbred heifers as influenced by gestation and early lactation. Indian J .Physio .Pharmaco. 46(2) ,245-248.
105. **Jarrige R. (1988).** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed .INRA .Paris (467), 18-56.
106. **JAZBEC I. (1990):** Klinicko laboratorijska diagnostika. Veterinarski fakultet, Ljubljana.
107. **Jean-Blain. C. (2002).** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Editions Médicales Internationales. Editions TEC et DOC, 424.
108. **Jesse P.G. (2004).** Disorders of carbohydrates and fat metabolism. In W.O. Reece, Editor, Dukes Physiology of Domestic Animals (12th ed). Cornell University Press, London, 553-559.

109. Joy M.; Alvarez-Rodriguez J.; Revilla R.; Delfa R.; Ripoll G. (2008). Ewe metabolic performance and lamb carcass traits in pasture and concentrate-based production systems in Churra Tensina breed. *Small Ruminant Res.* 75 (1), 24-35.
110. Jože starić.; Marija Nemec .;Tomz Zadnik.(2012). Bone metabolism markers and blood minerals concentration in dairy cattle during pregnancy and lactation. *Slov .Vet .Res.* 49 (4), 193-200.
111. Kali Sofia (2011). Situation de la filière lait en Algérie : approche analytique d'amont en aval. *livestock research for rural development* ,23 (8).
112. Kebreab E.; Vitti D.M.S.S. (2005). Mineral metabolism. In *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*, 2 edition. CABI publishing. 469-486, 734.
113. Kinven Larger. M.S and Ellen Jordan. (2012). The metabolic profile for modern transition dairy cow. *Mid .South .Ruminant .Conference .Grapevine, Texas*, 9-16.
114. Kolb E. (1975). *Physiologie des animaux domestiques*. Vigot frères éditions. Paris, 974.
115. Komagari M.V.; Casper D.P. and Erdman R.A. (1998). Factors affecting body tissues mobilization in early lactation of body fat and protein. *J. Dairy. Sci*(81), 169-175.
116. Kouamo J. A.; Leye G.A.; Ouedraogo G.J.; Sawadogo.(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 .Méd. Vét.* (8-9), 425-431.
117. Kraft W. & Dürr U.M. (1999b). Leber. In: *Klinische Labor diagnostik in der Tiermedizin*, W, 112-133, Schattauer, ISBN 978-3794519422, Stuttgart, Germany
118. Krajnicakova M.; Kovac G.; Kostecky M.; Valchy L.;Maracek I.; SutiAkova I.; Lenhardt L.(2003). Selected clinic –biochemical parameters in the puerperal period of goats. *Bulletin veterinary in institute pathways* , T47,177-182.
119. Kronqvist (2011).Mineral of dairy cow with focus on calcium and magnesium balance. Doctorate thesis Swedish university of agriculture science.
120. Kumar Rakesh.; Sharma I. J.; Rao M.L.V.; Quadri M.A.(2001). Status of haemogram, plasma protein, minerals and electrolytes during pregnancy, anorexia and sub-clinical ketosis in cows and buffaloes. *Indian J .Anim .Sci* 71(2), 118-121.
121. Lagente M. (2000). Métabolisme phosphocalcique. In *biochimie clinique*. Editions Médicales. Internationales, 61-98, 340.
122. LeBlanc, S.J., et al. 2005 .Metabolic Predictors of Displaced Abomasum in Dairy Cattle .*Journal of Dairy .Science*. Vol. 88, 159-17

