

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE BATNA1 -BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES**



THESE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière

Sciences Vétérinaires

Option

Maitrise des facteurs de la reproduction chez les herbivores

Présentée Par :

BELKACEM LILIA

THEME

***ETUDE DE CERTAINS FACTEURS DE REPRODUCTION
CHEZ LA FEMELLE OULED DJELLAL EN REGIONS
ARIDES ET SEMI ARIDES***

JURY Grade et Université

Président :	Mr. MEZIANE Toufik	Pr. Université Batna 1
Directeur de thèse :	Mr. TLIDJANE Madjid	Pr. Université Batna1
Examineur :	Mr. BENNOUNE Omar	Pr. Université Batna 1
Examineur :	Mr. BOUAZIZ Omar	Pr. Université Constantine 1
Examinatrice :	Mme. DEGHNOUCHE Kahramen	Pr. Université Biskra
Examinatrice :	Mme. KAYOUECHE Fatima Zohra	MCA. Université Constantine 1
Invité :	Mr. SAFSAF Boubakeur	MCA. Université Batna1

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2019/2020

Remerciements

*Je voudrais remercier vivement mon directeur de thèse le **TLIDJANE Madjid, Professeur à l'Université Batna 1** d'avoir accepté, de prendre en charge cet encadrement. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance m'ont beaucoup appris.*

*Qu'il trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de ma profonde considération Je tiens à remercier également mon co-promoteur de thèse **Dr. SAFSAF Boubakeur**, pour son aide précieuse, ses conseils avisés, ses orientations judicieuses, sa disponibilité et sa patience. J'ai beaucoup appris de vous.*

Merci infiniment pour tout.

*Toute ma gratitude à Monsieur **MEZIANE Toufik** Professeur à l'université Batna 1 qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce Jury.*

Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

J'adresse mes vifs remerciements à l'ensemble des membres du jury :

- **Mme DEGHNOUCHE Kahramen** Professeur à l'Université de Biskra*
- **Mme KAYOUECHE Fatima Zohra** Maitre de conférences A à l'Université de Constantine I*
- **Mr BOUAZIZ Omar** Professeur à l'Université de Constantine I*
- **Mr BENNOUNE Omar** Professeur à l'Université de Batna 1*

Qui nous ont fait honneur d'accepter de juger ce travail.

A vous ma sincère gratitude et mes hommages respectueux.

*- J'exprime aussi mes remerciements les plus respectueux envers **Dr. REKIK F.** et **M^{elle} Khlaifia F.** du laboratoire d'analyses fourragères de l'Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques Université Batna 1.*

*- Au Docteur **ZERROUG S.** Directrice de l'ITELV, aux Docteurs vétérinaires et à l'ensemble du personnel de la ferme expérimentale, pour leur inestimable aide et leur disponibilité ;*

Sincère gratitude et vifs remerciements.

*- Aux Docteurs **LOUGHRAIEB S.** et **BENALID.**, Vétérinaires praticiens à Ouled Djellal pour leur aide inestimable ainsi que **Mr ZINE Bachir** pour sa gentillesse et son accueil.*

*- Je remercie également **Mme HAFDI W.** pour l'aide à la réalisation des analyses biochimiques et hormonales.*

*- Je remercie vivement toutes mes amies pour leur soutien et leurs encouragements : **Belkadi S., Laghrour W, Allaoui A, Boussaada A, Rouabah Z.***

Enfin, je remercie sincèrement tous les enseignants, personnel technique et administratif de l'Institut des sciences vétérinaires et agronomiques de l'Université de Batna 1.

Dédicaces

A la mémoire de mon père

A la mémoire de ma Grand-mère

Puisse DIEU le tout puissant vous accorder sa sainte miséricorde et vous accueillir dans son vaste paradis.

A ma Mère

Que Dieu tout puissant vous garde et vous accorde santé, bonheur et longue vie.

A mon époux, pour son aide et sa patience.

A mes enfants.

A mes frères et sœurs et à leurs familles

A toute ma famille et ma belle-famille.

A toutes mes amies.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. CONDUITE DE L'ALIMENTATION ET GESTION DE LA REPRODUCTION

I.1. La conduite alimentaire	3
I.1.1. Besoins et apports alimentaires recommandés des brebis	3
I.1.1.1. Besoins des brebis tarées ou mises à la lutte	3
I.1.1.2. Besoins des brebis en gestation	4
I.1.1.3. Besoins des brebis allaitantes	5
I.1.2. Notation de l'état corporel des brebis	6
I.1.3. Les recommandations de la note d'état corporel des brebis	7
I.2. Maîtrise de la reproduction et synchronisation des chaleurs chez la brebis	9
I.2.1. Méthodes hormonales	9
I.2.1.1. Les progestagènes	10
I.2.1.2. Les prostaglandines (PGF ₂ α ou analogues)	12
I.2.1.3. La mélatonine	14
I.2.2. Les Moyens zootechniques	15
I.2.1. L'effet mâle	15
I.2.2. Les traitements photopériodiques	19
I.3. Les facteurs influençant les paramètres de la reproduction	21
I.3.1. Les facteurs influençant la fertilité	22
I.3.1.1. Effet de l'âge des brebis	22
I.3.1.2. Effet de l'état corporel des brebis	23
I.3.1.3. Effet de l'alimentation	23
I.3.1.4. Effet du mode de lutte	24
I.3.1.5. Effet de la saison	24
I.3.1.6. Effet de la race et du type génétique	25
I.3.2. Les facteurs influençant la prolificité	26
I.3.2.1. Effet de l'âge de la brebis	26
I.3.2.2. Effet de l'état corporel des brebis	26
I.3.2.3. Effet de l'état physiologique de la brebis	27
I.3.2.4. Effet de la saison de lutte	27
I.3.2.5. Effet du mode de lutte	27
I.3.2.6. Effet de la race et du type génétique	28
I.3.3. Les facteurs influençant la fécondité	29
I.3.3.1. Effet de l'âge de la brebis	29
I.3.3.2. Effet de l'état physiologique de la brebis	29
I.3.3.3. Effet du mode de lutte	29
I.3.3.4. Effet de la période de lutte	30
I.3.4. La mortalité des agneaux.	30
I.3.4.1. Effet de la race et l'âge des mères	30
I.3.4.2. Effet du poids et mode de naissance des agneaux	30

I.3.4.3. Effet de la saison d'agnelage	31
CHAPITRE II. FACTEURS INFLUENÇANT LA REPRODUCTION	32
II.1. Effets de l'alimentation sur la fonction de reproduction	32
II.1.1. Effets de la sous-alimentation	35
II.1.2. Effets de la suralimentation	37
II.1.3. Effet de la nutrition sur les hormones stéroïdiennes (Progestérone- Estradiol 17-β)	38
II.2. Effets de la température	40
II.2.1. Effets sur les hormones stéroïdiennes (Progestérone- Estradiol 17-β)	40
II.2.2. Effets sur certains paramètres biochimiques	41
II.2.2.1. Glycémie et cholestérolémie	41
II.2.2.2. Protéines totales, albumine et globuline	42
II.2.2.3. Urée et créatinine	43
II.2.2.4. Activité de l'Alanine transaminase (ALAT) et l'Aspartate transaminase (ASAT)	44
CHAPITRE III. EFFET DU STATUT PHYSIOLOGIQUE SUR LES PARAMETRES SANGUINS HORMONAUX ET BIOCHIMIQUES	45
III.1. Les hormones stéroïdiennes (Progestérone- Estradiol 17-β)	45
III.1.1. La progestéronémie	45
III.1.2. L'œstradiolémie	47
III.2. Les paramètres biochimiques	48
III.2.1. La glycémie	48
III.2.2. La cholestérolémie	50
III.2.3. La triglycéridémie	50
III.2.4. Le bilan protéique	51
PARTIE EXPERIMENTALE	
I. MONOGRAPHIE DES REGIONS D'ETUDE	55
I.1. Région semi-aride	55
I.1.1. Présentation générale de la région	55
I.1.2. Données climatiques	55
I.2. Région aride	56
I.2.1. Présentation générale de la région	56
I.2.2. Données climatiques	56
II. MATERIEL ET METHODES	
II.1. Matériel	58
II.1.1. Animaux et modes d'élevage	58
II.1.1.1. Dans la zone semi-aride	58
II.1.1.1. a. La conduite de l'élevage	58
II.1.1.1. b. La conduite de la reproduction	58
II.1.1.1. c. L'alimentation et l'abreuvement	58

II.1.1.2. Zone aride	59
II.1.1.2. a. La conduite de l'élevage	59
II.1.1.2. b. La conduite de la reproduction	59
II.1.1.2. c. L'alimentation et l'abreuvement	59
II.2. Méthodes	60
II.2.1. Méthodes d'analyses fourragères	60
II.2.1.1. Détermination de la composition chimique des aliments	60
II.2.1.2. La digestibilité enzymatique	60
II.2.1.2.1. Digestibilité de la matière sèche	61
II.2.1.2.2. Digestibilité de la matière organique	61
II.2.1.3. Calcul de la valeur nutritive	62
II.2.1.3.1. Valeur énergétique	62
II.2.2. Evaluation de l'état corporel	62
II.2.3. Pesée des animaux	62
II.2.4. Synchronisation des chaleurs en zone aride	63
II.2.5. Prélèvements sanguins	63
II.2.6. Méthodes de dosage	64
II.2.6.1. Dosage des hormones stéroïdiennes (Progestérone- (Estradiol 17-β)	64
II.2.6.2 Les constantes biologiques	64
II.2.6.2.a. Glucose	64
II.2.6.2.b. Cholestérol	64
II.2.6.2.c. Triglycérides	64
II.2.6.2.d. Protéines totales	64
II.2.6.2.e. Albumine	64
II.2.6.2.f. Globulines	64
II.2.6.2.g. Urée	64
II.2.6.2.h. Créatinine	65
II.2.6.2.i. Activités enzymatiques (ALAT, ASAT, PAL)	65
II.3. Analyses statistiques	65
III. RESULTATS ET DISCUSSION	
III.1. Etude de la composition des aliments et des rations	66
III.1.1. Composition chimique des aliments	66
III.1.2. Les rations	68
III.1.2.1. Période de lutte et début de gestation	68
III.1.2.2. Période de fin de gestation	70
III.2. Résultats de la condition corporelle	73
III.3. Paramètres sanguins hormonaux et biochimiques	75
III.3.1. Les hormones stéroïdiennes (Progestérone- (Estradiol 17-β)	75
III.3.1.1. La progestéronémie	76
III.3.1.2. L'œstradiolémie	82
III.3.2. Les paramètres biochimiques	86
III.3.2.1. La glycémie	86
III.3.2.2. La cholestérolémie	92
III.3.2.3. La triglycéridémie	96
III.3.2.4. La protéinémie	100

III.3.2.5. L'albuminémie	103
III.3.2.6. La globulinémie	106
III.3.2.7. L'urémie	109
III.2.2.8. La créatininémie	114
III.3.2.9. L'activité enzymatique de l'ASAT (Aspartate amino-transférase)	118
III.3.2.10. L'activité enzymatique de l'ALAT (Alanine amino-transférase)	121
III.3.2.11. La phosphatase alcaline (PAL)	123
III.3.3. Relation entre les paramètres sanguins hormonaux et biochimiques étudiés en régions semi-aride et aride	126
III.4. Paramètres de la reproduction	131
III.4.1. Performances de reproduction	131
III.4.1.1. La fertilité	132
III.4.1.2. La prolificité	135
III.4.1.3. La fécondité	137
III.4.1.4. Relation entre les performances de reproduction et les paramètres sanguins hormonaux et biochimiques étudiés	138
III.4.2. Performances de croissance des agneaux	142
III.4.2.1. Effet du mode de naissance et du sexe sur la croissance pondérale des agneaux	142
III.4.2.1.1. Effet du mode de naissance sur le poids des agneaux	142
III.4.2.1.2. Effet du sexe sur le poids des agneaux	147
III.4.2.2. Le gain moyen quotidien	149
III.4.2.2.1. Effet du mode de naissance sur le gain moyen quotidien	149
III.4.2.2.2. Effet du sexe sur le gain moyen quotidien	152
III.4.3. Corrélations entre profil hormonal et biochimique des brebis et le poids des agneaux à la naissance	155
CONCLUSION	159
RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	160
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	161
RESUMES	

Liste des abréviations

ALAT	Alanine Amino Transférase	Prd	Période
ANOVA	Analyse de variance	PT	Protéines totales
ASAT	Aspartate Amino Transférase	r	coefficient de corrélation
CB	Cellulose brute	RIA	Radioimmunoassay
CI	Capacité d'ingestion	SD	Ecart type
CLIA	Chemiluminescent Immunoassays	SEM	Standard Error of Mean
DMO	Digestibilité de la matière organique	TG	Triglycerides
DMS	Digestibilité de la matière sèche	UEM	Unité encombrement Mouton
E2	Œstradiol 17-β	UF	Unité fourra gère
EB	Effet bélier	UI	Unité Internationale
EC	Etat corporel	vs	Versus
eCG	equin chorionic gonadotropin		
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay		
FGA	Acétate de fluorogestone		
FSH	Follicle stimulating hormone		
g/j	Gramme par jour		
GnRH	gonadotrophine-releasing hormone		
GMQ	Gain moyen quotidien		
IA	Insémination artificielle		
J	jour		
JC	Jours courts		
JL	Jours longs		
kg	kilogramme		
LH	Luteinizing Hormone		
MAD	matière azotée digestible		
MAP	acétate de Medroxyprogestérone		
MAT	matière azotée totale		
ml	millilitre		
MM	matière minérale		
MO	matière organique		
MOD	matière organique digestible		
MOND	matière organique non digestible		
MS	matière sèche		
NEC	Note d'état corporel		
ng/ml	nanogramme/millilitre		
OD	Ouled Djellal		
PAL	Phosphatase alcaline		
PDI	Protéines digestibles dans l'intestin		
PDIN	Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote		
PDIE	Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie		
Pg/ml	picogramme/millilitre		
PGF2α	prostanglandine F2 alpha		
PMSG	Pregnant mare serum gonadotropin		
POD	Peroxydase		
P4	Progesterone		

Liste des figures

Figure 1	Représentation schématique de la réponse à l'effet mâle chez la brebis	16
Figure 2	Hypothèses concernant les caractéristiques et les implications de l'introduction de béliers chez les brebis cycliques durant la saison de reproduction	18
Figure 3	Effets de l'environnement et de la nutrition sur la reproduction chez les petits ruminants	32
Figure 4	Modèle simplifié des influences métaboliques sur la reproduction chez les ruminants femelles adultes	33
Figure 5	Représentation schématique de l'effet statique et l'effet immédiat de la nutrition sur l'activité ovarienne	34
Figure 6	Effets du bilan énergétique négatif et de l'environnement sur la reproduction chez ruminants	39
Figure 7	Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (Biskra)	57
Figure 8	Evolution de la progestéronémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	76
Figure 9	Evolution de l'œstradiolémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	82
Figure 10	Evolution de la glycémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	87
Figure 11	Evolution de la cholestérolémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	93
Figure 12	Evolution de la triglycéridémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	97
Figure 13	Evolution de la protéinémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	100
Figure 14	Evolution de l'albuminémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	104
Figure 15	Evolution de la globulinémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride	107
Figure 16	Evolution de l'urémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride	110
Figure 17	Evolution de la créatininémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride	115
Figure 18	Evolution des concentrations sériques en ASAT chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride	119
Figure 19	Evolution des concentrations sériques en ALAT chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.	121

Figure 20	Evolution des concentrations sériques en phosphatase alcaline chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride	124
Figure 21	Evolution du poids des agneaux en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride	143
Figure 22	Evolution du poids des agneaux en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride	147
Figure 23	Gains moyens quotidiens (Naissance-30 j ; 30-60 j ; 60-90 j) en fonction du mode de naissance en régions aride et semi-aride	150
Figure 24	Gains moyen quotidiens (Naissance-30 j ; 30-60 j ; 60-90 j) en fonction du sexe en régions aride et semi-aride	153

Liste des tableaux

Tableau 1	Besoins d'entretien et capacité d'ingestion des brebis adultes (tarées ou en début de gestation)	4
Tableau 2	Apports alimentaires recommandés en fin de gestation selon le poids des brebis et l'importance de la portée : conséquence sur la capacité d'ingestion	5
Tableau 3	Notes d'état corporel recommandées à différentes phases du cycle de la production de la brebis	7
Tableau 4	Les performances de reproduction de la brebis Ouled Djellal	21
Tableau 5	Données climatiques de la région d'Ain M'lila	56
Tableau 6	Données climatiques de la région de Biskra	57
Tableau 7	Plan d'affouragement et conduite d'élevage des brebis à la ferme expérimentale ITELV d'Ain M'lila	59
Tableau 8	Composition chimique (moyenne \pm SD) des aliments distribués (% de MS) en régions aride et semi-aride	66
Tableau 9	Résultats de la digestibilité enzymatique et de la valeur nutritive des aliments distribués en régions semi-aride et aride	68
Tableau 10	Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région semi-aride en période de lutte et début de gestation	69
Tableau 11	Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région aride en période de lutte et début de gestation	69
Tableau 12	Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région semi-aride en fin de gestation	70
Tableau 13	Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région aride en fin de gestation	71
Tableau 14	Effets de la zone, la période du prélèvement, la taille de la portée et leurs interactions sur les hormones stéroïdiennes P4, E2	75
Tableau 15	Progestéronémie (ng/ml) (moyenne \pm SEM) chez les brebis OD au cours de différents stades de reproduction dans les régions semi-aride et aride	76
Tableau 16	Œstradiolémie (pg/ml) (moyenne \pm SEM) chez les brebis OD au cours de différents stades de reproduction dans les régions semi-aride et aride	82
Tableau 17	Effets de la zone, la période du prélèvement, la taille de la portée et leurs interactions sur les paramètres biochimiques	86
Tableau 18	Variations de la glycémie (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	86
Tableau 19	Variations de la cholestérolémie (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en région aride et semi-aride	92
Tableau 20	Variations de la triglycéridémie (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	97
Tableau 21	Variations des concentrations sériques en protéines totales (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	100
Tableau 22	Variations des concentrations sériques en albumine (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en région aride et semi-aride	103
Tableau 23	Variations des concentrations sériques en globulines (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en région aride et semi-aride	107

Tableau 24	Variations des concentrations sériques en urémie (g/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	109
Tableau 25	Variations des concentrations sériques en créatinine (mg/l) (Moyenne ±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	114
Tableau 26	Variations des concentrations sériques en ASAT (UI/l) (Moyenne ± SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	118
Tableau 27	Variations des concentrations sériques en ALAT (UI/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	121
Tableau 28	Variations des concentrations sériques de la phosphatase alcaline (UI/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride	124
Tableau 29 (a, b, c, d)	Les analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres sanguins étudiés en région semi-aride (ITELV) a. Toutes les brebis ; b. Brebis à portée simple ; c. Brebis à portée double ; d. brebis non gestantes	127 128
Tableau 30 (a, b, c, d)	Les analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres sanguins étudiés en région aride (OD) a. Toutes les brebis ; b. Brebis à portée simple ; c. Brebis à portée double ; d. brebis non gestantes	129 130
Tableau 31	Répartition des effectifs et agnelages	131
Tableau 32	Paramètres de la reproduction	132
Tableau 33	Analyse comparative entre les lots expérimentaux et le reste du troupeau	132
Tableau 34	Poids moyens (kg) des agneaux (moyenne ± écart-type) en fonction de l'âge et de la taille de portée en régions aride et semi-aride	143
Tableau 35	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge– taille de portée"	143
Tableau 36	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge - région"	143
Tableau 37	Poids moyens (kg) des agneaux (moyenne ± écart-type) en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride	147
Tableau 38	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge– sexe"	148
Tableau 39	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge– région"	148
Tableau 40	Variations des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge et de la taille de la portée en régions aride et semi-aride (moyenne± écart type)	149
Tableau 41	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge–taille de portée"	150
Tableau 42	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge– région"	150
Tableau 43	Variations des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride	153
Tableau 44	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge type– sexe"	153
Tableau 45	Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge type– région"	154
Tableau 46	Corrélations entre le poids de naissance des agneaux et les hormones (P4, E2) et les paramètres biochimiques à différentes périodes en régions semi-aride et aride	156

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La production ovine représente une activité économique majeure dans les régions arides et semi-arides du monde. En Algérie, l'élevage ovin est passé de 17,5 à 26,6 millions de têtes, avec une augmentation annuelle moyenne de 4,4% sur une période de 10 ans de 2003-2013 (MADR, 2014). 80 % de ce cheptel se trouve concentré dans la steppe et conduit en système extensif et semi-extensif. Toutefois, malgré cette évolution numérique, le cheptel ovin algérien n'arrive pas à couvrir les besoins en viande rouge d'une population en constante croissance. L'état a de plus en plus recouru à l'importation des viandes pour combler ce déficit (Dekhili et Aggoun, 2007) .