- 123. Le Bars, H. 1991.** Interrelation entre glyco-génèse et lipogénèse chez les ruminants. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France. Vol. 64, 193-206.
- 124. 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.
- 125. Little W.; Manston R. (1972).** the effects of feeding maize and Luzerne in dairy cattle J .Agric .Science (Cambridge) 78,438-446.
- 126. Lubojacka V.; Pechova A.; Dvorak R.; Drastich P.; Kummer V.; Poul J. (2005).** Liver steatosis following supplementation with fat in dairy cows diets. Acta .Veterinaria Brno, 74,217-224.
- 127. Madani T. ; Mouffok C. (2004).** Production laitière et performance de reproduction des vaches montbéliardes en région semi- aride algérienne. Revue .Elev. Méd. vét. Pays trop. , 61 (2) ,97-107.
- 128. Manston R. Allen WM. (1991)** .the use of blood chemistry in monitoring the health of farm livestock. Br.. Vet J. 137,241-247.
- 129. Marcos E.; Mazur A.; Cardot P.; Rayssinguier Y. (1990).** The effet of pregnancy on serum lipid and apolipoprotein B and A in dairy cow. Journal of animal physiology and animal nutrition. 64,133-138.
- 130. Marx D.J. (2002).** Les maladies métaboliques chez les ovins. Thèse Doctorat Vétérinaire, Univ d'Alfort, PP 131.
- 131. Merck Veterinary. Manual. (2011).** Metabolic disorders. Hepatic lipidosis. Fatty liver disease of cattle. <http://www.merckvetmanual.com/mvm/index.jsp?cfile=htm/bc/80801.htm&word=cholesterol>. Accessed 4/5/2012.
- 132. Meschy F. (2002).** Eléments minéraux majeurs : données récentes chez les caprins. INRA. Prod. Anim. 15 (4), 267-271.
- 133. Meschy F.;Gueguen L. (1995).** Ingestion et absorption des éléments minéraux majeurs. In Nutrition des ruminants domestiques. Editions INRA. 583-599, 921.
- 134. Meziane (2001).** Contribution à l'étude de l'effet de la salinité de l'eau de boisson et d'un régime à base de paille chez les brebis de race Ouled Djellal fans les hauts plateaux sétifiens. Thèse doctorat (Constantine), pp: 143.
- 135. Michaux H.V.A. (2008).** Cétose de la vache laitière: Dosage du Bétahydroxybutyrate dans le lait avec le lecteur. Mémoire. Doc. Vet. Univ, Toulouse, pp 105.
- 136. Moloney A.P.;Almiladi A.A.; Drenan M.J.; Caffrey.P.(1994).** Rumen and blood variable in steers fed grass silage and relled barbey or sugar cane molasses based. Animal feed science and technology (50) 37-54.

- 137. Mohri M.; Sharifi K.; Fytianou A.; Katsoulos P.D.; Giadinis N.; Karatzias H. (2007).** Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves, age related change and comparisons with blood adult composition. *Research in veterinary. Sciences* T. 83, 30 - 39.
- 138. Moorby J.M.; Dewhurst R.J.; Tweed J.K.S.; Dhanoa M .S. and Beck F.G. (2002).** Effect of altering the energy and protein supply to dairy cow during the dry period 2. Metabolic and hormonal response. *J. Dairy. Sci* 83,1795-1805.
- 139. Nâle R .A. (2003).** Metabolic profiling in buffaloes before and after parturition. M. V.Sc. thesis submitted to MAFSU, Nagpur, 29-34.
- 140. Nath H. C. (2005).** Serum cholesterol and protein in pre-peri-post-partum cows. *Indian. Vet. J* 82, pp:519-521.
- 141. Nazifi S.; Saeb M.; Ghavanu S.M. (2002).** Serum lipid profile in Iranian fat tailed sheep in late pregnancy at parturition and during the post –parturition period. *Journal Veterinary Medicine* T.49, pp: 9-12.
- 142. Nedjraoui D. (2001).** Forage resource Profiles: Algeria
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria.htm>
- 143. Ndibualonji B.B.; Dehareng D.; Godeau J.M. (1997).** Influence de la mise à jeun sur amino-académie libre, l'urémie et la glycémie chez la vache laitière. *Ann. Zootech* (46), 163-174.
- 144. Nicks B. (1998).** Logement des vaches laitières. *Ann. Med. Vet.* 142, 413-416.
- 145. Odette O. (2005).** Grass tetany in a herd of beef cow. *Can. Vet. J.* 46 (8), 732-734.
- 146. Obidike I.R. Aka L.O.; Okafor C.I.(2009).** Time-dependant peri-partum haematological, biochemical and rectal temperature changes in West African dwarf ewes. *Small. Ruminant .Research.* 82 (1), 53-57.
- 147. Oetzel G.R. (2004).** Monitoring and testing dairy herd for metabolic disease. *Vet .Clin.North .Am Food.Anim. Pract* (20), 51-674.
- 148. Onita P.; Olimpia Colibar. (2009).** Energy, protein and mineral profile in peripartal period at dairy cow. *Lúc. RARI SCIENTIFIC MEDICINĂ VETERINARA XLII* (2) TIMISOARA.
- 149. Oregon .State University (2011).** College of Veterinary Medicine. Veterinary Diagnostic Laboratory. Reference Ranges. Biochemistry Reference Interval. http://oregonstate.edu/vetmed/sites/default/files/CP_Biochemistry_Reference_Ranges_04_09.pdf Accessed 4/5/2012.