Le problème principal qui freine le développement du secteur ovin en Algérie réside dans la faible productivité des troupeaux. En effet, la rentabilité d'un élevage, est jugée par sa productivité, qui est étroitement dépendante de ses performances de reproduction. Toutefois, cette productivité varie considérablement d'une région à l'autre en fonction des races, des systèmes d'élevage, des modalités de conduite des troupeaux et de l'environnement agro-climatique et socio-économique. Ainsi, l'élevage ovin des régions arides et semi-arides est confronté à de grandes fluctuations dans l'offre pastorale. Les brebis sont généralement alimentées à base de pâturage saisonnier dont la disponibilité et la qualité sont assez variables selon les années et ne permettent pas toujours la couverture de leurs besoins notamment en fin de gestation et en début de lactation. A cela s'ajoute la conduite de reproduction qui n'est pas clairement définie et les agnelages sont étalés sur toute l'année (Chemmam et al., 2009 ; Benyounes et al., 2013).

La reproduction est un facteur majeur contribuant à l'efficacité des productions de viande et de lait. L'augmentation de production doit passer nécessairement par l'amélioration des paramètres de reproduction. L'évaluation des taux de progestérone (P4) et d'œstradiol 17- β (E2) aux différents stades physiologiques permet de déterminer le statut reproductif et la fertilité des femelles. Le profil métabolique sanguin quant à lui, exerce une influence directe sur les performances de reproduction des animaux. De plus, la gestation et la lactation sont des périodes physiologiques critiques du cycle reproductif. Le stress métabolique active des mécanismes d'adaptation dont l'objectif est de maintenir l'homéostasie de la mère par déviation des nutriments vers le fœtus, puis vers la glande mammaire pour la synthèse du lait. Le nombre de fœtus joue aussi un rôle important dans le maintien de cette homéostasie chez la brebis, particulièrement durant le dernier tiers de gestation car les fœtus gagnent plus de la moitié de leur poids de naissance à cette période. Par conséquent, la détermination des changements métaboliques chez la brebis aux différents stades reproductifs permet l'identification et la

prévision de certains troubles métaboliques, telles que la toxémie de gestation et la stéatose hépatique (Seidel et al., 2006 ; Balikci et al., 2007 ; Taghipour et al., 2010 ; Talebi et al., 2012).

Des recherches concernant la brebis Ouled Djellal (OD) menées par Chemmam et al. 2009 ; Safsaf et al., 2012, 2014; Deghnouche et al., 2013; Boudebza et al., 2015 ; Titaouine et Meziane, 2016 ; Djaalab , 2017 ; Adnane et al., 2018 et autres, ont porté sur les essais de synchronisation et sur la détermination de certains paramètres de la reproduction liés aux profils endocrinien et biochimique sanguins à différents stades physiologiques, sous divers régimes alimentaires et conditions environnementales. Ces travaux rapportent que la productivité dépend de plusieurs facteurs tels que la saison de lutte, le mode d'induction et de synchronisation des chaleurs, la condition corporelle, les pertes de gestations et des mortalités des agneaux à la naissance ou avant le sevrage. Il devient donc indispensable de recourir à une gestion plus rationnelle de la conduite d'élevage dans les conditions steppiques afin d'augmenter la production en viande rouge. Ceci doit passer par une meilleure maîtrise des paramètres de la reproduction des brebis et par une amélioration de la viabilité et de la croissance des agneaux, d'où la nécessité d'une meilleure connaissance des paramètres hormonaux et métaboliques en fonction des facteurs de variation liés à l'environnement.

Le présent travail est une contribution à l'évaluation de divers paramètres zootechniques, métaboliques et hormonaux en vue de l'élaboration d'une stratégie de promotion de la productivité de cette population ovine. Pour y parvenir, on s'est fixé à atteindre les objectifs suivants :

1. Etudier les rations distribuées.
2. Déterminer le profil hormonal par dosage des hormones sexuelles circulantes d'origine ovarienne (Progesterone- œstradiol 17- β).
3. Caractériser le profil biochimique révélateur de l'état nutritionnel des animaux (glycémie, cholestérol, triglycérides, protéines totales, albumine, urée, créatinine, les enzymes hépatiques...)
4. Etudier les relations entre l'état corporel des animaux et le profil biochimique et hormonal, aux différents stades physiologiques
5. Rechercher l'interférence entre certains facteurs comme la zone d'élevage, l'état physiologique, la taille de la portée sur les profils biochimique et hormonal sanguins.
6. Evaluer les performances de reproduction
7. Etudier les performances de croissance des agneaux.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. CONDUITE DE L'ALIMENTATION ET GESTION DE LA REPRODUCTION

I.1. La conduite alimentaire

I.1.1. Besoins et apports alimentaires recommandés des brebis

La performance productive des exploitations dépend étroitement du statut métabolique adéquat des animaux. Au cours d'un cycle de production (gestation, lactation, repos), le poids vif et l'état corporel des brebis varient fortement en fonction du bilan nutritionnel. Lorsque les apports sont supérieurs aux besoins, les animaux gagnent du poids et constituent des réserves corporelles énergétiques sous forme de lipides. A l'inverse, lorsque le bilan est négatif, les brebis mobilisent leurs réserves corporelles pour compenser le déficit et perdent du poids (Hassoun et Bocquier, 2007). Ainsi, les brebis ayant une faible NEC présentent des performances reproductives inférieures à celles ayant une NEC élevée (Kenyon et al., 2014). Par conséquent, les recommandations intègrent le rôle des réserves corporelles accumulées lorsque les besoins sont relativement faibles (durant la phase de repos et la gestation) et peuvent être mobilisées principalement au cours des deux premiers mois de la lactation (Hassoun et Bocquier, 2007). Ainsi, pour une efficacité maximale, la nutrition de l'animal doit correspondre précisément à chaque stade du processus de reproduction (Blache et Martin, 2009).

I.1.1.1. Besoins des brebis tarries ou mises à la lutte

A ce stade du cycle de production, les besoins de la brebis dépendent surtout de son poids vif et de la nécessité ou non de reconstituer les réserves corporelles dont elle aura besoin à la fin de la gestation et surtout au début de la lactation (Bocquier et al., 1988). La brebis tarie a des besoins faibles par rapport à sa capacité d'ingestion (Hassoun et Bocquier, 2007). C'est donc la période la plus favorable pour permettre la reconstitution progressive des réserves corporelles. Si le poids de la brebis est insuffisant ou la NEC inférieure à 3,5, un flushing permet d'améliorer les résultats de la lutte. Il consiste en une suralimentation énergétique temporaire (plus de 20 à 30% des besoins d'entretien) pendant 2 à 3 semaines avant la saillie et les 3 premières semaines de gestation. Cette pratique permet d'améliorer surtout la prolificité et, dans une moindre mesure, la fertilité moyenne du troupeau (Scaramuzzi et al., 2006; Hassoun et Bocquier, 2007). Durant la période de préparation à la lutte, pendant la lutte et au cours du premier mois de gestation, il faut éviter les variations brutales de l'alimentation car elles

risquent de perturber l'apparition des chaleurs des brebis et d'accroître la mortalité embryonnaire (Bocquier et al., 1988).

Tableau 1 : Besoins d'entretien et capacité d'ingestion des brebis adultes (tarées ou en début de gestation) (Hassoun et Bocquier, 2007).

Age	Poids vif (Kg)	Besoins d'entretien				Capacité d'ingestion (UEM)		
		UFL (/j)	PDI (g/j)	Ca _{abs} (g/j)	P _{abs} (g/j)	Note d'état des brebis		
						2à 2,5	3à 3,5	3,5à 4,5
Adultes	40	0,52	40	0,8	1,0	1,4	1,3	1,2
	50	0,62	47	1,0	1,3	1,7	1,5	1,4
	60	0,71	54	1,2	1,6	2,2	1,7	1,6
	70	0,80	61	1,4	1,8	2,0	2,0	1,8
	80	0,88	67	1,6	2,1	2,4	2,2	2,0

I.1.1.2. Besoins des brebis en gestation

Au cours des trois premiers mois de gestation, les besoins n'augmentent pas considérablement par rapport à ceux d'une brebis en entretien vu la faible croissance du (ou des) fœtus. Mais il est recommandé, à cette période, d'alimenter les brebis au-dessus du strict besoin énergétique d'entretien. Cet excédent d'énergie permettra de poursuivre la reconstitution des réserves corporelles et assurera une marge de sécurité aux brebis les plus prolifiques (Hassoun et Bocquier, 2007). Toutefois, la fin de la gestation est une période délicate du cycle reproductif. Les besoins énergétiques s'accroissent de 150% ou 200% pour de la brebis à portée simple ou double (Cal-Pereyra et al., 2012), car près de 80% de la croissance fœtale a lieu durant cette période. Cependant, l'exportation énergétique massive vers l'utérus, est associée à une capacité d'ingestion diminuée par réduction de la capacité ruminale consécutive à l'augmentation du volume utérin (Andrews, 1997; Xue et al., 2018). La brebis, face à une balance énergétique négative doit mobiliser ses réserves corporelles (Gao et al., 2008; Xue et al., 2018). Une sous nutrition sévère entraîne une réduction du poids à la naissance des agneaux et une toxémie de gestation. La proportion d'aliment concentré doit alors augmenter pour que la ration satisfasse les recommandations alimentaires (Hassoun et Bocquier, 2007). Cette complémentation avec un aliment peu encombrant et surtout riche en énergie en fin de gestation est dite steaming-up.

Tableau 2 : Apports alimentaires recommandés en fin de gestation selon le poids des brebis et l'importance de la portée : conséquence sur la capacité d'ingestion (Hassoun et Bocquier, 2007)

Poids de la brebis (kg)	Poids de la portée (kg) (et taille)	Périodes (semaines avant l'agnelage)					Capacité d'ingestion UEM
		-4 et -3				-6 à -1	
		UFL /j	PDI g/j	Ca g/j	P g/j		
55	4 (1)	0,84	93	6,9	3,5	1,29	
	5 (2)	0,89	103	7,7	3,7	1,16	
	7 (2)	0,97	113	9,1	4,1	1,29	
60	5(2)	0,93	107	7,9	4,0	1,26	
	6(2)	0,97	112	8,6	4,2	1,32	
	7(2)	1,02	117	9,3	4,4	1,40	
	8(2)	1,07	122	10,0	4,6	1,45	
70	5(1)	1,22	129	11,1	5,2	1,64	
	7(2)	1,37	150	13,8	5,8	1,58	
	9(2)	1,50	172	16,5	6,5	1,71	
	11(3)	1,63	188	19,1	7,1	1,65	

UEM : unité encombrement mouton

I.1.1.3. Besoins des brebis allaitantes

Chez les femelles en lactation, il existe des adaptations homéorhétiques en début de lactation qui conduisent physiologiquement à un bilan énergétique négatif. La capacité d'ingestion ne suit pas forcément la courbe de lactation et les besoins très élevés de la brebis. La mobilisation des réserves apparaît mais sans risque de troubles métaboliques contrairement à la fin de gestation. Les besoins de la brebis varient selon son niveau de production (0,9 à 3 litres) et la composition de son lait (70g de matière grasse et 48g de protéines par litre). Ces deux paramètres étant très difficiles à mesurer, on doit les estimer à partir de la croissance de la portée au cours du premier mois ou entre 10 et 30 jours (gain 10-30), période pendant laquelle le lait constitue le seul aliment des agneaux (Bocquier et al., 1988 ; Hassoun et Bocquier, 2007).

Les plus grandes mobilisations de réserves ont lieu pendant la première phase de lactation (70% pendant les 6 premières semaines de lactation contre 50% pendant la gestation). En effet, les quantités de lipides mobilisées par la brebis en début de lactation peuvent atteindre

400 g/j et dépasser au total 13 kg, ou 75 % des lipides initiaux. La lipomobilisation est en partie liée à l'exportation d'énergie dans le lait chez les animaux insuffisamment nourris, elle contribue pour 80% à la couverture du déficit énergétique et pour 25 à 75% à l'énergie nécessaire à la production laitière (Chilliard, 1987). Selon Jarrige (1988), une perte de poids de 100 g correspond à la couverture de 0, 25 UFL. Il faut veiller, cependant, à couvrir les besoins protéiques correspondant à la production de lait afin d'atteindre les objectifs de croissance des agneaux par apport de nutriments protéiques (riches en PDIA) pour compenser les apports énergétiques d'origine métabolique (Hassoun et Bocquier, 2007). Par ailleurs, la mobilisation des graisses est fortement liée au nombre d'agneaux allaités ou au niveau de production laitière, au niveau alimentaire et à l'état d'engraissement initial des brebis, ainsi qu'à la saison (Chilliard, 1987).

Selon Tisch (2005), 70% de la production laitière totale est atteint dans les 8 premières semaines avec un pic de sécrétion 2 à 4 semaines après agnelage. Après 8 semaines, les besoins nutritifs de la brebis pour la lactation seront minimes. De plus, les brebis allaitant deux agneaux produiront 20 à 50% de lait plus que celles allaitant un seul agneau.

I.1.2. Notation de l'état corporel des brebis

Compte tenu du type génétique des animaux et du mode d'élevage, l'état des réserves corporelles des brebis, est un élément important qui permet de suivre et d'adapter la conduite du troupeau pour en optimiser les performances : rationnement, allotement en fonction de l'état corporel, traitements antiparasitaires.... (Calavas et al., 1998). En effet, les réserves corporelles jouent un rôle important dans le métabolisme de la brebis en production puisqu'elles amortissent les changements occasionnés suite à un apport alimentaire déficitaire. Le niveau de production est tributaire des phases de déplétion et de réplétion des réserves corporelles qui sont essentiellement de nature lipidique et dépendent fortement de l'énergie dans la ration (El Fadili et Lakhsassi, 2016). La notation de l'état corporel est un meilleur indicateur des réserves corporelles individuelles que le poids vif des animaux. Chez les ovins, elle se fait par la palpation de la zone lombaire et plus précisément des masses graisseuses et musculaires situées entre les processus épineux et transverses des vertèbres lombaires (Kenyon et al., 2014).

Une notation subjective permet d'évaluer le statut nutritionnel des brebis (Atti et al., 2001, Caldeira et al., 2007a), d'apprécier les réserves disponibles pouvant assurer leurs besoins, et aussi de connaître l'orientation du métabolisme par suivi de l'évolution de l'état corporel (Abdel- Mageed, 2009). Elle permet ainsi d'établir des stratégies alimentaires avec des

recommandations pratiques basées sur des notes seuil relatives à chaque phase du cycle de production de la brebis (Bocquier et al., 1988)

Tableau 3 : Notes d'état corporel recommandées à différentes phases du cycle de production de la brebis (Bocquier et al., 1988)

Stade physiologique de la brebis	Note moyenne recommandée (0 à 5)	Observation
Lutte	3 à 3,5	Flushing efficace si la note est comprise entre 2,5 à 3,0
90j de Gestation	3 à 3,5	Eventuellement 2,5 pour les troupeaux à très faible prolificité. En cas de note inférieure à 3,0 accroître de 10% les apports recommandés en fin de la gestation.
Agnelage	3,5	Note à atteindre impérativement pour les brebis prolifiques.
42j de lactation	2,5 à 3,5	Ne pas descendre en dessous de 2 et ne jamais dépasser une variation de plus de 1 point en 42j.
Sevrage	2 à 2,5	Ne jamais poursuivre la sous-alimentation énergétique au-delà de 8 semaines de lactation

I.1.3. Les recommandations de la note d'état corporel des brebis

La condition corporelle au moment de la lutte et de l'agnelage peut affecter les performances des brebis et des agneaux et la productivité du troupeau. Ainsi, Bocquier et al. (1988) et Merrell (1990) ont souligné que les brebis devraient être notées 6 à 8 semaines avant le début de la reproduction, afin de prendre les mesures appropriées pour avoir un maximum de femelles avec une condition optimale au moment de la lutte. Dans leur étude, Rhind et al. (1984) ont rapporté une augmentation de la mortalité embryonnaire et une diminution des performances reproductives chez les brebis ayant une NEC supérieure à 4. Alors que McNeilly et al. (1987) ont décrit un développement folliculaire ovarien réduit chez les brebis à faible EC, contrairement aux brebis à EC élevé qui ont plus de gros follicules ovariens et œstrogéniques (McNeilly et al., 1987; Rhind et al., 1993). L'état corporel influencerait sur le taux d'ovulation en modifiant la concentration sanguine de FSH, qui agirait à son tour sur le nombre de follicules potentiellement ovulatoires dépassant 4 mm (McNeilly et al., 1987). Ainsi, les faibles concentrations d'œstradiol au cours de la phase folliculaire, diminuent les rétroactions négatives au niveau de l'hypothalamus et de l'hypophyse, ce qui conduit à des concentrations plus élevées de FSH circulante (Vinoles et al., 2005). Toutefois, Rhind et al. (1989) n'ont trouvé aucun effet significatif de l'état corporel des brebis sur le taux d'ovulation ou la perte en ovules. Alors que,

Viñoles et al. (2010) ont signalé que les concentrations élevées en hormones métaboliques chez les brebis grasses étaient associées au développement de plus d'ondes folliculaires.

D'autre part, selon Atti et Abdennebi (1995) et Kenyon et al. (2009), la NEC à la lutte affecte significativement les poids de naissance et de sevrage des agneaux. De plus, Atti et al. (2001), Madani et al. (2009) et Slavova et al. (2015) ont trouvé une influence significative du poids vif et de la note d'état corporel au début de la lutte sur la fertilité des brebis. Cependant, Chemmam et al. (2003) ont confirmé dans leur étude chez la brebis OD l'avantage de la variable NEC sur le poids vif pour la prédiction de l'état des réserves énergétiques de la brebis reproductrice et par conséquent, la stratégie d'alimentation et de complémentation. Dans ce contexte, Abdel-Mageed (2009) recommande un score corporel modéré (2,5 ou 3) des brebis à la lutte afin d'optimiser la rentabilité du troupeau. Alors que Sejian et al. (2009) proposent un état corporel de 3-3,5 pour de meilleurs taux reproductifs. De plus, Abdel-Mageed (2009) ainsi que Vinales et al. (2010) et Abo El-Maaty (2011) ont rapporté un effet significatif de la condition corporelle des brebis sur la taille des follicules ovariens, le taux d'ovulation et la taille de portée.