- 150. Padodara R.J.; Arya J. S.; Ninan Jacob. (2012).** Assessment of serum mineral profile at different stage of gestation in triple crossbred cattle. Wayamba Journal of Animal Science – Number 1340703256.
- 151. Park A.F.; Shirley J.E.; Titgemeyer E.C.; Cohran R.C.; Defrain J.M.; Wicker E.E. Sham.;Johson E.D. (2010).** Characterization of Plasma Metabolites in Holstein Dairy Cows during the Periparturient Period. International Journal of Dairy Science(5), 253-263.
- 152. Paragon B.M.(1984).** L'alimentation minérale de la vache laitière. ENV d'Alfort, pp 67.
- 153. Payne J.M. (1983).** Maladies métaboliques des ruminants domestiques. Editions du point vétérinaire, pp :190.
- 154. Penn. State University. (2012).** Veterinary and Biomedical Sciences. Metabolic Profiling. Reference Values.
<http://vbs.psu.edu/extension/focus-areas/metabolicprofiling/reference-values>. Accessed 4/5/2012
- 155. Pfeffer E.; Beede D.K.; Valk H. (2005).** Phosphorus Metabolism in Ruminants and Requirements of Cattle. In Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle, 191-231, pp 288.
- 156. Peter R.C.(1991).** Applied Animal Nutrition Feeds and Feeding. Macmillan Publishing Company, New York.
- 157. Piccione G.; Caola G.; Giannetto C.; Grasso F.; Calanni Runzo. S.; 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.
- 158. Piccione G.;Messina V.;Schembani A.;Casella S.;Giannetto C.;Alberghina D.(2011).** Change of some hematological parameters in dairy cow during late gestation, post-partum, lactation and dry period. Vet. Med,58-59 -64.
- 159. Prod'homme M.;Rieu I.;Balage M.; Dardevet D. ; Grizard J. (2004).** Insulin and amino acids both strongly participate to the regulation of protein metabolism. Curr. Opin. Clin.Nutr. Metab. Care 7,71-77.
- 160. Prod'homme M.;Balage M.; Debras E.; Farges M .C.; Kimball S.;Jefferson L. & Grizard J.(2005).** Differential effects of insulin and dietary amino acids on muscle proteinsynthesis in adult and old rats .J. Physiol. (563), 235-248.