Dans leur étude sur les brebis Afshari et Sanjabi respectivement, Aliyari et al. (2012) et Jalilian et Moeini (2013) ont révélé que la NEC avant la lutte avait un effet significatif sur le nombre d'agneaux nés ($p < 0,05$). Ils ont enregistré des performances reproductives et des poids moyens à la naissance meilleurs avec une NEC de 3, et des taux d'agnelage plus faibles chez les brebis ayant une NEC $> 3,5$. En plus, les brebis à NEC de 2 et 2,5 avaient des cycles œstraux plus courts et irréguliers comparativement aux cycles normaux observés chez les brebis avec une NEC = 3. Ainsi, l'influence de la cinétique d'état corporel avant, pendant et après la lutte s'exerce sur le taux d'ovulation, la mortalité embryonnaire, et donc la fertilité et la prolificité. Par ailleurs, Boudebza (2015) a constaté que la NEC varie significativement en fonction des stades physiologiques et de la parité, et que les brebis ayant eu une portée double avaient un état corporel significativement supérieur ($p < 0,02$) en période de lutte. L'auteur a conclu qu'une NEC ≥ 3 en période de lutte pourrait améliorer significativement la fertilité et la prolificité des brebis Ouled Djellal. Le même constat a été partagé par Taherti et Kaidi (2017) qui ont obtenu des taux de fertilité de 100 % et de prolificité de 130 %, avec une NEC ≥ 3 à la mise à la lutte contre respectivement 76 % et 100 % pour une condition corporelle inférieure à 3 : la fertilité et la prolificité s'amélioreraient à mesure que la NEC à la mise à la lutte augmentait.

D'autre part, on a observé que les brebis ayant porté un seul agneau ont présenté à la mise bas un poids vif plus élevé que celles ayant porté 2 ou 3 agneaux, mais, la note d'état

corporel n'a pas été influencée de façon significative par le nombre (ou le poids) d'agneaux portés pendant la gestation (Sebastian et al., 1989). Cependant, Chemmam et al. (2003) ont souligné que le nombre d'agneaux par mise bas n'influe pas sur l'évolution du poids vif et de la note de condition corporelle. Pour Abdel-Mageed (2009) et Aliyari et al. (2012) la note corporelle n'a pas d'effet sur la taille de portée par brebis. Au contraire, Farzin et al. (2018) ont confirmé l'effet significatif de l'état de chair sur la taille de la portée et sur le poids des agneaux de la naissance jusqu'au sevrage. Un taux de gestation gémellaire trois fois plus élevé a été noté avec une note corporelle de 3 et plus.

I.2. Maîtrise de la reproduction et synchronisation des chaleurs chez la brebis

L'induction et la synchronisation de l'œstrus et de l'ovulation, que ce soit pour la reproduction naturelle ou l'insémination artificielle, ont été largement utilisées pour améliorer l'efficacité de la reproduction. Ces méthodes permettant la manipulation des cycles sexuels des brebis offrent de nombreux avantages :

- Synchronisation des naissances sur une courte durée, pour permettre une meilleure gestion (réduire la mortalité par surveillance des mise-bas, meilleure prise en charge, organisation plus adaptée en lots)
- Réduction des périodes improductives (puberté, anœstrus saisonnier, anœstrus post-partum).
- Programmation des agnelages à des périodes plus adéquates de l'année pour s'adapter aux variations saisonnières et à la demande publique.
- Optimisation de l'utilisation de l'insémination artificielle (IA, éventuellement le transfert embryonnaire), et l'amélioration génétique du troupeau (Henderson et Robinson, 2007 ; Dardente et al., 2016).

Toutefois, des différences liées à la race peuvent exister dans la réponse aux traitements de synchronisation de l'œstrus (Boscos et al., 2002).

I.2.1. Méthodes hormonales

La synchronisation des chaleurs des brebis peut être obtenue en prolongeant le cycle avec de la progestérone exogène ou ses analogues, soit en réduisant la durée de la phase lutéale du cycle œstral par la prostaglandine et ses analogues, ou en modifiant la perception de la photopériode et le rythme annuel de reproduction avec la mélatonine (Abecia et al., 2012).

I.2.1.1. Les progestagènes

Les techniciens et les éleveurs préfèrent les protocoles à base de progestatifs pour gérer la reproduction des troupeaux, en dépit des risques potentiels de contamination de l'environnement et des tissus par les résidus de progestagènes, et des risques liés à l'utilisation d'eCG ou à l'ajout d'antibiotiques pour éviter les vaginites (Gonzalez-Bulnes et al., 2005; Viñoles et al., 2011 ; Fierro et al., 2016). La technique hormonale usuelle de synchronisation de l'œstrus chez les brebis est l'utilisation de progestérone ou de progestagènes synthétiques tels que l'acétate de fluorogestone (FGA) ou l'acétate de médroxyprogestérone (MAP). L'administration de cette hormone est réalisée par voie intra vaginale en utilisant des dispositifs en silicone (comme le CIDR) ou en polyuréthane (éponges) (Boscos et al., 2002) placés pendant 12 à 14 jours, associés le plus souvent à une dose d'eCG (hormone Equine Chorionic Gonatrophin) à la fin du traitement (Ungerfeld et Rubianes, 2002). La technique repose sur le rôle inhibiteur des progestatifs sur l'axe hypothalamus-hypophyse, agissant comme un corps jaune exogène. Elle peut être utilisée durant la saison sexuelle comme en anœstrus (Vasques et al., 2006).

Chez les petits ruminants, l'insertion d'un dispositif intravaginal contenant 0,3g de progestérone entraîne une augmentation rapide des concentrations sanguines de cette hormone (> 5 ng/ml) pendant environ 4-5 jours de traitement (Menchaca et Rubianes, 2004), ces teneurs sont similaires à celles observées au milieu et en fin de la phase lutéale. Cependant, après 6 ou 7 jours de traitement, les progestéronémies diminuent à des niveaux sublutéaux (<2 ng/ml), suffisants pour bloquer l'ovulation mais prédisposent à la persistance du follicule dominant. Si le dispositif intra vaginal est maintenu pendant 12 ou 14 jours, les conditions néfastes des faibles niveaux de progestérone décrites ci-dessus sont présentes pendant une période excessive, ce qui affecte la fertilité (Menchaca et al., 2017). Afin d'éviter cette situation, et avec la meilleure compréhension de la dynamique folliculaire chez les ovins et les caprins, des "protocoles à court terme" pour IA en temps fixe FTAI, ont été mis en application. Ils consistent en un traitement à la progestérone de seulement 5 à 7 jours associé à une dose de 200 à 400 UI d'eCG pour induire l'ovulation et à une dose lutéolytique de PGF2 α au retrait du dispositif (Menchaca et Rubianes, 2004 ; Menchaca et al., 2017). Récemment, Uriol et al. (2018) ont prouvé qu'une synchronisation de 5 jours au dispositif CIDR sans administration d'eCG est aussi efficace qu'un protocole CIDR classique de 14 jours avec eCG au retrait, pour induire un comportement œstral, une décharge LH pré-ovulatoire ainsi qu'une ovulation chez les brebis. Toutefois, on a rapporté dans la littérature de grandes différences dans l'intervalle entre la fin du traitement à

la progestérone et l'apparition de l'œstrus et du pic LH. Plusieurs facteurs peuvent y intervenir à savoir la race, la saison (Ungerfeld et al., 2005, Santos et al., 2011), le dispositif intra vaginal employé (Santos et al., 2011), la présence du male (Ungerfeld et al., 2005 ; Moeini et al., 2007), l'état corporel et le système de gestion (Yadi et al., 2011), la latitude (Timurkan et Yildiz, 2005) et la durée du traitement à la progestérone (Ungerfeld et al., 2003, Menchaca et Rubianes, 2004).

La dose de progestérone contenue dans les éponges vaginales ne semble pas avoir un rôle important dans la synchronisation des brebis, en particulier lors des périodes d'anœstrus saisonnier. Ainsi, Ungerfeld et al. (2003) ont étudié, dans une première expérimentation, l'effet de la durée de traitement par des éponges vaginales à MAP (Acétate de medroxyprogestérone) (6, 9 et 13 jours), et dans une deuxième expérimentation, l'effet de la dose de MAP (20, 40 ou 60 mg pendant 6 jours). Aucune différence significative dans l'apparition de l'œstrus ni dans la fertilité des brebis Corriedale n'a été signalée. De leur part, Letelier et al. (2009) n'ont pas observé de différence liée à la dose d'Acétate de Fluorogestone FGA (20 ou 40 mg) employée sur le développement des follicules ovariens, la sécrétion d'œstradiol, l'ovulation et la fonction lutéale subséquente. Certains résultats montrent que les femelles ayant reçu de la progestérone synthétique ont eu un comportement œstral beaucoup plus tardif que celles ayant reçu de la progestérone naturelle (Menegatos et al., 2003). Par ailleurs, le type d'éponge MAP ou FGA n'a pas d'incidence sur la fertilité ni sur la prolificité de la brebis OD (Moumene et al., 2014) en accord avec les résultats obtenus par plusieurs auteurs chez des brebis de races très différentes, comme les races Greyface, Halfbred ou croisement de Suffolk (O'Doherty et Crosby, 1990), Corriedale (Romano et al., 1996), Polwarth et Polwarth x Ile de France (Ungerfeld et Rubianes, 2002) ou Awassi (Abdullah et al., 2002). Toutefois, les protocoles de synchronisation à base de progestagènes, comparés aux prostaglandines, induisent des follicules pré-ovulatoires de qualité médiocre, conduisant à une fonction lutéale altérée, à des taux de fertilité plus faibles et à une altération du développement embryonnaire (Gonzalez-Bulnes et al., 2005). Cependant, l'utilisation de ces protocoles chez des brebis qui n'ont pas réussi à concevoir pourrait augmenter la fertilité et la possibilité d'une gestation. En outre, ces méthodes permettent d'obtenir des taux d'œstrus et d'ovulation élevés en peu de temps (Dursun, 2019).

Selon Moumene et al. (2014) la brebis Ouled-Djellal, faiblement prolifique, répond de façon variable aux différents traitements de synchronisation. En effet, le traitement (MAP + eCG400 UI) a permis d'améliorer le taux de prolificité à la première saillie, avec des écarts observés entre les exploitations expliqués par l'effet bélier, étant donné que l'état corporel des

brebis était relativement similaire. Selon Hawken et al. (2005) l'exposition permanente des femelles aux mâles a une influence négative sur le taux de prolificité par rapport à celles qui étaient isolées des mâles. Au contraire, le traitement (FGA + eCG 500 UI) n'a pas affecté la prolificité des brebis OD (Moumene et al., 2014). Ces auteurs ont conclu qu'un programme de synchronisation des chaleurs par l'utilisation de progestagènes combinés à l'eCG et associés à l'effet bélier améliore fortement les performances reproductives au printemps. Les doses de 400 UI d'eCG sont largement suffisantes pour obtenir d'excellents résultats.

I.2.1.2. Les prostaglandines (PGF 2α ou analogues)

L'emploi de PG pour la synchronisation de l'œstrus peut être appliqué toute l'année dans les pays tropicaux, mais reste limité à la saison de reproduction dans les pays tempérés en raison de l'effet lutéolytique de l'hormone (Fierro et al., 2013). En raison de sa métabolisation pulmonaire rapide, et sa non accumulation dans les tissus, la PG représente une meilleure alternative pour la gestion de la reproduction du troupeau que les éponges imprégnées de progestagènes (Fierro et al., 2016).

Divers protocoles basés sur l'emploi d'une injection unique ou double de PG ont été utilisés pour la synchronisation de l'œstrus dans les troupeaux ovins. Selon Risvanli et al. (2010), l'administration d'une dose unique de PGF 2α aux femelles cycliques permet l'apparition de l'œstrus chez 60-75% des brebis après 30-48 h. Lorsque la PG est administré à des stades aléatoires du cycle œstral, une régression lutéale se produit chez la plupart des brebis, entraînant l'œstrus et l'ovulation. Cependant, l'apparition de l'œstrus, le pic pré-ovulatoire de LH et le délai entre l'administration de PG et l'ovulation diffèrent d'une brebis à l'autre, en fonction du stade du cycle œstral de la femelle lors du traitement (Fierro et al., 2013). Les études échographiques ont montré que la variation de réponse aux traitements par PGF 2α dépend du statut ovarien spécifique de chaque brebis au moment de l'administration de PGF 2α (Vinoles et Rubianes, 1998). Si un follicule dominant en phase de croissance est présent lors de l'administration de PG, l'œstrus et l'ovulation se produisent rapidement. Cependant, si la lutéolyse est induite lorsque le plus grand follicule de la vague régresse, un nouveau follicule doit émerger et se développer, retardant ainsi l'œstrus et l'ovulation (Menchaca et al., 2004 ; Fierro et al., 2013). Lorsque la PG est administrée au milieu de la phase lutéale, les concentrations plasmatiques de P4 diminuent lentement pour atteindre des valeurs sublutéales. Par conséquent, le comportement œstral et l'ovulation sont retardés. Ainsi, en l'absence de référence du stade du cycle œstral au moment du traitement, et afin de synchroniser toutes les brebis, deux injections à au moins neuf jours d'intervalle sont nécessaires (Fierro et al., 2013).

Rubianes et al. (2003) ont rapporté chez la brebis qu'un corps jaune âgé de 3 jours était sensible à la PG et que l'ovulation se produit à un intervalle constant (60 h) quand une dose lutéolytique de PGF2 α est appliquée au début de la phase lutéale (3 jours après l'ovulation). Par conséquent, il serait préférable de raccourcir l'intervalle entre les deux doses de PGF2 α pour que la deuxième dose soit appliquée plus tôt dans le cycle œstral, c'est-à-dire lorsque le plus gros follicule de la première vague folliculaire est encore en phase de croissance, ce qui permet une ovulation à un moment plus prévisible (Menchaca et al., 2004).

Les protocoles à base de PGF2 α permettent une bonne synchronisation de l'œstrus et de l'ovulation. Cependant, des taux de fertilité relativement faibles ont été rapportés dans différentes conditions expérimentales chez des brebis (Menchaca et al., 2004 ; Vinales et al., 2011 ; Fierro et al., 2011, 2013). Ainsi, Fierro et al. (2011) ont démontré chez les brebis synchronisées avec une double injection de PGF2 α à 7 jours d'intervalle des performances reproductives plus faible associées à un profil de progestérone altéré qui déterminait un taux d'ovulation, une fertilité et une prolificité inférieurs à ceux d'un œstrus spontané . Dans une investigation antérieure, Menchaca et al. (2004) ont appliqué le même schéma thérapeutique précédent et ont obtenu de bons résultats concernant l'induction et la synchronisation des œstrus durant la saison de lutte (80% des brebis étaient en chaleurs entre 25 et 48 h après le traitement), mais la fertilité était faible.

Des essais pour améliorer ce protocole basés sur l'induction d'un pic de LH pour provoquer et synchroniser l'ovulation (par effet male ou par injection de GnRH), insémination artificielle par différentes voies (cervicale ou intra-utérine), diminution de la dose de PG ou augmentation de l'intervalle entre les injections de PG (7 et 8 jours) (Fierro et al., 2013) ont été utilisés, mais sans succès (Fierro et al., 2017) . Ainsi, Ungerfeld (2011) a associé le traitement aux PG (deux injections administrées à 10 jours d'intervalle) à l'effet bélier en saison sexuelle de reproduction. L'auteur a conclu que l'introduction de béliers vasectomisés en même temps que la deuxième injection de PG avait favorisé l'apparition de l'œstrus et augmenté le nombre de brebis répondants par rapport au lot ayant reçu le traitement par double injection de PG seulement. Pour réduire l'utilisation des hormones dans ces protocoles de synchronisation, l'introduction de béliers 13 jours après une seule injection de PG n'a pas donné de résultats satisfaisants comparativement au schéma thérapeutique à double injection de PG (Ungerfeld, 2011).

I.2.1.3. La mélatonine

L'administration de la mélatonine exogène modifie la perception photopériodique de l'animal (Chemineau et al., 1991, 1992, 2010). Elle a été largement employée pour faire avancer la saison de reproduction des races ovines très saisonnées (Abecia et al., 2008, 2011, 2019). Certaines études utilisant des brebis synchronisées ont montré que les traitements à la mélatonine pendant l'anœstrus n'améliorent pas le taux d'ovulation en modifiant le moment de l'émergence du follicule, mais augmentent le nombre de follicules ovulatoires en diminuant l'atrésie des moyens et gros follicules. La mélatonine réduit significativement le nombre des embryons non viables (Abecia et al., 2008). D'autre part, des taux de fertilité et de prolificité plus élevés ont été obtenus par des traitements de brebis à la mélatonine (Abecia et al. 2002 ; 2008 ; 2011 ; 2019). En effet, selon Abecia et al. (2011 ; 2019), l'élévation du nombre des brebis gravides et celui d'agneaux nés par brebis traitée à la mélatonine peut être expliquée par l'augmentation de la survie des embryons soit par amélioration de la fonction lutéale, par réduction des mécanismes antilutéolytiques ou par amélioration de la qualité des embryons. De leur part Mura et al. (2017) ont indiqué que le traitement à la mélatonine de brebis Sarda âgées de 3-6 ans avec une note d'état corporel de 2,5 à 4,0 au printemps améliore leur fertilité ($P < 0,05$). Les taux les plus élevés étant obtenus chez les brebis traitées aux mois d'avril et mai comparé aux mois de février et mars. De plus, l'intervalle entre l'introduction des béliers et l'agnelage a été plus court ($P < 0,05$) chez les brebis traitées à la mélatonine par rapport au lot témoin (Mura et al., 2017). Par ailleurs, on a rapporté que l'utilisation d'implants sous-cutanés de mélatonine augmenterait les taux sériques de progestérone chez les ovins (Abecia et al., 2002), de LH (Zarazaga et al., 2009), le nombre de corps jaunes et le taux de gestation des brebis (Zhang et al., 2013). Dans leur étude, Vazquez et al. (2010) attribuent la plus grande viabilité embryonnaire et les meilleurs taux de gestation chez les brebis traitées à la mélatonine pendant l'anœstrus saisonnier aux taux élevés de P4 au cinquième jour après l'œstrus malgré les différences des niveaux nutritionnels. Une restriction nutritionnelle n'a pas eu d'effet significatif sur la viabilité des embryons *in vivo* ; les effets bénéfiques de la mélatonine étaient relativement plus importants chez les brebis sous-alimentées. En plus d'augmenter la production de P4, la mélatonine exogène pourrait améliorer l'expression utérine des récepteurs P4 ou leur capacité de liaison, ce qui se traduirait chez les brebis sous-alimentées par une meilleure efficacité de reproduction pendant la période de l'anœstrus saisonnier (Vazquez et al., 2010).

Dans leur investigation chez la brebis OD et en étudiant plusieurs programmes de synchronisation des cycles, Moumene et al. (2014) ont avancé que les performances

reproductives des lots traités avec les implants de mélatonine ont été significativement plus faibles que celles des lots traités avec les progestagènes combinées à l'eCG. D'autre part, le traitement instauré précocement (fin février à début mars) associé à l'effet bélier, s'est révélé plus performant que celui mis en place tardivement dans l'exploitation avec l'effet bélier, et celui mis précocement et sans effet bélier. Ainsi, malgré les faibles taux de fertilité enregistrés par les traitements à base de mélatonine, ceux-ci ont permis de stimuler l'activité cyclique et de promouvoir les taux de fertilité pour les cycles suivants, donnant lieu à des mises bas plus étalées dans le temps avec un taux global de fertilité de 55 % pour le lot traité et 17,5 % pour le lot témoin. Cependant, aucun effet améliorateur sur la prolificité n'a été constaté. Ainsi, un traitement précoce aux implants de mélatonine associé à l'effet bélier donne des résultats comparables à ceux obtenus avec les progestagènes, et meilleurs qu'en période de forte activité sexuelle (avril à juin) (Moumene et al., 2014). Dans une étude récente, Song et al. (2019) ont démontré que le traitement à court terme à la mélatonine au cours de l'œstrus (injectée à 5 mg par voie sous-cutanée dans le cou 36 heures après le retrait des CIDR), augmente les niveaux sanguins de mélatonine, de l'œstradiol et de la LH, améliore la qualité des ovocytes, la qualité et la quantité des embryons et conduit à une augmentation du taux de gestation chez les brebis. De plus, les résultats d'Abecia et al. (2019) indiquent que le traitement à la mélatonine en automne améliore la qualité des embryons des brebis Rasa Aragonesa âgées ($10,3 \pm 0,3$ ans) après super-ovulation, et que cet effet n'est pas expliqué par une sensibilité différentielle de l'endomètre à la progestérone.