- 161. 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.
- 162. Radostits O.M.; Blood D.C.; Gay C.C.; Hinchcliff K.W.(2000).** Veterinary medicine, a textbook of disease of cattle, sheep, pigs, goats and horses. Ninth edition W.B.Saunders Company LTD London. New York. Philadelphia ,san Francisco, st,Louis Sydney
- 163. Rémond D.; Meschy F.; Boivin R. (1996).** Metabolites,water and mineral exchanges across the rumen wall: mechanisms and regulation. Ann. Zoot. (45),97-119.
- 164. Reynolds C.K .(2003).** Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation .Journal of Dairy Science. vol (86) ,1201-1217.
- 165. Rosenberger G (1979) :** examen clinique des bovins .Ed du point .vétérinaire. 526 p
- 166. Rosol T.J.; Capen C.C. (1997).** Calcium- regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In Kaneko, JJ. Harvey, J. W. BRUSS, 53-57.
- 167. Roubies N.;Panouis N.; Fytianou A.; katsoulos P.D.; Giadinis N.;KaratziasH.(2006).** effet of age and reproductive state on certain biochemical parameters of chios sheep under greek rearing condition . Journal. Veterinary Medicine. T. (53), 277 - 281.
- 168. Rowlands GJ, Payne JM, Dew SM.(1973).** A potential use of metabolic profiles in the selection of superior cattle. Vet .Rec 93 (2),48-49
- 169. Roy S.; Royand M.; Mishra S. (2010).** Heamatological and biochemical profile during gestation period in Sahiwal cows. Veterinary .World .vol 3 No (1).
- 170. Saeed A.; Khan I.A.; Hussein M. M. (2009).** Change in biochemical profile of pregnant camels (*Camelus dromedarius*) at term. Comp. Clin. Pathol, (18),139-143.
- 171. Safsaf (2001).** L'urée du lait e relation avec le rationnement azoté des vaches laitières. Thèse magister(Batna), page : 48-56.
- 172. Salat, O. (2005).** Les troubles du péripartum de la vache laitière risques associés et moyens de contrôle. Bulletin de l'Académie Vétérinaire France Vol. 158, 2, 153-160.
- 173. Sandabe U.K.; Mustapha A.R.; Sambo E.Y. (2004).** Effect of pregnancy on some biochemical parameters in Sahel goats in semi-arid zones. Vet. Res. Comm .(28) 279-285.
- 174. Sejian V.; Maurya V.P.; Naqvi S.M.K. (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. Int. J. Biometeorol. (54), 653-66.

- 175. Selim S.A.; Smith B.P. & Cullor J.S. (1995).** Serum immunoglobulins in calves: their effects and two easy reliable means of measurement. *Veterinary Medicine*, Vol.90, No.4, 387-404, ISSN 8750-794
- 176. Senatore E.M.; Butler W.R.; Oltenacu P.A. (1996).** Relationships between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim. Science*(62) ,17-23.
- 177. Sérieys F. (1997).** Le tarissement des vaches laitières. Edition France agricole, p : 220-224
- 178. Sevnç M.; Bafio Lu. A.; Guzelbektafi H. (2003).** Lipid and Lipoprotein Levels in Dairy Cows with Fatty Liver. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* (27) ,295-299.
- 179. Sikka P. (1992).** Role of minerals in reproduction -A Review. *Indian J .Dairy .Sci* 45(4),159-167.
- 180. Silanikove N. (2000).** Effet of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock production science* (67),1-18.
- 181. Singh A.S. ; Pal D.T. ; Mandal B.C. ; Singh p. et Pathak N.N.(2002).** Pathologie de post –partum : foie gras chez la vache laitière a haut production *Investir. Cellule pathol*, 3: 237-249.
- 182. Sivaraman T.;Shanmugasundaram S.; Arunachalam S.; Sivakumar T.(2003).** Studies on blood profiles as influenced by gestation in Jersey crossbred cows. *Cheiron* , 32 (3&4), 64 - 66.
- 183. Skouri M. (1993).** La désertification dans le bassin Méditerranéen : Etat actuel et tendance. In : *Etat de l'Agriculture en Méditerranée. Les sols dans la région méditerranéenne : utilisation, gestion et perspectives d'évolution. Cahiers Options Méditerranéennes*, v. 1(2) ,23-37.
- 184. Sobiech P.; Milewski S.; Zdunczyk S.(2008).** Yield and composition of milk and blood biochemical components of ewes nursing a single lamb or twins. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* (52),591-596.
- 185. Sommer H (1985) :** contrôle de la santé des vaches laitières et alimentation
Revue. Med. Vet ; 136 (2), 125 - 137.
- 186. Srairi M.T.; Ben Salem.M.; Bourbouze A.; Elloumi M.;Faye B.; Srairi M.T. (2007).** Perspectives de durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune des défis futur : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements. Colloque international« Développement durable des productions : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 avril.