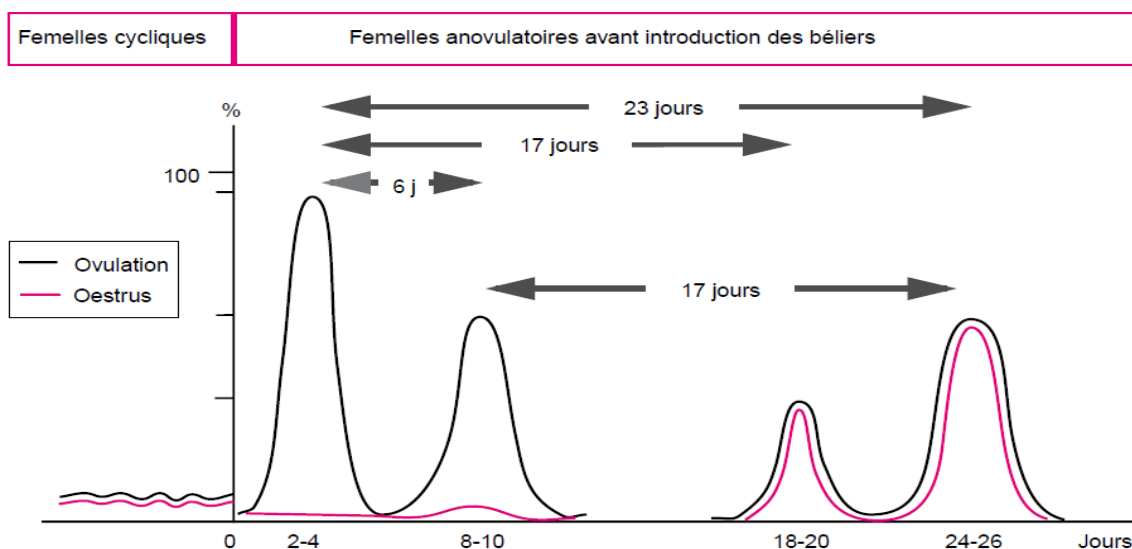
I.2.2. Les Moyens zootechniques

I.2.2.1. L'effet mâle

L'effet mâle englobe les effets généraux causés par la présence du mâle sur la physiologie de la reproduction de la femelle. C'est une technique facile, peu coûteuse et très efficace (Thimonier et al., 2000, Chanvallon et al., 2011 ; Tenório Filho et al., 2016), non pharmacologique et sans hormones permettant une production animale «propre, verte et éthique» (Martin et al., 2004a). Le terme " effet bélier " désigne, selon Rosa et Bryant (2002), la réponse des brebis adultes en anœstrus saisonnier à la présence des béliers traduite par l'ovulation et l'œstrus. Il se manifeste surtout chez les brebis de races très saisonnées lorsqu'elles sont exposées aux béliers à la fin de la saison d'anœstrus / début de la saison de lutte (Rosa et Bryant, 2002, Ungerfeld et al., 2004 ; Hawken et Martin, 2012), permettant une certaine synchronisation et un prolongement de la période de reproduction (Thimonier et al.,

2000, Chanvallon et al., 2011). Selon Rosa et Bryant, 2002, la saison de reproduction peut être avancée de 4 à 6 semaines ou plus (dans les races très saisonnées ou faiblement saisonnées respectivement). Elle permet également d'obtenir une bonne synchronisation des saillies et éventuellement celle des agnelages. Par ailleurs, l'effet bélier a été utilisé avec succès pour induire une activité cyclique chez les agnelles pré-pubères et les brebis au post-partum (Ungerfeld et al., 2004), et également chez les brebis de différentes races en saison sexuelle (Hawken et al., 2007 ; Chanvallon et al., 2011 ; Mahmoud et Hussein, 2019).

Le mécanisme de l'effet mâle implique une série complexe d'événements neuroendocriniens (hypothalamiques) et endocriniens (hypophysaires et ovariens) (Chanvallon et al., 2011). L'introduction de béliers induit une augmentation de la sécrétion pulsatile de LH chez les brebis pouvant aboutir à un pic LH suivi d'une ovulation. Cette ovulation silencieuse n'est pas associée à un comportement œstral. Chez certaines brebis, la première chaleur apparaît avec la deuxième ovulation, 17 à 20 jours après l'introduction du bélier. Chez d'autres, une phase lutéale initiale de 4 à 5 jours est suivie d'une deuxième ovulation silencieuse, puis d'une phase lutéale de durée normale. Par la suite, une troisième ovulation associée à l'œstrus se produit (Ungerfeld et al., 2004). Ainsi, dans un troupeau de femelles en anœstrus dans lequel l'effet mâle est pratiqué avec succès, deux pics d'apparition des chaleurs auront lieu respectivement 18-20 jours et 24-26 jours après introduction des béliers (Thimonier et al., 2000). L'accroissement de la pulsativité de la LH coïncide avec l'augmentation du nombre de gros follicules et du diamètre du plus gros follicule (Ungerfeld et al., 2004).



J0 : jour d'introduction des béliers

Figure 1 : Représentation schématique de la réponse à l'effet mâle chez la brebis

(Thimonier et al., 2000).

Tous les sens de la femelle sont impliqués dans la réponse à l'effet mâle (odorat, vue, ouïe, toucher) (Thimonier et al., 2000). Cependant les stimuli olfactifs jouent clairement un rôle dominant (Fabre-Nys et al., 2015), et la réponse ovulatoire maximale est toujours obtenue par contact physique entre mâles et femelles. Les béliers émettent des phéromones, sous la dépendance des stéroïdes sexuels, qui induisent la pulsativité de LH et donc la réponse ovulatoire des brebis. La laine et les sécrétions des glandes sébacées semblent véhiculer le message phéromonal : l'odeur de la laine, mais pas celle de l'urine, permet d'induire une augmentation des décharges pulsatives de LH et l'ovulation chez des brebis anovulatoires. La réponse à l'effet mâle ne dépend pas seulement des femelles et de l'intensité de leur anœstrus mais aussi et surtout de l'activité sexuelle des mâles (Thimonier et al., 2000). D'autre part, chez les brebis adultes, les neurones à kisspeptine des régions arquées et préoptiques ainsi que certains neurones pré optiques de la GnRH sont activés 2 heures après l'exposition à un bélier. Cette dernière active également les neurones noradrénergiques dans le *locus coeruleus* et le noyau A1, et la libération accrue de noradrénaline dans la région pré-optique postérieure (Fabre-Nys et al., 2015).

L'utilisation pratique de l'effet bélier est limitée par la grande variabilité des réponses des brebis liée à la race, l'intensité de l'anœstrus, le moment de la saison d'anœstrus (Vasques et al., 2006 ; Chanvallon et al., 2011), le niveau nutritionnel, l'état physiologique et l'âge des femelles (Thimonier et al., 2000 ; Rosa et Bryant, 2002). Ainsi, les agnelles et les antenaises répondent moins bien à l'effet mâle que les brebis adultes (Thimonier et al., 2000). Il en est de même des femelles sous-alimentées (Scaramuzzi et al., 2014). Les brebis allaitantes ont un anœstrus dont l'intensité diminue au cours de la période post-partum et, par conséquent, la réponse à l'effet mâle réduit la durée de l'anœstrus de lactation (Thimonier et al., 2000 ; Ungerfeld et al., 2005).

Dans l'étude entreprise par Hawken et al. (2007) en saison sexuelle, sur des brebis cycliques de génotypes originaires des régions tempérées et méditerranéennes, l'introduction de béliers a entraîné une augmentation de la fréquence des impulsions de LH indépendamment du génotype ou du stade du cycle œstral. En effet, cette réponse était évidente chez les brebis dans les phases folliculaire et lutéale du cycle et n'a pas été inhibée par l'élévation de la P4 durant la phase lutéale. Récemment, Mahmoud et Hussein (2019) ont rapporté en saison sexuelle, que l'introduction de bélier avant la saison de lutte après une période d'isolement des brebis Ossimi, a augmenté l'activité ovarienne et les performances de reproduction. En effet, le taux d'agnelage, la fécondité et la taille de la portée étaient significativement plus élevés (p

<0,01) dans le groupe effet bélier (97,14% ; 1,37 et 1,41) par rapport au lot témoin (81,43% ; 0,97 et 1,19, respectivement).

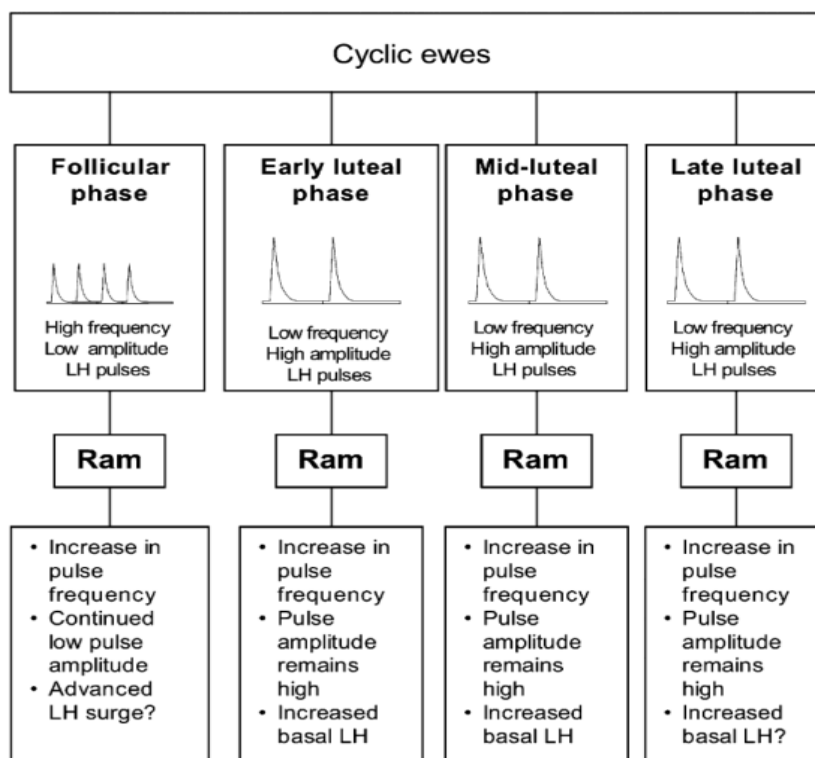


Figure 2 : Hypothèses concernant les caractéristiques et les implications de l'introduction de béliers chez les brebis cycliques durant la saison de reproduction (Hawken et al., 2007).

Divers travaux de recherche ont associé l'effet bélier aux traitements à la progestérone pour étudier l'interaction entre l'effet male et les programmes de reproduction contrôlée. Ainsi, Romano et al. (2001) ont constaté que, lorsque le bélier était présent continuellement avec des brebis traitées avec 30 mg d'acétate de fluorogestone (FGA) pendant 14 jours et 200µg de prostaglandine F2α, l'apparition de l'œstrus est avancée ($32,9 \pm 1,6$ h) par rapport à la présence intermittente du bélier ($45,3 \pm 4,4$ h) ($p < 0,01$), et l'intervalle entre le retrait des dispositifs intra-vaginaux et l'ovulation était réduit. De même, l'exposition des brebis aux béliers après le retrait de éponge peut réduire les variations et accélérer le pic LH, l'ovulation et l'apparition des chaleurs (Lucidi et al., 2001). Dans d'autres études, l'exposition de brebis aux béliers, les trois derniers jours d'un programme de synchronisation aux progestagènes, induit une augmentation des concentrations de LH, une apparition d'œstrus plus rapide, une période œstrale plus courte et un pic LH et une ovulation plus rapides, comparativement aux brebis isolées des béliers avant la lutte, bien qu'une diminution de la fertilité ait été observée (Evans et al., 2004 ; Hawken et al., 2005 ; Vasques et al., 2006). De plus, Evans et al. (2004) ont pu conclure que le retrait de béliers, introduits vers la fin d'un protocole de synchronisation aux progestagènes, après le

retrait des éponges, induit un effet résiduel des béliers sur la chronologie des événements endocriniens ultérieurs. Ungerfeld et al. (2003) suggèrent l'application d'un traitement aux progestagènes avant l'introduction des béliers pour obtenir un œstrus avec la première ovulation. De sa part, Ungerfeld (2011) a combiné l'effet bélier au traitement de synchronisation à la PGF2 α durant la saison sexuelle. Il a conclu que l'introduction de béliers vasectomisés simultanément avec la deuxième injection de PGF2 a avancé l'apparition de l'œstrus et a augmenté le nombre de brebis qui ont répondu comparé au traitement à double injection de PGF2 seul et que l'introduction de béliers 13 jours après une dose unique de PGF2 ne remplace pas la deuxième administration de PGF2.

I.2.2.2. Les traitements photopériodiques

La manipulation de la photopériode permet de maîtriser la saisonnalité et d'induire une activité sexuelle des ovins en dehors de la saison de lutte. Les traitements photopériodiques sont basés sur la perception des animaux d'une alternance de jours longs (JL : plus de 12h de lumière par jour suite à des jours courts) et de jours courts (JC : moins de 12h de lumière par jour suite à des jours longs), alternance qui existe en photopériode naturelle (Chemineau et al., 1992). Les jours longs sont inhibiteurs de l'activité sexuelle, alors que les jours courts en sont stimulateurs. Du fait de l'existence d'états réfractaires, la maîtrise de l'activité sexuelle n'est donc possible que par une alternance de jours longs et de jours courts (Chemineau et al., 1996), pour maintenir un état de sensibilité à la photopériode (Malpaux et al., 1995). Par conséquent, la reproduction ne peut pas être stimulée par les jours courts ou inhibée par les jours longs à n'importe quel moment de l'année. D'autre part, le développement des états réfractaires peut être empêché en évitant d'exposer des animaux à une même photopériode pendant des durées prolongées (Malpaux et al., 1995). Ces conclusions doivent être prises en considération dans les applications pratiques des manipulations photopériodiques. Toutefois, il est à signaler que même en l'absence de photopériode, il existe un rythme de la reproduction dit endogène d'une durée de 10 à 11 mois chez la brebis. Les stimulations lumineuses auraient alors pour rôle de synchroniser ce rythme endogène pour lui imposer une période annuelle et que la reproduction ait lieu au moment où l'environnement naturel est le plus favorable à la survie des jeunes (Malpaux et al., 1989 ; Chemineau et al., 1992 ; 1993). Ainsi, chez les ovins, les jours longs de printemps suivis par les jours courts synchronisent un mécanisme interne qui déclenche la saison sexuelle, maintenu par les jours courts (Malpaux et al., 1996). Par conséquent, le principe retenu pour l'induction et le maintien d'une activité sexuelle à contre-saison est la succession

d'une période de jours longs pendant l'hiver et de jours courts ou décroissants pendant le printemps, afin d'aboutir à une activité maximale en fin de printemps ou au début d'été (Chemineau et al., 1993). Tout en sachant que la brebis réagit à la photopériode avec un temps de retard de 40 à 60 jours (Meyer, 2009). En pratique, en bâtiments ouverts les JL sont obtenus en éclairant les animaux avec de la lumière artificielle, ou en profitant des jours longs naturels. Les JC sont obtenus soit en profitant de jours courts naturels soit plus fréquemment, en posant par voie sous-cutanée des implants de mélatonine qui miment des jours courts (Chemineau et al., 1992, 1996). La mélatonine est une alternative à l'utilisation de lumière artificielle qui nécessite des bâtiments étanches à la lumière, donc coûteux (Courot et Volland-Nail, 1991). Elle permet d'avancer l'activité ovarienne saisonnière de la brebis sans affecter la fertilité (Horoz et al., 2003).

Les dernières avancées sur les traitements lumineux permettent aujourd'hui la mise en œuvre de l'effet mâle sur des femelles non cycliques en toute saison, pour une reproduction en lutte naturelle, en monte en main ou par IA. Certains de ces protocoles nécessitent l'utilisation de mélatonine à certaines périodes de l'année (notamment pour une reproduction en période estivale) (Pellicer-Rubio et al., 2019). Cependant, les traitements photopériodiques ne permettant pas une synchronisation efficace de l'ovulation dans un troupeau, ils ne peuvent pas être utilisés pour les protocoles d'IA (Dardente et al., 2016). De plus, utilisé seul sur des brebis des races très saisonnées en contre-saison, le traitement lumineux donne de moins bons résultats de fertilité, et les femelles qui n'ont pas été fécondées à l'œstrus induit ne reviennent pas en chaleur après un cycle, mais après plusieurs semaines ou quelques mois (Chemineau et al., 1991). De ce fait, les traitements photopériodiques dans les exploitations sont actuellement combinés à l'effet mâle ou aux traitements hormonaux pour regrouper les naissances ou synchroniser les ovulations aux fins de l'IA (Dardente et al., 2016). En général, la fertilité et la fécondité augmentent par rapport aux témoins si le traitement lumineux est associé à un traitement hormonal d'induction/synchronisation des chaleurs au moyen d'éponges vaginales imprégnées de progestagènes et d'injection de PMSG (Chemineau et al., 1991).

Un nouveau traitement lumineux, basé sur l'induction d'un état réfractaire aux jours longs, apparaît comme une alternative à l'utilisation de mélatonine pour une reproduction en été (Pellicer-Rubio et al., 2019). Lorsque le traitement de jours longs (inhibiteurs de la reproduction) est appliqué pendant une longue durée (au-delà de 150 jours environ chez les ovins, l'activité sexuelle des animaux se voit réactivée, on parle alors de l'acquisition d'un état réfractaire aux jours longs (Malpaux et al., 1988).

I.3. Les facteurs influençant les paramètres de la reproduction :

La réussite de la reproduction est primordiale pour la rentabilité de l'élevage, elle constitue un préalable indispensable à toute production. L'aptitude à la reproduction d'un animal au cours d'une carrière dépend des caractères de précocité sexuelle, de fertilité et de prolificité, cette dernière pouvant être décomposée en termes de taux d'ovulation et de mortalité embryonnaire (Bodin et al., 1999). La brebis Ouled Djellal a fait l'objet de plusieurs études se rapportant aux performances de production et de reproduction. Elle a de bonnes qualités de reproduction, de bonnes aptitudes maternelles, une rusticité et une grande résistance aux conditions difficiles (Dekhili, 2002, Dekhili et Mahane, 2004; Dekhili et Benkhelif, 2005; Dekhili et Aggoun (2006, 2007), Deghnouche et al., 2017, 2018). Elle est caractérisée par une précocité sexuelle située entre 8-10 mois, et la femelle peut être saillie en toute saison (Dekhili et Benkhelif, 2005 ; Taherti et al., 2016; Zidane et Ababou, 2017; Adnane et al., 2018). Avec toutefois une supériorité significative ($P < 0,01$) du taux de productivité numérique (TPN) pour la lutte de printemps (1,4) et d'automne (0,93) sur les deux autres saisons, et une variabilité d'une année à l'autre (Dekhili et Benkhelif, 2005).

Tableau 4 : Les performances de reproduction de la brebis Ouled Djellal

Zone	Saison de lutte	N	Fertilité %	Fécondité %	Prolificité %	Auteurs
Nord				109	120	Dekhili (2004)
Sud				128	130	
	Automne	-	87	98	110	IANOR (2007)
	Printemps		89	87	105	
Semi-aride	Moyenne des 2 saisons			93	110	Dekhili (2010)
Semi-aride	Printemps	193	90	97	108	Belkasmi et al. (2010)
	Printemps	269	88	95	111	Arbouche et al. (2013)
Aride	Saison sèche	300	68	110	147	Deghnouche et al. (2017)
	Saison humide	300	77	125	162	
Aride	Moyenne	2215	83,30	119	143	Mefti-Korteby et al. (2017)
Semi-aride	Printemps 1 agnelage/an	2710	91,04	-	115,35	Taherti et Kaidi, (2018)
	Printemps 2 agnelages/an	590	70,46	-	103,64	
	Automne 2 agnelages/an		35,31	-	100	

I.3.1. Les facteurs influençant la fertilité :

La fertilité est un caractère composite difficile à mesurer et qui implique des processus physiologiques variés. Pour les femelles, la fertilité peut être définie comme leur propre capacité à être fécondées suite à une mise à la reproduction. C'est le facteur le plus important de la productivité. Une fertilité maximale est toujours recherchée. Elle est à la fois dépendante du sexe (la fertilité femelle reste souvent la plus limitante), de la technique de reproduction employée (naturelle ou artificielle) et du moment choisi pour la mise à la reproduction (intervalle mise bas - saillie, saison) (Bodin et al., 1999 ; Petrovic et al., 2012).

I.3.1.1. Effet de l'âge des brebis :

Alabart et al. (2002) ont étudié l'influence de l'âge sur la fertilité des brebis Rasa Aragonesa âgées de 1 à 12 ans. Dans leur étude, la fertilité maximale (56,7%) a été observée à 3 ans et les brebis âgées de 2 à 5 ans avaient une fertilité moyenne supérieure à 50%. Alors que Anel et al. (2005) ont enregistré de meilleurs taux de fertilité chez les brebis âgées de 1,5 à 4,5 ans et une baisse notable au-delà de cet âge. Selon Boujenane et Chikhi (2006), l'âge des brebis a un effet hautement significatif ($p < 0,001$) sur la fertilité ; les plus faibles performances ont été réalisées par les brebis âgées de moins de 30 mois, et les plus élevées chez celles âgées de 54 à 66 mois pour la race Sardi et de plus de 78 mois pour la race Boujaâd. De plus, les taux d'ovulation et de conception / fertilité seraient plus bas chez les agnelles que chez les brebis matures (Annett et Carson, 2006).

Fukui et al. (2010) ont rapporté que les taux de gestation et d'agnelage des brebis diminuaient de manière significative avec l'âge, et que la baisse de la fertilité avec l'avancement de l'âge pourrait s'expliquer par le risque accru des troubles de la reproduction et des taux d'ovulation réduits chez les brebis âgées par rapport aux brebis plus jeunes. Toutefois, Safsaf (2014) a rapporté une absence de significativité entre les femelles OD primipares et multipares avec un taux de fertilité de 65% chez les deux catégories d'âge.

L'état physiologique des brebis lors de la lutte a aussi un effet significatif ($p < 0,05$) sur la fertilité. Les brebis non allaitantes ont un taux nettement supérieur (94 %) à celui des brebis allaitantes (64 %). Cette différence est à imputer à la production laitière (Arbouche et al., 2013).

I.3.1.2. Effet de l'état corporel des brebis :

Plusieurs travaux de recherche (Atti et al., 2001; Madani et al., 2009 ; Slavova et al., 2015) ont confirmé l'influence significative du poids vif et de la note d'état corporel au début de la lutte sur la fertilité des brebis. Une relation directe existe entre la note d'état corporel (NEC) et le taux d'ovulation (Scaramuzzi et al., 2006). La plupart des auteurs recommandent une note d'état corporel de 2,5 à 3,0 pour les luttés naturelles ou inséminations artificielles (Abdel-Mageed, 2009, Contreras-Solis et al., 2009) ou entre 3 à 3,5 (Vatankhah et al., 2012). Généralement les brebis en bonne condition corporelle auront de meilleures performances reproductives que celles à faible NEC (Kenyon et al., 2014). Dans leur étude, Fukui et al. (2010) ont noté que la fertilité des brebis après une IA est affectée par la condition corporelle et l'âge de la brebis, mais pas par leur poids. Ils rajoutent que les brebis nullipares âgées de moins de 3 ans et ayant une note corporelle supérieure à 3,0 devraient avoir une fertilité supérieure à celle des autres brebis.

I.3.1.3. Effet de l'alimentation :

La nutrition est l'un des facteurs les plus importants influençant la fertilité (Petrovic et al., 2012), ses effets bénéfiques sur la reproduction chez les ovins sont bien connus (Forcada et Abecia, 2006). Une supplémentation à court terme (6 à 9 jours) des brebis avec des grains de lupin à haute teneur en protéines pourrait augmenter les taux d'ovulation de 20 à 30% environ (Oldham et Lindsay, 1984). De plus, Lassoued et al. (2004) ont montré des interactions importantes entre le génotype et le niveau de nutrition. Ainsi, pour la race très prolifique D'Man, une supplémentation avant et pendant la lutte est associée à une amélioration des performances de reproduction. Pour les brebis modérément (D'Man × Queue fine de l'Ouest) ou peu prolifiques (Queue fine de l'Ouest), augmenter l'apport nutritionnel en concentré n'améliorait pas le taux d'ovulation (Lassoued et al., 2004 ; Rekik et al., 2007). Une attention particulière doit être accordée aux suppléments minéralo- vitaminiques (Petrovic et al., 2012). Ibrahim et al. (2013), en apportant une supplémentation énergétique aux brebis Barbarine (0, 200 et 400 g de concentré), ont constaté un meilleur taux de fertilité chez le groupe à 200 g (95,61%), comparativement aux lots témoin et celui supplémenté à 400g (95,31%, et 91% respectivement). La diminution de fertilité chez le groupe à 400g traduit l'effet néfaste de suralimentation des brebis en bonne condition corporelle sur les performances reproductives. Récemment, Kochewad et al. (2018) ont étudié l'effet du système d'exploitation sur la fertilité. Ils ont rapporté un taux de conception meilleur (75%) chez les brebis nourries en intensif (300

g de concentré et fourrage vert à volonté), contre 58,3% pour les systèmes semi-intensif (150 g de concentré + 4 h de pâturage), et 66,6% pour l'extensif (pâturage vert de 8h00 à 16h00 tous les jours).

I.3.1.4 Effet du mode de lutte :

L'effet du mode de lutte est hautement significatif ($p < 0,001$) sur la fertilité (Arbouche et al., 2013). Le regroupement des chaleurs des brebis par l'effet bélier se répercute positivement sur la fertilité. Il se manifeste chez les brebis, par des œstrus regroupés en deux pics espacés de 6 jours. Selon Thimonier et al. (2000), le 1^{er} pic correspondrait aux brebis ayant des follicules en cours de développement et le 2^{ème} aux brebis en anœstrus plus profond. D'après Harkat et Lafri (2007), le taux de fertilité n'augmente pas avec la dose de PMSG employée (60, 75 et 60 % pour des doses de 400 UI, 500 UI et 600 UI respectivement) contre 60 % pour le lot témoin,. Ainsi, un programme de synchronisation des chaleurs par l'utilisation de progestagènes, combinés à l'eCG et associé à l'effet bélier, améliore fortement les performances reproductrices de la brebis OD au printemps, et que les doses de 400 UI d'eCG sont largement suffisantes pour obtenir d'excellents résultats (Moumène et al., 2014). Ce résultat est également avancé par Narimane et al. (2016) qui ont enregistré, en lutte de printemps, un taux de fertilité plus élevé de 4% pour une dose de 400UI d'eCG comparativement à 300UI d'eCG. D'autre part, selon Bodin et al. (1999), la diminution de l'intervalle agnelage-IA à moins de 40-50 jours diminue significativement la fertilité, même après une monte naturelle. La plupart des auteurs recommandent de ne pas inséminer les brebis avant 50 jours post-patum (Anel et al., 2005).

I.3.1.5. Effet de la saison :

Benyounes et al. (2013a), en étudiant le comportement repro-productif de la brebis OD soumise à deux luttes naturelles et libres en deux saisons de reproduction par an, ont constaté une variabilité des taux de fertilité d'année en année mais les meilleurs taux de fertilité et de prolificité ont été observés durant l'automne ($p < 0,05$). Ils traduisent la réaction des femelles à l'introduction des béliers (effet mâle), combinée fort probablement à l'état corporel de ces animaux au moment de leur mise à la lutte. Sachant qu'en dehors des périodes de luttes, les béliers étaient séparés des femelles et logés dans la même bergerie (Benyounes et al., 2013a). Arbouche et al. (2013) rajoutent que le mois de lutte a un effet hautement significatif ($p < 0,001$) sur la fertilité. Le taux maximal est à attribuer aux mois de mai et juillet (69,4 et 69 % respectivement), alors que les taux les plus bas sont signalés aux mois d'avril et août (53,2 et 51 % respectivement).

Dans leur étude en région aride, Deghnouche et al. (2017) ont indiqué une augmentation significative des taux de prolificité, de fertilité, de productivité numérique, et de fécondité en saison humide comparée à la saison sèche, probablement en relation avec l'état des pâturages pauvres en saison sèche conduisant à une sous-alimentation des animaux qui ne reçoivent aucune complémentation. Cependant, Taherti et Kaidi (2018) ont rapporté, dans la région de Chlef, des taux de fertilité et de productivité des brebis OD très significativement élevées ($P < 0,0001$) à la lutte de printemps comparativement à celle de l'automne : avec respectivement 80,75% et 89,03 contre 35,31%. De plus, l'étude a révélé une fertilité de 91,04% dans le mode de reproduction d'un agnelage par an à lutte exclusive de printemps, contre 59,35% dans le système traditionnel à agnelages étalés sur l'année (lutte permanente, le bélier est présent en permanence dans le troupeau). Pour les races saisonnées, la saison de lutte affecte significativement la fertilité. De plus, la mise à la reproduction précoce des femelles ayant mis bas en automne n'est pas limitée par une involution utérine incomplète ou par l'anœstrus post-partum. A l'inverse, les brebis agnelant au printemps achèveront l'involution utérine pendant l'anœstrus saisonnier et devront surmonter une photopériode inhibitrice en plus des effets potentiellement inhibiteurs de l'allaitement et de la lactation avant de pouvoir se reproduire avec succès (De et al., 2016).

I.3.1.6. Effet de la race et du type génétique :

Les caractères de reproduction ont une faible héritabilité, une expression phénotypique discrète et sont exprimés uniquement chez les brebis sexuellement matures, ce qui conduit à une sélection lente et nécessitant plusieurs générations. Des gènes majeurs affectant la fertilité ont été identifiés chez de nombreuses races ovines dans le monde. Des mutations génétiques pouvant entraîner une infertilité sont possibles. Ils peuvent également donner lieu à un développement anormal des embryons conduisant à la mort ou à l'atrophie du fœtus. Ils sont appelés facteurs léthaux (Petrovic et al., 2012). Dans leur investigation, Gaskings et al. (2005) ont noté des différences hautement significatives ($P < 0,001$) des taux de fertilité entre les races étudiées avec 93% pour la race Polypay comparativement aux races Columbia, Targhee, et Rambouillet (50, 60 et 75%, respectivement).

I.3.2. Les facteurs influençant la prolificité :

La prolificité figure parmi les objectifs principaux de la production ovine. En effet, la taille de portée à la naissance est une composante essentielle de la productivité de l'élevage qui contribue à la variabilité du poids d'agneaux sevrés par brebis plus que la croissance individuelle des agneaux (Bodin et al., 1999).

I.3.2.1. Effet de l'âge des brebis :

De nombreux travaux de recherche ont mis en évidence des variations de la prolificité en fonction de l'âge des brebis. Ainsi, Notter et al. (2000) ont confirmé l'effet significatif ($p < 0,001$) de l'âge des brebis sur ce paramètre avec une prolificité plus élevée pour les brebis ayant un agnelage compris entre 4 et 7 ans (Polypay) ou 8 ans (Targhee et Suffolk). De même, Aktaş et Doğan (2014) ont affirmé que l'âge des brebis Akkaraman affecte significativement le taux de naissances multiples (prolificité), et ce taux était inférieur ($P < 0,01$) chez les brebis de 2 et 3 ans comparé aux autres groupes d'âge. Cependant, selon Dekhili (2004) et Arbouche et al. (2013), l'âge ne semble pas influencer la prolificité ($p > 0,05$) des brebis OD. De même, Safsaf (2014) n'a pas mentionné de différence statistiquement significative entre la prolificité des brebis primipares et multipares malgré un taux plus élevé chez les multipares (146% vs 123%).

I.3.2.2. Effet de l'état corporel des brebis :

Indépendamment du facteur génétique, la plupart des auteurs observent que la prolificité croît quand l'état corporel à la lutte augmente. Ainsi, Gaskins et al. (2005) ont signalé que l'accroissement du poids des brebis à la lutte augmente la probabilité de gestations multiples ($P < 0,004$) chez les races Colombie, Polypay, Rambouillet et Targhee. Un résultat similaire a été noté par Aktaş et Doğan (2014) : les brebis Akkaraman pesant ≥ 65 kg avait le taux le plus élevé de naissances multiples (30,9%). De leur part, Aliyari et al. (2012), ont rapporté chez les brebis Afshari que la taille de portée la plus élevée (1,40) a été obtenue chez les brebis à note corporelle 3,0 contre des tailles de portée de 1,24 ; 1,30 et 1,05 pour des NEC de 2,0 ; 2,5 ; 3,5 respectivement. Dans ce contexte, Taherti et Kaidi (2017) ont obtenu des taux de fertilité et de prolificité de 100 % et 130 % chez les brebis OD dont la NEC à la mise à la lutte a été supérieure ou égale à 3, contre respectivement 76 % et 100 % pour celles dont la NEC à la mise à la lutte a été inférieure à 3.

I.3.2.3. Effet de l'état physiologique de la brebis

Selon Arbouche et al. (2013), l'état physiologique des brebis lors de la lutte a un effet significatif sur la prolificité ($p < 0,05$). Ils ont enregistré un taux de prolificité de 114,8 % pour les brebis non allaitantes contre 108 % pour les brebis allaitantes. Ceci en désaccord avec Kridli et al. (2009) qui n'ont pas trouvé de différence significative entre la prolificité des brebis Awassi sèches et allaitantes.

I.3.2.4 Effet de la saison de lutte :

Dekhili et Aggoun (2007) affirment que les luttes d'automne des brebis OD sont plus prolifiques et aboutissent au printemps à des portées plus nombreuses. Le même constat a été fait par Benyounes et al. (2013a) avec une variabilité d'année à l'autre. Ainsi, en lutte d'automne, la photopériode négative semble favorable à la physiologie sexuelle des ovins, de surcroît en automne, il n'y a pas de tonte comme au printemps, cette manipulation des femelles serait à l'origine de mortalité embryonnaire et de la diminution du taux de prolificité (Narimane et al., 2016). Par ailleurs, le mois de lutte a également un effet très significatif ($p < 0,01$) sur la prolificité des brebis OD. En effet, Arbouche et al. (2013) ont signalé que les brebis luttées durant le mois d'avril (130 %) et mai (129 %) sont plus performantes que celles luttées durant le mois de juillet (118 %) et août (100 %). Ce résultat a été attribué à la complémentation alimentaire basée principalement sur l'orge. De leur part, Taherti et Kaidi (2018) ont constaté que le taux de prolificité diffère significativement ($P < 0,0017$) d'une saison de lutte à une autre mais en faveur de la saison de printemps : 109,5% et 100% respectivement en lutte de printemps et d'automne.

I.3.2.5. Effet du mode de lutte

Un effet améliorateur de la mélatonine sur la prolificité a été rapporté par Abecia et al. (2002). Le taux de naissances multiples augmente jusqu'à 25% avec les progestagènes et l'eCG (Abdullah et al., 2002). Au contraire, l'exposition permanente des femelles aux mâles influe négativement le taux de prolificité (Hawken et al., 2005). Selon Benyounes et al. (2013a), l'effet bélier n'a pas d'impact sur l'amélioration de la prolificité des brebis OD. De plus, la brebis répond de façon variable aux différents traitements de synchronisation. Ainsi, Moumene et al. (2014) ont signalé une amélioration du taux de prolificité des femelles OD à la première saillie avec une synchronisation MAP + 400 UI eCG, avec des écarts entre les exploitations expliqués par l'effet bélier, étant donné que l'état corporel des brebis était relativement similaire. Au

contraire, les traitements (FGA + eCG 500 UI, et implant de mélatonine) n'ont pas eu d'impact sur la prolificité, de même que le traitement (FGA + eCG 500 UI) (Moumene et al., 2014). Cependant, Narimane et al. (2016) ont noté que le taux de prolificité obtenu avec une synchronisation aux progestagènes FGA associée à 400UI eCG était nettement supérieur (d'environ 14,29%) à celui obtenu avec 300UI eCG. D'autre part, Taherti et Kaidi (2018) ont rapporté que la prolificité dans le mode de conduite d'un agnelage par an à lutte exclusive de printemps (115,35%) est supérieure au système traditionnel à agnelages étalés sur l'année (103%) ($P < 0,0001$). Cette différence résulte de l'influence du rythme de reproduction et des conditions d'élevage surtout alimentaires. En effet, une plus grande proportion de portées doubles et triples (30%) a été enregistrée dans les troupeaux des exploitations à un agnelage par an, qui bénéficient d'une bonne alimentation et saillies exclusives au printemps coïncidant avec les périodes de grandes disponibilités alimentaires (Taherti et Kaidi, 2018).

I.3.1.6. Effet de la race et du type génétique :

Gaskings et al. (2005) ont rapporté un taux de naissances multiples (prolificité) plus élevé ($P = 0,001$) chez les races Polypay (47%) que chez les races Columbia, Targhee et Rambouillet (1, 13 et 14%, respectivement). En effet, selon Martin et al. (2014), la prolificité est considérée comme un trait difficile à sélectionner en raison de sa faible héritabilité polygénique. Un certain nombre de gènes majeurs de prolificité ont été identifiés chez les ovins (Abdoli et al., 2016). Parmi ces gènes on cite : le gène *BMPR1B* (bone morphogenetic protein receptor 1B ou *FecB* ; Souza et al., 2001), *BMP15* (bone morphogenetic protein 15 ou *FecX* ; Galloway et al., 2000), *GDF9* (Growth Differentiation Factor 9 ou *FecG* ; Hanrahan et al., 2004), *B4GALNT2* (beta-1,4-N-acetyl-galactosaminyl transferase 2 ou *FecL* ; Drouilhet et al., 2013 ; Martin et al., 2014), localisés respectivement sur les chromosomes 6, X, 5 et 11 (Abdoli et al., 2016). Ainsi, l'amélioration génétique de la prolificité ovine peut être obtenue par croisement entre une race locale et une race prolifique ou l'utilisation d'une race synthétique, par sélection ou par introgression d'un gène majeur. A chaque environnement (ressources fourragères, type d'élevage, race locale, ...) correspond une stratégie optimale (Bodin et al., 1999).

I.3.3. Les facteurs influençant la fécondité

La fécondité est un paramètre dépendant de deux éléments qui sont la prolificité et la fertilité avec lesquels il est étroitement lié, du fait qu'il en est la conséquence directe (Safsaf, 2014).

Taux de fécondité (%)= (Nombre d'agneaux nés morts ou vivants/nombre des brebis mises à la reproduction) x100.

I.3.3.1. Effet de l'âge de la brebis

L'âge des brebis a un effet significatif ($p < 0,05$) sur la fécondité. Les brebis âgées de 3 ans ont un taux élevé de fécondité (112,5 %), le taux le plus faible est attribué aux brebis âgées de 6 ans (83,3 %), alors que les brebis âgées de 2, 4 et 5 ans ont une fécondité de 91,4 ; 85 et 96,4 % respectivement (Arbouche et al., 2013). De sa part, Safsaf (2014) a obtenu des valeurs de fécondité plus faibles chez les primipares avec 80% que les multipares avec 95% mais sans différence significative entre les deux groupes d'âge.