- 187. Tainturier D.; Braun J.P.; Rico A.G.; Thouvenot J.P.(1984).** Variations in blood composition in dairy cows during pregnancy and after calving. *Research in Veterinary Science*(37),129-131.
- 188. Tesseraud S.; Métayer S.; Duchêne S.; Bigot K.; Grizard J.; Dupont J. (2007).** Regulation of protein metabolism by insulin: value of different approaches and animal models *Dom. Anim. Endocrinol* (33) ,123-142.
- 189. Thionoane Y .(1982).** Contribution à l'étude de l'alimentation minérale des bovins au Sénégal, les macro -éléments. Thèse docteur d'état, pp 44-60.
- 190. Tontis A.; Zwahlen R. (1987).** Pregnancy toxemia of small ruminants with special reference to pathomorphology. *Tierarztl Prax.*, 15(1), 25-29.
- 191. Tyler J.W.; Hancock D.D.; Wiksie S.E.; Holler S.L.; Gay J.M. & Gay C.C .(1998).** Use of serum protein concentration to predict mortality in mixed-source dairy replacement heifers. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. Vol.12,),79-83, ISSN 0891-6640 .
- 192. Underwood E.J.; Suttle N.F.(1999).** The mineral nutrition of livestock 3rd dition. Moredun Research Institutue. CABI I Publishing. London, pp 614.
- 193. Valdigué P. (2000).** Biochimie clinique. Editions .Médicales .Internationales, 340
- 194. Valocký I.; Mozeš Š.; Lenhardt L'.; Kacmárik J.(2006).** Selected electrolytes and metabolites in puerperal ewes with twins and single lambs. *Medycyna. Wet.* 62 (6), 652-654.
- 195. Van Aken D.; DE-Bont J.; Van Holm L.; Ranawana S.S.E.(1991).** A study on mineral status of cattle in dairy farm in Sri Lanka. *Indian .Vet .J.* (63), 371-374.
- 196. Vicat M .(1983).** Aspect actuels de la tétanie d'herbage : étiologie , pathogénie , traitement et prophylaxie thèse de doctorat vétérinaire .univ Claude Bernard Lyon p. 97.
- 197. Weber C. (2013).** Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feed intake, body condition, and lipid and glucose metabolism in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy .Science*. Vol. (96)165-180.
- 198. Wiener G.; Rouvier R. (2009).** L'amélioration génétique animale. In : Quae CTa. Presses agronomiques de Gembloux. Edition Cemagref cirad INRA.
- 199. Wolter R. (1997).** Alimentation de la vache laitière. 3 Edition France Agricole, 263
- 200. Wolter R. (1999).** Alimentation du cheval. Edition France Agricole, 478p.
- 201. Yadav. (2006).** Profile of macro,micro element, total protein and cholesterol in serum of cyclic and acyclic Murrah buffaloes . *Indian journal of veterinary research* (15), 10-13.

- 202. Yakhlef H. (1989).** La production extensive du lait en Algérie. In le lait dans la région méditerranéenne. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens(6),135-139.
- 203. Yano F.; Yano H.; Breves G. (1991).** Calcium and phosphorus metabolism in ruminants. In: Proceeding of the Seventh International Symposium on Ruminant Physiology. Academic Press, New York, 277-295.
- 204. Yokus, B.; Cakir, U.D. (2006).** Seasonal and Physiological Variations in Serum Chemistry and Mineral Concentrations in Cattle. Biological Trace Element Research. 109, 255-266.
- 205. Yennek N. (2010).** Effet des facteurs d'élevage sur la production et la qualité de lait de vache en région montagneuse. Thèse magister en Agronomie, Tizi- Ouzou, pp :11-20.
- 206. Yildiz A.; Balikci E.; Gurdogan F. (2005).** Serum Mineral Levels at Pregnancy and Postpartum in Single and Twin Pregnant Sheep. Biological Trace Element Research. (107), 247-254
- 207. Zinpro .Performance Panel.(2011).** “Ask Zinpro” computer program. Accessed 7/11/2011

RESUME

Cette étude a été conduite afin d'évaluer l'impact de la période péripartum sur les concentrations de certains paramètres sanguins considérés comme de bons marqueurs biologiques du métabolisme de la vache laitière.