I.3.3.2. Effet de l'état physiologique de la brebis

L'état physiologique des brebis lors de la lutte affecte leur fécondité. En effet, une différence très significative ($p < 0,01$) a été notée par Arbouche et al. (2013) entre la fécondité des brebis non allaitantes (107 %) et allaitantes (73,8 %) attribuée à la production laitière. L'augmentation des concentrations de prolactine en lactation, inhibe la sécrétion des gonadotrophines chez les brebis allaitantes (Mitchell et al., 1998) d'où retard d'apparition de la première ovulation post-partum. Dans leur étude, Kridli et al. (2009) ont indiqué, après synchronisation aux progestagènes et eCG, une fécondité supérieure ($P < 0,10$) chez les brebis Awassi en lactation ($1,24 \pm 0,05$) comparativement aux brebis sèches ($1,03 \pm 0,1$ agneau par brebis). Cette différence est attribuée au traitement hormonal.

I.3.3.3. Effet du mode de lutte

Les résultats obtenus par Lamrani et al. (2008) révèlent des taux de fécondité plus élevés durant les trois saisons de lutte étudiées : automne été et printemps en faveur du traitement FGA+ PMSG + EB (140, 140 et 104,17) comparativement à l'effet bélier seul (EB) (90, 78,57 ou 66,67) ou FGA+ EB (90, 121,42 et 63,64) respectivement. Ces données sont approuvées par Safsaf et Tlidjane (2010) et Arbouche et al. (2013) avec a un effet hautement significatif ($p < 0,001$) du mode de lutte sur la fécondité. De plus, le taux de fécondité obtenu avec une

synchronisation aux progestagènes associée à 400UI eCG est nettement supérieur (environ 29,53% ; $P < 0,05$) à celui obtenu avec 300 UI eCG (Narimane et al., 2016).

I.3.3.4. Effet de la période de lutte

Lamrani et al. (2008) ont obtenu des taux de fécondité meilleurs en saison de lutte d'automne avec les divers protocoles de synchronisation (EB seul, EB+GFA, EB+FGA+ eCG) comparativement à la saison de printemps (90, 90 et 140 vs 66,67, 63,64 et 104,17% respectivement). Le mois de lutte a également une influence hautement significative ($p < 0,001$) sur la fécondité. En effet, Arbouche et al. (2013) ont enregistré un taux maximal au mois de mai (118,7 %) et un taux plus faible au mois d'août (50 %). Pour les mois d'avril et juillet, les taux ont été de 64 et 75 % respectivement. La faible performance du mois d'avril (saison sexuelle) a été justifiée dans leur étude par la conduite d'élevage et la sous-alimentation des brebis durant ce mois (ration à base de paille et 110g/jour/brebis d'orge) et aux mois de juillet et août, l'alimentation était résumée au pâturage des chaumes (Arbouche et al., 2013).

I.3.4. La mortalité des agneaux.

La mortalité des agneaux à la naissance comme au sevrage, est sous l'influence de plusieurs facteurs, tels que le poids à la naissance des jeunes, la saison d'agnelage, et l'alimentation fournie tant à la mère allaitante qu'à son nouveau-né, particulièrement durant le premier mois de sa vie (Benyounes et al., 2013b) .

I.3.4.1. Effet de la race et l'âge des mères.

Benyounes et al. (2013b) n'ont pas décelé d'effet significatif de la race ou de l'âge des mères sur la mortalité des agneaux nés de brebis OD ou Taâdmit durant la première semaine (4,19 vs 11,48 %) ou durant les 3 premiers mois (5,76 vs 14,75 %) suivant leur naissance ($P > 0,05$). S'agissant de l'âge des mères, il a été prouvé que la production laitière et l'instinct maternel sont insuffisants chez les brebis primipares. Par conséquent le taux de mortalité des agneaux de 0 à 5 jours est élevé (Zygoyiannis et al, 1997).

I.3.4.2. Effet du poids et du mode de naissance des agneaux

Selon Boucherit (1985) cité par Benyounes et al. (2013b), la mortalité qui peut être presque de 100 % pour les agneaux chétifs, peut diminuer très sensiblement avec l'augmentation de leurs poids à la naissance. Les petits agneaux de moins de 2,5 kg ont donc une mortalité élevée et nécessitent une attention particulière (Boucherit, 1985). En effet,

contrairement aux agneaux de poids normal, les agneaux de faible poids, ont une déperdition calorifique supérieure, et des réserves corporelles réduites ne leur permettant pas d'assurer longtemps, les dépenses simultanées de thermorégulation et d'énergie de tétées (Benyounes et al., 2013b). De même la taille de la portée semble être un autre facteur favorisant le taux de mortalité chez les jeunes agneaux, mais pour Cesbron (1985) cité par Benyounes et al. (2013b), le taux de mortalité est sensiblement identique pour les naissances simples et doubles, et n'est multiplié par deux que dans le cas des triplés.

I.3.4.3. Effet de la saison d'agnelage

Teyssier et al. (2011) à l'issue d'une étude faite sur les brebis de race Mérinos d'Arles, rapportent que la mortalité est minimale en automne et maximale en hiver, ceci est dû au froid qui peut perturber le réflexe des tétées et l'instinct maternel des brebis. D'autre part, la mortalité élevée des agneaux à la naissance, coïncidant souvent avec des périodes défavorables (froid, chaleur et insuffisances alimentaires), est la conséquence des mises-bas échelonnées au cours de l'année suite à la présence permanente des béliers avec les brebis. Benyounes et al. (2013b) ont confirmé l'effet de la saison sur ce paramètre avec des taux significativement très élevés pour le mois de décembre, durant la première semaine suivant leur naissance (0-7 jours), et pour les mois de décembre et février pour la période de 0-90 jours.

CHAPITRE II. FACTEURS INFLUENÇANT LA REPRODUCTION

La fonction de reproduction est une composante animale clef de la productivité des systèmes d'élevage (Blache et Martin, 2009). Les performances reproductives des ovins sont influencées par plusieurs facteurs extrinsèques tels que les interactions sociales et sexuelles et l'état nutritionnel (Martin et al., 2004b ; Blache et Bickell, 2011 ; Nawito et al., 2015 ; Kochwad et al., 2018). Ainsi, toute modification des statuts nutritionnel et endocrinien maternels risque de perturber potentiellement la structure, la physiologie et le métabolisme du fœtus (Wu et al., 2006; Viñoles et al., 2012).

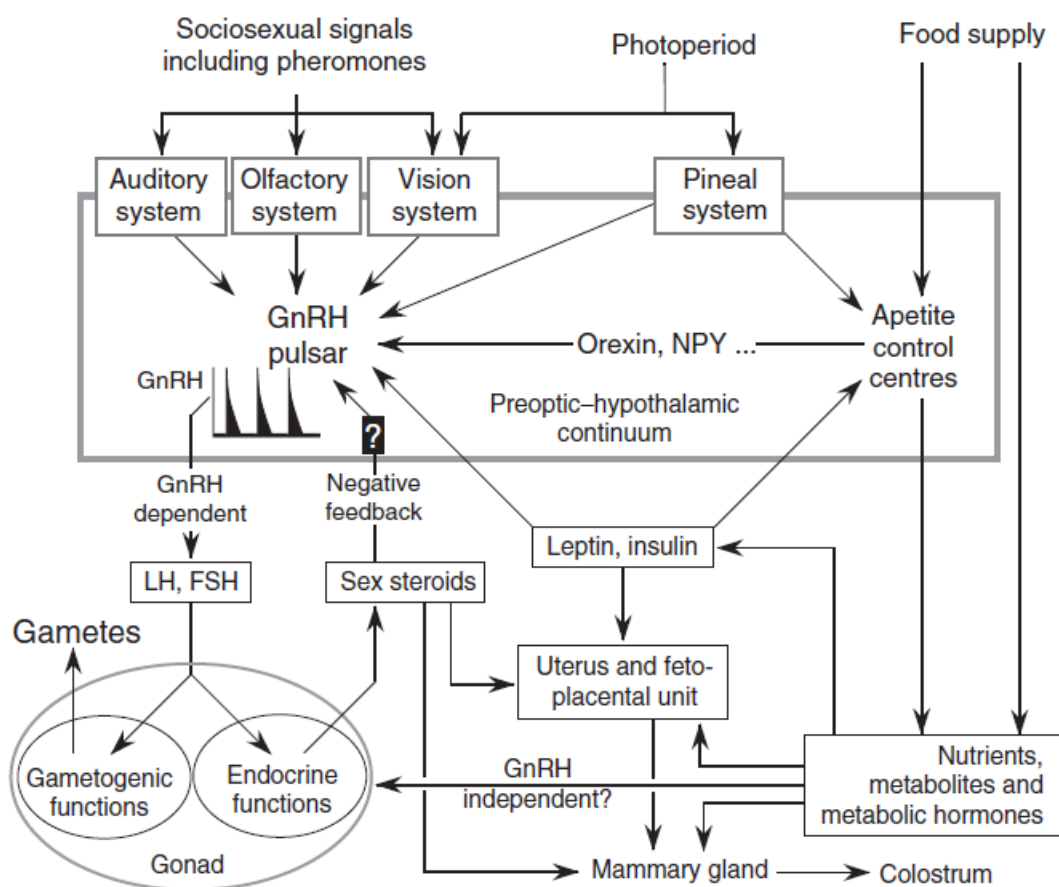


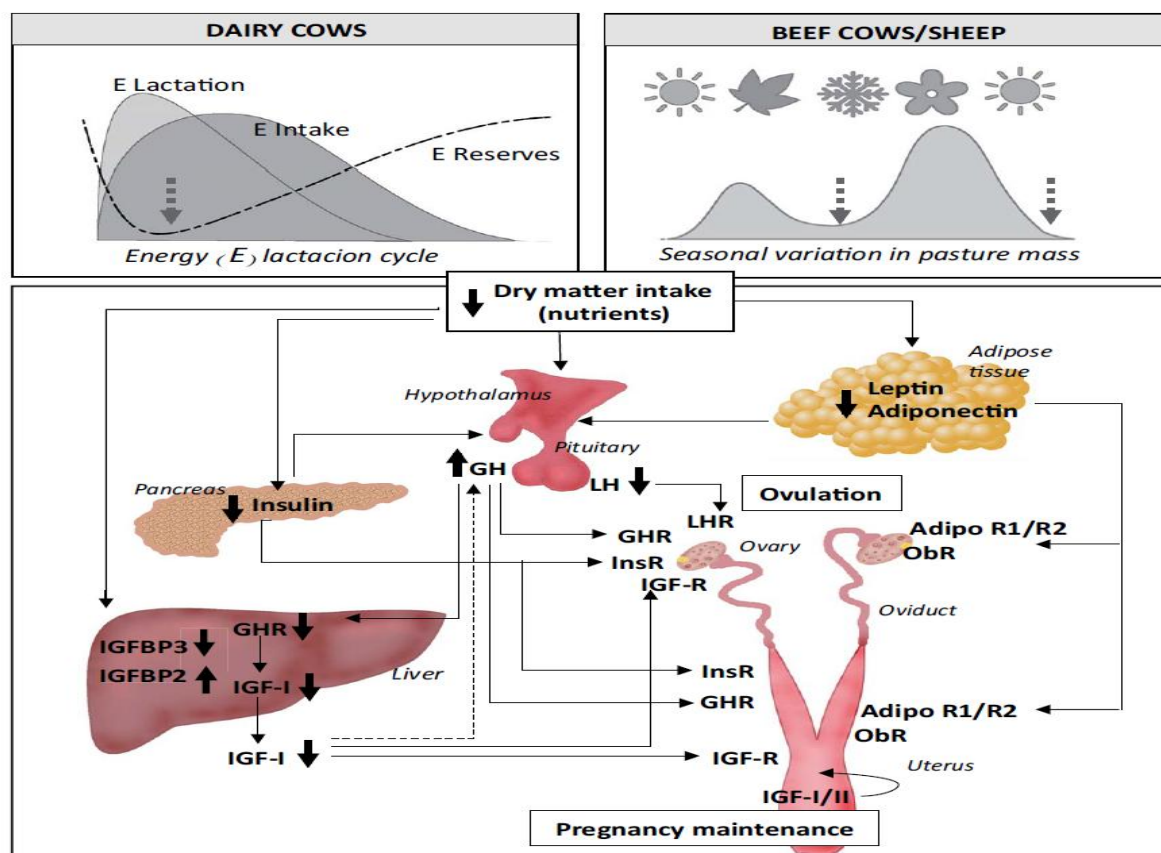
Figure 3 : Effets de l'environnement et de la nutrition sur la reproduction chez les petits ruminants (Martin et al., 2004b)

II.1. Effet de l'alimentation sur la fonction de reproduction

L'état nutritionnel, étroitement lié à l'état corporel, conditionne l'activité reproductive chez les ovins. Ce processus est énergétiquement très exigeant pour les femelles, à la fois en qualité et en quantité de nutriments (Blache et Bickell, 2011), car ces dernières doivent assurer la gestation et la lactation (Blache et Martin, 2009). Diverses investigations ont clairement mis

en évidence la sensibilité de cette fonction biologique à l'état nutritionnel de la femelle. Ainsi les effets de l'alimentation sur la capacité reproductrice s'observent à différentes phases de la vie productive de la femelle, elle affecte l'âge à la puberté, la fertilité, le taux d'ovulation, la survie embryonnaire et le développement fœtal (Lassoued et al., 2004, Redmer et al., 2004, Scaramuzzi et al., 2006, Wu et al., 2006, Gootwine et al., 2007, Vinales et al., 2012).

L'effet de la nutrition sur la reproduction s'exerce au niveau de l'axe hypothalamo- hypophyso-ovarien par les voies neuroendocriniennes (Meikle et al., 2018). L'Insulin-like growth factor-I (IGF-1), l'insuline, la leptine, le glucose et les acides gras libres sont des signaux métaboliques pouvant altérer la sécrétion de LH et de l'hormone de croissance (GH) de l'anté-hypophyse.



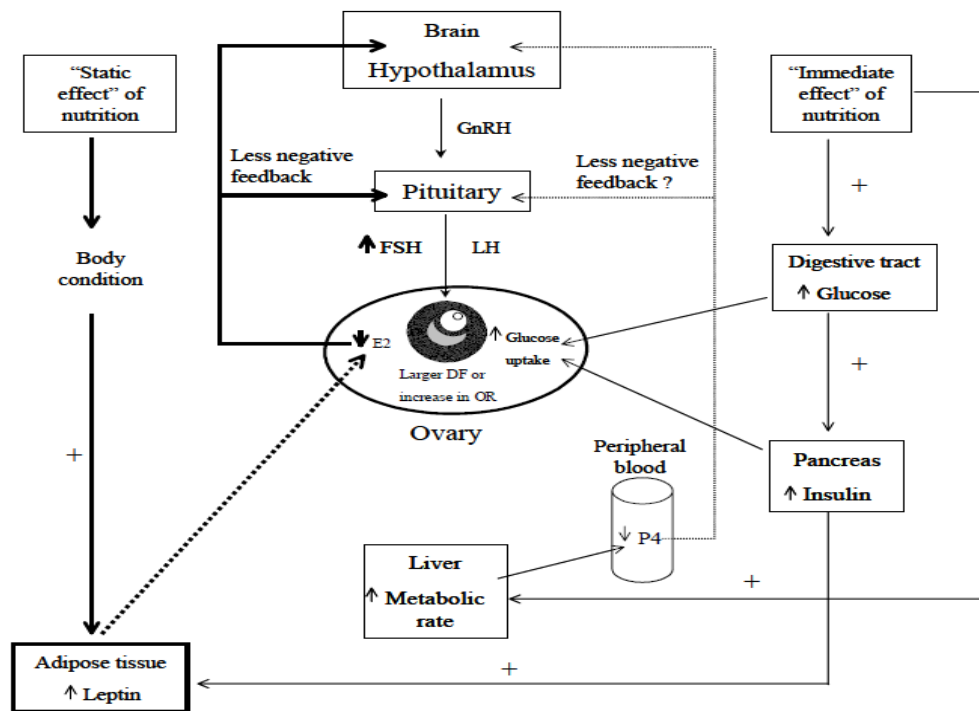
Lignes en pointillés : diminution ; rétroaction négative IGF-I / GH, qui est diminuée et contribue à des concentrations plus élevées de GH. Lignes continues: augmentation (effet positif).

Figure 4 : Modèle simplifié des influences métaboliques sur la reproduction chez les ruminants femelles adultes (Meikle et al., 2018)

Le niveau alimentaire au cours de la gestation est diversement interprété et son influence sur la femelle et son (ses) produits y est également. Ainsi, le statut nutritionnel des brebis autour de la période de lutte agit sur l'activité ovarienne et sur les taux d'agnelage chez plusieurs races ovines (Lassoued et al., 2004). Durant la gestation, il affecte non seulement les concentrations sanguines des métabolites et des hormones (Rumball et al., 2009), mais peut également modifier

le micro-environnement intra-utérin affectant ainsi le développement fœto-placentaire (Belkacemi et al., 2010, Sen et al., 2013), la croissance, l'état sanitaire et la productivité ultérieurs des produits (Wu et al., 2006; Kenyon et Blair, 2014; Sen et al., 2015, 2016). Cependant, le niveau nutritionnel n'aurait pas d'effet sur le nombre des fœtus par portée (Parr et al., 1987).

Les effets de la nutrition maternelle sur le fœtus dépendent des mécanismes d'adaptation métabolique, de l'efficacité du placenta (Belkacemi et al., 2010), et de la capacité de la mère à fournir des nutriments au ou aux fœtus, en particulier entre le début et le milieu de la gestation, période où se produit la majorité de la croissance placentaire, déterminant ainsi la trajectoire de croissance prénatale du fœtus (Redmer et al., 2004, Jaquier et al., 2009). Ces adaptations métaboliques surtout à la restriction peuvent devenir plus apparentes chez les brebis à portée multiple avec l'augmentation des besoins énergétiques des fœtus et le développement fœtal qui peut limiter l'espace *in utero* (Cleal et al., 2007). Martin et al. (2012) ont cependant conclu que la nutrition de la brebis à portée double en début et du milieu à la fin de gestation n'a pas d'effet sur le développement fœtal et le poids placentaire.



E2 : œstradiol ; *P4* : progestérone ; *DF* : follicule dominant ; *OR* : taux d'ovulation.

Figure 5 : Représentation schématique de l'effet statique (gauche) et l'effet immédiat (droite) de la nutrition sur l'activité ovarienne (Vinoles, 2003).

II.1.1. Effets de la sous-alimentation

La restriction nutritionnelle durant le cycle productif des brebis a fait l'objet de nombreuses études ayant permis d'obtenir divers résultats, mais les différentes observations ne permettent pas d'aboutir à un consensus. Ainsi, une sous-nutrition avant la période de lutte réduit le taux d'ovulation, et une nutrition inadéquate après l'accouplement induit un taux de perte en ovules plus élevé (Rhind et al., 1989, Lassoued et al., 2004, Sen et al., 2016a). Chez les ovins, la folliculogénèse et le taux d'ovulation peuvent être augmentés par manipulation nutritionnelle. Ainsi, une supplémentation allongerait l'onde folliculaire par suppression de la sécrétion d'œstradiol par le follicule dominant, lui permettant de conserver sa dominance plus longtemps (Scaramuzzi et al., 2006). Néanmoins, il est intéressant de noter que l'effet des manipulations nutritionnelles de la mère pendant la gestation peut dépendre de l'espèce, de la race, du rang de parité de la mère, et parfois même de la taille de la portée et du sexe de (des) fœtus portés. Lors de restriction de 50% des besoins des brebis en péri conception, le poids de naissance des agneaux n'est pas modifié (Sen et al., 2016 a). Ce résultat est en accord avec celui d'Edwards et al. (2005) qui ne trouvent pas d'effet significatif d'une restriction de 30% en énergie chez des brebis en période de péri conception sur le poids des agneaux nés de gestations uniques, ou doubles, mais lorsque la restriction concerne l'ensemble de la gestation, les jumeaux restreints pèsent 35% de moins à la naissance par rapport à des jumeaux bien nourris, alors que les agneaux uniques, nés de mères restreintes ou non, pèsent le même poids. D'autre part, Jaquier et al. (2011) montrent qu'une perte de 10 à 15% du poids vif de la mère en péri conception n'influence pas le poids de naissance des femelles, quelle que soit la taille de la portée, mais augmente de 16% le poids de naissance des mâles en portée unique alors que le poids des mâles jumeaux n'est pas modifié.

Le début de gestation est caractérisé par une activité métabolique fœtale élevée, bien que les besoins énergétiques pour la croissance fœtale soient relativement faibles (Robinson et al., 1997). Durant cette phase, le développement des embryons et des trophoblastes (tissus à activité métabolique élevée), est étroitement lié à la concentration de nutriments (énergie métabolisable et protéines). Par conséquent, la restriction nutritionnelle durant la période d'implantation peut retarder la croissance et le développement reproductif du fœtus (Belkacemi et al 2010 ; Idamokoro et al., 2017). Au milieu de la gestation, la croissance placentaire est rapide comparée à la croissance fœtale (Steyn et al., 2001). Une sous-alimentation pendant cette période pourrait influencer le développement du placenta et donc

affecter sa capacité à assurer les échanges entre la mère et le fœtus (Redmer et al., 2004, Belkacemi et al., 2010).

La sous nutrition au début et au milieu de la gestation (50% des besoins d'entretien) entrainerait une diminution de la taille de fœtus, et une hypoglycémie à 78 jours de gestation (Vonnahme et al., 2003 ; Ford et al., 2007). Cependant, des périodes de restrictions alimentaires en début et milieu de gestation, suivies d'une nutrition adéquate, ne semblent pas influencer le poids du fœtus à terme (Field et al., 2015), ni le poids à la naissance des agneaux nés simples (Sen et al., 2016b). Ce qui pourrait résulter de la croissance fœtale compensatrice consécutive à la réalimentation des mères (Field et al., 2015). Toutefois, sous alimenter de 40% des brebis Romanov pendant les deux derniers tiers de gestation (j50 jusqu'à terme) a pour conséquence une diminution du poids de naissance des agneaux (Scheaffer et al., 2004). Alors que dans une autre étude, une restriction énergétique de 30% et 40% du 45 au 115^{ème} jours de gestation suivie d'une alimentation adéquate a affecté le poids à la naissance des descendants ($P < 0,05$ et $P < 0,01$ respectivement) (Piaggio et al., 2017).

La fin de gestation est associée à une croissance et une demande nutritionnelle fœtales maximales (Robinson et al., 1997; Redmer et al., 2004) : près de 75% la croissance fœtale des ovins a lieu au cours des 50 derniers jours de gestation (Robinson et al., 1997, Wu et al., 2006). Ainsi, une restriction de 50 à 70% des besoins énergétiques pendant cette période peut diminuer de 10-18% le poids de naissance des agneaux (Khanal et Nielsen, 2017), réduire le développement mammaire et la production laitière (Salama et al., 2010, Freitas-de-Melo et al., 2018). Notons toutefois que, pour Hoffmann et al. (2018), le poids de naissance était inchangé pour les agneaux nés de mères restreintes de 50% du 100^{ème} jour de gestation jusqu'à l'agnelage comparativement aux agneaux nés de mères nourries de façon adéquate. Alors qu'une restriction nutritionnelle de 50% des besoins durant toute la gestation entraîne une réduction de 15% du poids corporel des fœtus issus de gestations simples et doubles (Kwon et al., 2004).

D'autre part, la gestation multiple induit un retard de croissance intra-utérine (IUGR : intra uterin growth restriction) (Sales et al., 2018, 2019), même lorsque les besoins nutritionnels de la brebis gestante sont couverts par la ration (Ford et al., 2007 ; Cleal et al., 2007 ; Quigley et al., 2008 ; Field et al., 2015, Sales et al., 2018 ; 2019). Ce retard de croissance intra-utérine naturel est dû aux troubles de synthèse de l'insuline et d'IGF-I, à l'altération du développement du placentome et au faible transfert d'acides aminés de la mère au fœtus (van der Linden et al., 2013). Ainsi, les glycémies et insulinémies fœtales au pré partum sont plus faibles chez les agneaux doublés comparés aux simples (Rumball et al., 2008 ; Green et al., 2011). Ces derniers

ont conclu que les agneaux doublés présentaient une sensibilité accrue à l'insuline, mais que la sécrétion d'insuline était moins sensible aux concentrations de glucose chez les jumeaux en partie à cause de la diminution de la masse de cellules β (Green et al., 2011). Par ailleurs, la diminution du poids des agneaux issus de portée double varie de 14% à 22% (West et al., 1996, Ford et al., 2007, Quigley et al., 2008). Dans ce contexte, plusieurs auteurs (MacLaughlin et al., 2005 ; van der Linden et al., 2013 ; Williams-Wyss et al., 2014 et Field et al., 2015) suggèrent que les brebis à gestations doubles répondent différemment aux variations des apports nutritionnels de celles des gestations simples. Dans l'ensemble, les périodes de restriction à court ou à long terme autour de la conception, chez les brebis à portées multiples, ne semblent pas affecter le poids et la morphométrie des fœtus, le poids et l'efficacité placentaires au cours du second tiers (MacLaughlin et al., 2005 ; Cleal et al., 2007), ou du dernier tiers de la gestation (Steyn et al. 2001; Quigley et al., 2008; Rumball et al., 2008; Field et al., 2015), ainsi qu'à la naissance (Cleal et al., 2007; Smith et al., 2010).

De leur part, Neville et al. (2010), montrent que les femelles et les mâles réagissent différemment à une sous ou suralimentation de la brebis, entre j50 et j147. Chez les mâles, une suralimentation globale de 40% et une sous-alimentation de 40% entraînent un même poids de naissance, qui est inférieur à celui des agneaux nés de brebis convenablement nourries. Chez les femelles, la sous-alimentation entraîne une diminution du poids de naissance par rapport aux agneaux nés de mères suralimentées, qui eux pèsent le même poids que les agneaux nés de mères nourries de façon adéquate.

II.1.2. Effets de la suralimentation

Selon Parr et al. (1987), l'augmentation de la matière sèche ingérée chez la brebis en début de gestation augmente le taux de mortalité embryonnaire. Un excès d'énergie (150% des besoins) en péri-conception n'aurait pas d'effet sur le poids de naissance des agneaux (Ford et al., 2009), alors qu'une suralimentation globale chez des agnelles en milieu et fin de gestation diminuerait le poids de naissance des agneaux. En effet, un apport alimentaire excessif de 140% chez des agnelles Rambouillet de 50^{ème} jour de gestation jusqu'à terme diminue le poids de naissance des agneaux (Yunusova et al., 2013). Or la même manipulation réalisée à partir de 40^{ème} jour jusqu'à terme n'a pas modifié le poids de naissance (Meyer et al., 2013). Cette différence s'expliquerait par la différence de 10 jours dans la période de suralimentation. D'autre part, un excès global de nutriments en milieu et/ou fin de gestation n'entraîne pas de modifications du poids de naissance des descendants de brebis multipares (Hoffmann et al., 2014 : 126%; Sen et al., 2016 : 175% des besoins énergétiques). De même, une suralimentation

globale sur l'ensemble de la gestation ne modifie pas le poids de naissance chez les brebis primipares (Peel et al., 2012) ou multipares (Long et al., 2015). De plus, il semble que le régime alimentaire durant la gestation puisse avoir une incidence partielle sur les performances de la lactation en modifiant le statut endocrinien (Lemley et al., 2014). Ces effets sur le système endocrinien pourraient donc directement provoquer des altérations de la croissance et du développement post-natal, indépendamment de l'utilisation des éléments nutritifs par le placenta pendant la gestation (Lemley et al., 2014).

II.1.3. Effet de la nutrition sur les hormones stéroïdiennes (Progesterone- Œstradiol 17-β)

Il a été rapporté chez les ruminants, que les concentrations périphériques de la progestérone et de l'œstradiol sont inversement proportionnelles au niveau de l'apport alimentaire (Parr et al., 1993; Sangsritavong et al., 2002). Les mécanismes de ces réponses sont vraisemblablement régulés par les voies de clairance hépatique des stéroïdes. En effet, 96% de la progestérone et 85% des œstrogènes sont métabolisés au niveau du foie (Parr et al., 1993). De ce fait une restriction nutritionnelle diminue le taux de clairance de la P4 (Parr et al., 1993) et de l'E2 (Adams, 1994 ; Grazul-Bilska et al., 2007 ; Renquist et al., 2008) d'où l'augmentation de la progestéronémie et de l'œstradiolémie observées chez les brebis sous-alimentées. Selon Renquist et al. (2008), une altération de l'expression de la SHBG (sex hormone-binding globulin), une recirculation entéro-hépatique, ou les deux, seraient impliquées dans la diminution de la clairance d'E2 lors d'une restriction alimentaire chez les ovins. Il a également été supposé que les altérations des concentrations périphériques de progestérone au milieu de la gestation seraient probablement dues, en partie, à des modifications des taux de clairance métabolique hépatique, tandis que des altérations de la progestéronémie en fin de gestation seraient expliquées par les voies de biosynthèse (Lea et al., 2007). Selon Lemley et al. (2014; 2018), la progestéronémie et l'œstradiolémie augmentent au dernier tiers de gestation chez les brebis après une restriction nutritionnelle durant la période allant du 40^{ème} jour jusqu'au moment de la parturition . Au contraire, l'alimentation des mères au-delà des recommandations nutritionnelles pendant cette période diminue la concentration des P4 et E2 au cours du dernier tiers de gestation (Lemley et al., 2014; Lemley et al., 2018). La sécrétion accrue de P4 chez les brebis en sous-nutrition serait associée à une augmentation de la stéroïdogénèse cotylédonaire et à une diminution de l'inactivation de la progestérone caronculaire (Lemley et al., 2018).

D'autre part, un apport énergétique excessif diminue les performances de reproduction des brebis (Renquist et al., 2008), augmente le risque de mortalité embryonnaire (Vinoles, 2012). En effet, l'augmentation du flux sanguin hépatique, associée à l'amélioration de la

nutrition, est directement liée à l'élévation du taux de clairance des hormones stéroïdiennes (Sangsrivong et al., 2002). Des études ont suggéré qu'une clairance élevée de la P4 peut entraîner des progestéronémies inférieures aux seuils requis pour le maintien de la gestation (Parr et al., 1987). De même, une clairance élevée en E2 peut éliminer les signaux embryonnaires essentiels à la reconnaissance de la gestation par la mère (Geisert et al., 1982). L'effet de la suralimentation sur la sécrétion de LH a également été rapporté, spécialement à court terme (Forcada et Abecia, 2006).

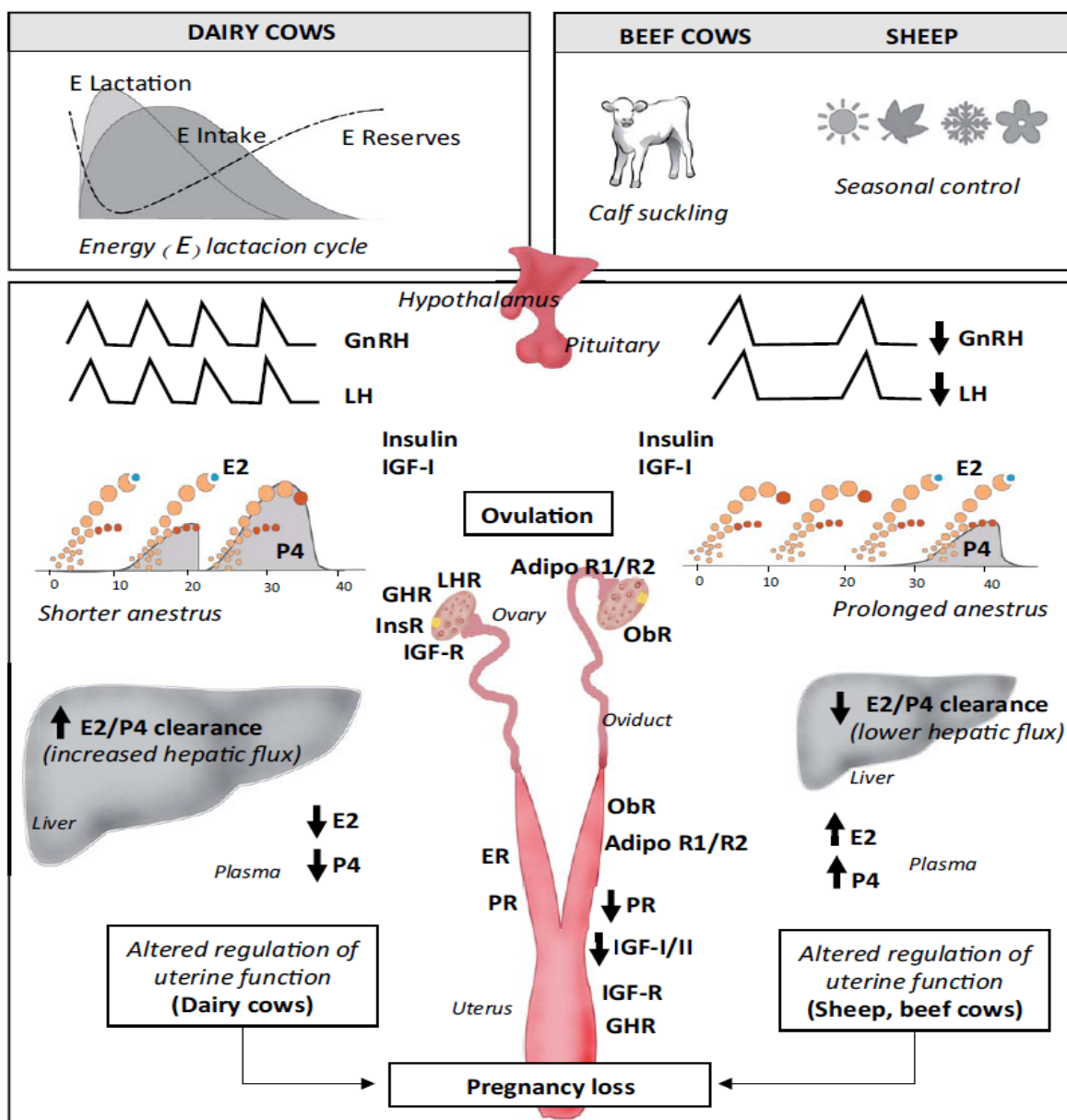


Figure 6 : Effets du bilan énergétique négatif et de l'environnement sur la reproduction chez ruminants (Meikle et al., 2018).

II.2. Effet de la température

Les animaux subissent différents types de stress ; stress physique, nutritionnel, chimique, psychologique et thermique. Parmi ces facteurs, le stress thermique est le plus préoccupant actuellement avec le changement climatique en constante évolution (Al-Dawood, 2017). Il entraîne une diminution des performances de production (croissance, lactation) et de la reproduction et augmentation de la mortalité (Sejian, 2013). C'est un facteur majeur de stress incriminé dans la réduction de la productivité des animaux dans les zones tropicales, subtropicales et arides (Silanikove et al., 1997 ; Ribeiro et al., 2018a), causant de grandes pertes économiques (Sejian, 2013 ; Al-Dawood, 2017). Soulignons toutefois que les ovins nourris à l'entretien seraient moins sensibles au stress thermique que les bovins (Silanikove, 2000). Ainsi, la demande croissante des produits animaux parallèlement au réchauffement climatique constituent une menace sérieuse pour le secteur agricole (Al-Dawood, 2017).

II.2.1. Effet sur les hormones stéroïdiennes (Progesterone- (Estradiol 17-β)

Des études font état de concentrations de progestérone plus élevées en été ou inférieures ou similaires à celles mesurées en hiver (Wolfenson et al., 1997). Ces variations des résultats de la progestéronémie peuvent être attribuées à plusieurs facteurs associés à un faible flux sanguin aux cellules lutéales, au métabolisme hépatique de P4, aux variations du volume sanguin, à la libération surrénalienne de progestérone, aux niveaux ou degrés d'hyperthermie, à l'étendue et à la durée de l'exposition à la chaleur, au niveau nutritionnel, au stade de lactation et d'autres facteurs qui affectent la progestérone plasmatique (Wolfenson et al., 2000; De Rensis et Scaramuzzi, 2003).

Emesih et al. (1995) ont signalé que les chèvres gravides exposées au stress thermique présentaient des concentrations plasmatiques en progestérone plus élevées que celles maintenues à une température ambiante modérée. Cependant, El-Darawany et al. (2005) ont constaté que l'effet de la saison de l'année sur la progestérone plasmatique chez les chèvres gestantes n'était pas significatif. Par ailleurs, Marai (2004) a indiqué que le niveau de la progestérone dans l'urine chez les brebis 21 jours après accouplement était significativement plus élevé ($P < 0,05$) en été qu'en hiver et en automne.

Comme la progestérone, les résultats sur l'effet du stress thermique sur l'œstradiolémie sont controversés : l'œstradiolémie n'est pas affectée (Roman-Ponce et al., 1981), augmente (Rosenberg et al., 1982) ou décline (Gwazdauskas et al., 1981). En effet, Wolfenson et al.

(1997) ont signalé que les concentrations d'œstradiol dans le liquide folliculaire étaient basses en automne et en été mais élevées en hiver. En revanche, Badinga et al. (1994) ont rapporté des concentrations d'œstradiol plus élevées aux mois les plus chauds par rapport aux mois les plus froids. Chez les chèvres, le stress thermique réduit les concentrations plasmatiques d'estradiol et la concentration d'estradiol folliculaire, l'activité de l'aromatase et le niveau des récepteurs de la LH, retardant ainsi l'ovulation (Ozawa et al., 2005).

II.2.2. Effet sur certains paramètres biochimiques

La connaissance des variables sanguines biochimiques est nécessaire pour définir le profil biochimique, le métabolisme énergétique, la fonction hépatique, les troubles du métabolisme hépatique, les anomalies osseuses et de là comprendre le niveau d'adaptation des animaux au adversités du climat (Ribeiro et al., 2018a). Toutefois, l'étude du profil biochimique nécessite une interprétation correcte des variables sanguines.

II.2.2.1. Glycémie et cholestérolémie

Les concentrations sanguines en glucose et cholestérol total sont des mécanismes d'adaptation physiologiques pouvant être affectés par les températures ambiantes élevées. En effet, ces métabolites montrent des différences de concentrations plus importantes par temps chaud. Certains auteurs ont signalé que les conditions climatiques chaudes réduisaient la glycémie et la cholestérolémie (Marai et al., 1995, Ocak et al., 2009, Rathwa et al., 2017 ; Ribeiro et al., 2018b), alors que d'autres rapports les contredisent. Ainsi, Da Silva et al. (1992), Al-Haidary et al. (2012) et Banerjee et al. (2015) ont rapporté des glycémies significativement plus élevées en été qu'en hiver chez les brebis et les chèvres. Selon Banerjee et al. (2015), l'augmentation du glucose plasmatique par temps chaud pourrait être due à l'augmentation des glucocorticoïdes notamment le cortisol en réponse au stress relatif à la température élevée. En effet, une corrélation positive entre la cortisolémie et la glycémie a été observée en été (Banerjee et al., 2015). Toutefois, Yokus et al. (2006) et Hamzaoui et al. (2013) ont indiqué que la glycémie ne paraît pas trop affectée par la saison, ou par la température élevée (Lassoued et al. 2017). Alors que Antunovic et al. (2002) ont rapporté des glycémies plus basses en été chez les brebis en fin de gestation. La baisse de glycémie faisant suite à l'exposition aux températures élevées serait due à la diminution des concentrations de l'insuline et de la thyroxine directement liée au métabolisme énergétique ou éventuellement à la dilution importante du sang (Sejian, 2013), ou encore à l'utilisation accrue du glucose plasmatique pour fournir l'énergie nécessaire

à l'activité musculaire accrue associée à l'augmentation du rythme respiratoire (Sejian et Srivastava, 2010).