A cet égard, les concentrations plasmatiques de glucose, de cholestérol, des triglycérides, des protéines totales, de l'urée, de l'albumine, et de la créatinine ont été mesurées ainsi que des minéraux (Ca, P, Na, K) ont été dosés

Aucune variation significative ($P>0.05$) des concentrations plasmatiques de cholestérol, des minéraux n'a été décelée entre les périodes de prélèvement. En revanche, les teneurs en glucose, en protéines totales, en urée, en albumine, ont significativement augmenté ($P<0.05$) vers la fin de gestation,

Alors que celle des triglycérides, de créatinine ont été significativement plus faible ($P<0.05$) durant la même période.

De plus, Les résultats de l'étude ont montré une augmentation significative ($P<0,05$) de la concentration en protéines totale, en albumine et en triglycérides durant la période post-partum. Il y avait cependant durant cette période une diminution significative ($P<0,05$) des concentrations plasmatiques de glucose, d'urée et la créatinine.

Par rapport aux valeurs de références, **la triglycéridémie, Cholestérolémie et albuminémie** a été constaté faible durant toute la période de l'essai se qui reflète l'installation de **lipidose hépatique** durant période péripartum chez la vache laitière.

Mots-clés : profils biochimique et minéral, vache laitière, péripartum, métabolisme.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the impact of the peripartum period on the concentrations of the various blood parameters considered as good biological markers of the dairy cow metabolism.

The plasma concentrations of glucose, cholesterol, triglycerides, total proteins, urea, albumin, and creatinin were determined as well as minerals (Ca, P, Mg, Na, K, Cl and Fe).

No significant variation ($P>0.05$) of plasma cholesterol, and mineral levels was detected between the sampling periods. While glucose, total proteins, urea, albumin levels were higher ($P<0.05$) on late pregnancy, triglycerides, and creatinin, were significantly lower ($P<0.05$) during the same period.

Moreover, the results of the study showed a significant increase ($P<0.05$) in total proteins, triglyceride and albumin during the post partum period. There were however, during this period a significant reduction ($P<0.05$) in the plasma concentrations of glucose, creatinin, and urea.

Compared to the values of reference, the triglycerides, cholesterol and albumin concentration was very low during all the probation period; this showed the hepatic adipose in peripartum period of dairy cows.

Key words: Biochemical and mineral profiles, cow, peripartum, metabolism.

ملخص

أنجزت هذه الدراسة لغرض تحديد اثر مرحلة ما حول الوضع على عدة مكونات دموية التي تعتبر كمؤشرات بيولوجية لأيض عند البقرة لهذا السبب قمنا بقياس نسبة الغلوكوز الكولسترول، ثلاثي الغلوسريد، البروتينات، الزلال، الكرياتينين، اليوريا، وكذلك الكالسيوم، الفوسفور، الصوديوم، البوتاسيوم، في مصل البقرة.

لاحظنا أن نسبة كل من الكولسترول والمعادن لم تتأثر كثيرا بالمرحلة الفيزيولوجية ($p>0.05$) لاحظنا كذلك أن نسبة الغلوكوز البروتينات اليوريا الزلال الكالسيوم والمغنيزيوم ارتفعت بشكل ملحوظ في نهاية الحمل ($p<0.05$) بالمقابل نسبة كل من ثلاثي الغلوسريد والكرياتينين انخفضت بشكل ملحوظ خلال نفس المرحلة ($p<0.05$).

النتائج المتحصل عليها خلال الدراسة بينت ارتفاع محسوس ($p<0.05$) في نسبة البروتينات والزلال وثلاثي الغلوسريد خلال مرحلة ما بعد الوضع في الوقت الذي انخفضت فيه نسبة كل من الكرياتينين والغلوكوز واليوريا بالمقارنة مع القيم المرجعية النسب الضعيفة طيلة مدة الدراسة أثبتت وجود تشحم كبدي.

الكلمات المفتاحية : مرجع بيوكيميائي ومعدني، بقرة، ما حول الوضع، أيض.