D'autre part, la cholestérolémie décroît nettement avec l'augmentation de la température ambiante (Marai et al., 1995). Cette diminution marquée de la concentration en cholestérol peut être due à la dilution résultant de l'augmentation de l'eau corporelle totale ou de la diminution de la concentration en acétate, principal précurseur de la synthèse du cholestérol (Gupta et al., 2011). L'augmentation marquée du taux des glucocorticoïdes chez les animaux stressés par la chaleur peut être un autre facteur responsable de la baisse du taux de cholestérol sanguin (Marai et al., 2008). A l'inverse, Baumgartner et Pernthaner (1994) et Antunovic et al. (2002), ont enregistré des cholestérolémies plus élevées ($p < 0,05$) en été. Alors que Yokus et al. (2006) n'ont décrit aucune influence significative de la saison sur les taux sériques du cholestérol.

II.2.2.2. Protéines totales, albumine et globuline :

S'agissant des protéines sanguines, la majorité des études en rapporte une augmentation. Ainsi, Baumgartner et Parnthaner (1994), Antunovic et al. (2002), Deghnouche (2011), Ribeiro et al., (2018b) ont confirmé que la saison affecte significativement la protéinémie et les valeurs obtenues en saison sèche sont supérieures ($p < 0,01$) à celles de la saison humide. Toutefois, Yokus et al. (2006) et Haffaf (2017) n'ont décelé aucun effet significatif de la saison sur les taux sériques en protéines totales.

La baisse significative des protéines sériques avec l'élévation de la température enregistrée par certains auteurs (Helal et al., 2010, Attia, 2016) semble être due à la dilution des protéines plasmatiques résultant de l'augmentation de la teneur en eau corporelle, à une diminution de la protéosynthèse par baisse de la sécrétion des hormones anaboliques et augmentation des hormones cataboliques telles que les glucocorticoïdes et les catécholamines (Marai et al., 2008). La diminution des protéines sériques peut également être due à la baisse de l'apport alimentaire en azote et en minéraux, qui survient dans des conditions de stress thermique (Sejian, 2013). Par ailleurs, Baumgartner et Parnthaner (1994) ont signalé que le taux sérique d'Albumine était significativement plus bas ($p < 0,05$) en été qu'en hiver chez les ovins Karakul et Ossimi x Suffolk. La diminution de l'Albuminémie était estimée à environ 10% (Marai et al., 1996). Cependant, Salem et al. (1998) ont noté des taux sériques d'albumine plus élevés en été qu'en hiver en Egypte. Quant à la globuline, Al-Eissa et al. (2012) ont rapporté des taux plus élevés en saison humide résultant d'un faible ratio Albumine/globuline,

contrairement à Ribeiro et al. (2018b) qui ont relevé des taux sériques significativement plus élevés ($p < 0,05$) en saison sèche.

II.2.2.3. Urée et créatinine

Chez les ruminants, le taux de l'urée sanguine varie en fonction de la dégradation des protéines pour la néoglucogénèse, du catabolisme normal des acides aminés et de l'ammoniac dans le rumen. Dixon et al. (1999) ont rapporté que l'exposition à une température ambiante élevée réduirait le bilan azoté des ovins Merino x Border Leicester, probablement en relation avec la diminution de l'ingestion de matière sèche et l'augmentation de la respiration. De même, Yokus et al. (2006) ont décrit des valeurs très basses de ce paramètre pendant la saison chaude. Ainsi, la chute de l'urémie associée à l'exposition des animaux au stress thermique peut être due à une plus grande résorption de l'urée sanguine dans le rumen pour compenser le déficit en ammoniac résultant de la baisse des apports alimentaires et / ou l'augmentation de l'excrétion urinaire d'azote dans des conditions de stress thermique sévère, comme indiqué par un bilan azoté négatif (Marai et al., 2008). Cependant, Antunović et al. (2002) Rathwa et al., 2017 ont rapporté des concentrations sériques élevées en urée pendant la saison d'été comparé à l'hiver ($P < 0,01$ et $p < 0,05$ respectivement). Alors que Hamzaoui et al. (2013) n'ont signalé aucun effet du stress thermique sur l'urémie.

Par ailleurs, Rathwa et al., (2017) ont rapporté des concentrations sériques de créatinine significativement plus élevées en été qu'en l'hiver. Ces auteurs ont associé l'élévation significative ($p < 0,05$) des taux sanguins de l'urée, de l'acide urique et de la créatinine à la diminution du flux sanguin vers les reins durant la période de stress thermique. A l'opposé, Ribeiro et al. (2018b) ont noté une créatininémie significativement plus basse ($p < 0,05$) en saison sèche dans leur étude réalisée en région tropicale du Brésil ($5^{\circ}45'36''$ latitude et $35^{\circ}59'52''$ longitude). En effet, la température élevée augmente la respiration et diminue la créatinine musculaire suite au ralentissement du catabolisme. La créatininémie était positivement corrélée au rythme respiratoire ($0,38$; $p < 0,05$) et négativement à la température ambiante ($0,36$; $p < 0,05$) (Ribeiro et al., 2018b).

II.2.2.4. Activité de l'Alanine transaminase (ALAT) et l'Aspartate transaminase (ASAT) :

Les taux sanguins en enzymes reflètent l'activité métabolique en période de stress. Les activités des transaminases sériques sont utiles dans le diagnostic du bien-être des animaux (Al-Dawood, 2017). Nombreuses études montrent qu'elles varient avec la température ambiante. Certaines ont relevé des valeurs sériques moyennes de l'activité ASAT (Banerjee et al., 2015 ; Rathwa et al., 2017) et de l'activité ALAT (Salem et al., 1998) globalement plus élevées en été qu'en hiver. Toutefois, Baumgartner et Parnthaner, 1994 avancent que l'activité des ASAT diminue de manière significative en été chez les ovins Karakul. Alors que l'ALAT sérique semble peu influencée par la saison de l'année chez les brebis Barki et Rahmani (Okab et al., 1993), et chez les chèvres de diverses races (Banerjee et al., 2015). De leur part, Marai et al. (2004) ont constaté que les activités sériques d'ASAT et d'ALAT étaient peu influencées par la saison de l'année (été, automne et hiver) chez les ovins Ossimi x Suffolk, dans des conditions égyptiennes. L'augmentation des activités de l'ASAT et de l'ALAT sériques chez les animaux stressés par la chaleur peut être due à une stimulation accrue de la néoglucogénèse par les corticoïdes (Marai et al., 1995). Récemment, Ribeiro et al. (2018b) ont rapporté une baisse de l'activité ASAT chez les chèvres en saison sèche liée à la diminution de l'activité thyroïdienne, alors que l'ALAT augmentait significativement durant la même saison.

CHAPITRE III. EFFET DU STATUT PHYSIOLOGIQUE SUR LES PARAMETRES SANGUINS HORMONAUX ET BIOCHIMIQUES

III.1. Les hormones stéroïdiennes (Progesterone- (Estradiol 17-β)

Comprendre les changements hormonaux durant la gestation permet l'étude de la fonction ovarienne et placentaire au cours de cette étape clé de la reproduction. En effet, les variations des concentrations hormonales sanguines sont en rapport étroit avec le nombre de fœtus et le stade de la gestation chez les animaux domestiques. De plus, la manipulation stratégique de ces modifications hormonales peut aider à mieux contrôler les démarches thérapeutiques afin d'améliorer la survie des conceptus et la santé reproductive des femelles (Yildiz et al., 2005; Kandiel et al., 2010).

III.1.1. La progestéronémie

La progestérone sanguine est un bon indice de l'activité ovarienne chez les animaux reproducteurs. Elle varie en fonction de l'état physiologique de la femelle en passant de la période sèche à la période de gestation puis à la lactation pour revenir à la période sèche (Kadzere et al., 1997). Ainsi Ranilla et al. (1994); Farghaly et al. (2011) et Khan et al. (2014) confirment que le taux de P4 est significativement affecté par la période de gestation mais qu'aucun effet significatif de la race (Ranilla et al., 1994; Yotov, 2007; Farghaly et al., 2011) ou du sexe des fœtus portés (Mukasa-Mugerwa et Viviani, 1992; Ranilla et al., 1994; Yotov, 2007; Farghaly et al., 2011; Gür et al., 2011) n'a été enregistré chez les brebis en gestation. Plusieurs auteurs (Ozpinar et Firat, 2003; Ganaie et al., 2009; Farghaly et al., 2011; Safsaf et al., 2012; Khan et al., 2014) décrivent une courbe de progestéronémie croissante du début jusqu'à la fin de la gestation avec des valeurs maximales enregistrées en fin de gestation. Par ailleurs, Yotov (2007) constate que la mesure de la progestéronémie par ELISA au 20^{ème} jour post-insémination peut être utilisée avec succès pour différencier les brebis gestantes des brebis non gestantes. En effet, Thimonier (2000) affirme que l'augmentation de la concentration de progestérone constitue un indice pour le diagnostic de gestation, et avance qu'un taux supérieur à 1 ng/ml, détecté un cycle après insémination, indique un état gestatif des brebis. Cependant, Boscos et al. (2003) proposent une progestéronémie de 2,5 ng/ml comme seuil discriminatoire entre les brebis gestantes et vides au 17^{ème} jour suivant la lutte. Khan et al. (2014) trouvent eux aussi des résultats qui vont dans le même sens et rapportent que des taux plasmatiques élevés (≥ 2 ng/ml) durant la période allant du 18^{ème} au 22^{ème} jour après la lutte indiquent une fonction lutéale persistante ou un début de gestation chez les brebis. Tandis que Ganaie et al. (2009)

considèrent qu'un taux $\geq 1,75$ ng/ml indique une gestation chez les brebis inséminées s'il reste élevé à 18 jours post accouplement, alors qu'une diminution au $18,23 \pm 0,78$ jours post-lutte à moins de 1 ng/ml révèle un retour en chaleur. La mesure des concentrations plasmatiques de progestérone peut donc constituer un indicateur fiable d'un corps jaune fonctionnel, mais pas nécessairement d'une gestation. Cette différence entraînant des faux positifs ou des faux négatifs, peut être attribuée aux variations individuelles des brebis, aux cycles irréguliers, à la sensibilité des kits d'analyse utilisés (Ganaie et al., 2009), à des mortalités embryonnaires ou des avortements non remarqués (Mukasa-Mugerwa et Viviani, 1992).

D'autre part, il a été démontré que les taux plasmatiques de P4 sont fortement corrélés avec la taille de la portée. Ainsi, Manalu et Sumaryadi (1998a), dans leur étude chez les brebis Javanese à queue fine, ont rapporté qu'à partir de la 4^{ème} semaine de gestation, les brebis à portée multiple ont des concentrations de P4 significativement plus élevées ($P < 0,05$) que celles portant un seul fœtus. Cette différence devient très significative ($P < 0,01$) à partir de la 8^{ème} semaine de gestation avec des taux 54 % plus élevés chez les brebis à portée multiple. L'augmentation de la progestéronémie maternelle est liée à la sécrétion extra-ovarienne de P4 par le placenta chez les brebis. Kulcsár et al. (2006), dans leur étude sur des brebis prolifiques Merino, ont abouti à des résultats similaires avec des taux plus faibles en P4 plasmatique ($p=0,044$) et fécale ($p=0,051$) chez les brebis à portée simple comparativement à celles portant 2 ou (3-5) fœtus aux 41^{ème}, 81^{ème} et 101^{ème} jours de gestation. El-Tarabany (2012) a signalé également que la progestéronémie est significativement affectée par la taille de la portée avec des concentrations plus élevées de 34,1 ; 85,0 et 17,36%, chez les brebis à double portée que celles portant un seul fœtus en début, milieu et fin de gestation respectivement. En outre, Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992) ont rapporté une faible corrélation entre la production totale de P4 et le poids des agneaux à la naissance ($r = 0,24$), mais ces conclusions n'ont pas été partagées par d'autres auteurs. En effet, Ranilla et al. (1994) ont trouvé une relation positive entre la concentration de P4 et le poids des agneaux à la naissance chez les brebis Churra (18 à 20 semaines de gestation) mais pas chez les Mérinos. Dans une étude ultérieure, Ranilla et al. (1997) ont noté, entre 9 et 19 semaines de gestation, une corrélation positive ($P < 0,10$) entre les taux de progestérone et le poids des agneaux à la naissance. Par ailleurs, une corrélation positive a été enregistrée par Wallace et al. (1997) entre la progestéronémie en seconde moitié de gestation d'une part et le poids du placenta à terme et le poids des agneaux à la naissance d'autre part. Manalu et Sumaryadi (1998b) confirment ces constatations et ajoutent que les brebis ayant présenté des progestéronémies les plus élevées durant toute la période de gestation

donnent des agneaux plus lourds (r^2 : 0,76, 0,42 et 0,46, pour les brebis à 1, 2 ou 3 fœtus respectivement).

III.1.2. L'œstradiolémie

En général, et comme c'est le cas pour les concentrations plasmatiques de la P4, les concentrations de l'œstradiol-17 β augmentent avec l'avancement de la gestation (Jainudeen et Hafez, 2000) avec un pic de sécrétion le jour de la parturition chez la brebis. Ainsi, Alwan et al. (2010) enregistrent une augmentation significative de l'œstradiolémie chez les brebis iraqi durant la gestation avec un taux maximal de 98,7 \pm 4,3 pg/ml au 5^{ème} mois suivie d'une forte diminution après agnelage (4,1 \pm 0,06 pg/ml). Farghaly et al. (2011) confirment ces conclusions, et décrivent une évolution comparable des concentrations plasmatiques en E2 chez les brebis Rahmani et Ossimi, tout en concluant qu'aucune différence statistique significative entre les deux races n'est enregistrée. De même, Khan et al. (2014) constatent chez les brebis Kari, que l'amplitude sécrétoire de l'E2 durant la gestation est liée à la durée de celle-ci. D'autre part, chez les chèvres l'œstradiolémie atteint des valeurs de 1150 \pm 6,23 pg/ml le dernier mois de gestation avec un taux maximal 11fois plus élevé chez cette espèce que chez la brebis. Ces différences dans les profils de l'œstradiol mais aussi de la progestérone durant la gestation entre les brebis et les chèvres seraient probablement liées au rôle différent du placenta comme source de sécrétion de ces deux hormones dans les deux espèces (Manalu et al., 1995b).

L'augmentation considérable des œstrogènes circulants au pré-partum est essentielle au déclenchement du processus de la parturition : à la contraction utérine, à la stimulation sympathique de l'ocytocine et à la libération des prostaglandines nécessaires pour la contraction du myomètre. Ce niveau élevé d'œstrogènes autour de la parturition est également associé à la préparation de la glande mammaire à la lactation par stimulation de la prolactine (Gamit et al., 2018). Par ailleurs, Manalu et al. (1995a) estiment que les concentrations d'œstradiol pourraient être utilisées comme paramètre permettant de prédire la taille de la portée. Dans une étude ultérieure, Sumaryadi et Manalu (1999) rapportent que les concentrations sériques de E2 et/ou de P4 à au moins 8 semaines de gestation chez la brebis pourraient prédire le nombre de fœtus portés avec 86,7% de précision. Ces conclusions ne sont pas partagées par Yildiz et al. (2005) en raison des grandes variations individuelles des concentrations moyennes d'œstradiol chez les brebis de portées multiples. D'autre part, Lv et al. (2016) ne constatent aucune relation significative entre la taille de la portée et l'œstradiol fécal. De leur part, Kuźnicka et al. (2016), confirment qu'une corrélation significative positive existe entre le nombre de corps jaunes et la

progestéronémie, mais que cette corrélation devient négative entre le nombre de corps jaunes, l'œstradiolémie et la taille de la portée. Par ailleurs, Sabetghadam et al. (2018) ont prouvé chez les ovins que les concentrations en P4 et E2 dans liquides fœtaux des femelles sont plus élevées que les mâles.

III.2. Les paramètres biochimiques

La connaissance du profil métabolique des animaux est importante pour déterminer leur statut nutritionnel et prévenir les troubles métaboliques qui conduisent à la perturbation de la production et de la reproduction (Balikci et al., 2007). Les paramètres sanguins chez les ovins sont influencés par plusieurs facteurs à savoir : la race, l'âge, le sexe, le statut physiologique, la parité, la taille de la portée, l'état sanitaire, le climat et les saisons, la composition botanique des pâturages, la disponibilité de l'eau (Nazifi et al., 2003; Krajnicakova et al., 2003 ; Roubies et al., 2006; Seidel et al., 2006 ;Yokus et al., 2006; Iriadam, 2007 ; Gurgoze et al., 2009; Antunović et al., 2011. Deghnouche et al., 2011, 2013 ; Safsaf et al., 2012 ; 2014 ; Al-hadithy , 2015 ; Marutsova et al., 2015 ; Shek Vugrovečki et al., 2017). Des variations des constituants biochimiques peuvent aussi être attribuées aux procédés d'échantillonnage ou aux techniques analytiques (Shek Vugrovečki et al., 2017).

La gestation et la lactation sont des stades physiologiques qui modifient largement le métabolisme des animaux (Krajničáková et al., 2003; Iriadam, 2007; Gürgöze et al., 2009; Sharma et al., 2015) et activent les mécanismes d'adaptation visant à maintenir une homéostasie normale pendant le péri-partum (Seidel et al., 2006). Chez les brebis, le nombre de fœtus joue également un rôle dans le maintien de l'homéostasie maternelle surtout au dernier tiers de gestation, car les fœtus gagnent plus de la moitié de leur poids de naissance durant cette période (Seidel et al., 2006).

III.2.1. La glycémie

Le glucose en tant que source d'énergie est nécessaire à la production et à la reproduction (Radostits et al., 2000; Ramin et al., 2005; Ismaeel et al., 2018). Son métabolisme chez les ruminants dépend de l'apport alimentaire et de la disponibilité des précurseurs de glucose pour la néoglucogénèse (Marutsova et Binev, 2018) dont les principaux sont le propionate et les acides aminés (Sordillo et Raphael, 2013). Au cours de la gestation, les besoins énergétiques deviennent de plus en plus importants avec l'avancement de la gestation et la taille de la portée (Luther et al., 2007; Gao et al., 2008 ; Khatun et al., 2011). Ainsi, un apport énergétique

déficitaire en quantité ou en qualité entraîne une baisse de la glycémie associée à une élévation du taux d'AGNE (Caldeira et al., 2007b; Gao et al., 2008).

Des profils variables d'évolution de la glycémie chez les brebis de diverses races en période de gestation ont été décrits dans la littérature. Selon certaines études, elle tend à diminuer avec l'avancement de la gestation (Balikci et al., 2007; Gürgöze et al., 2009, Teleb et al., 2014; Ismaeel et al., 2018) du fait de la demande accrue du (des) fœtus et de la mobilisation du glucose maternel vers la circulation sanguine fœtale (Jacob et Vadodaria, 2001). Alors que d'autres décrivent un profil croissant avec l'avancement de la gestation (El-Sherif et Assad, 2001; Husted et al., 2008; Khatun et al., 2011; Pesántez-Pacheco, 2019). Le glucose maternel étant la principale source d'énergie durant la gestation, il représente 50 à 70% des substrats oxydés par le fœtus contre 20-25% pour le lactate probablement dérivé de la glycolyse anaérobie du glucose maternel au niveau du placenta (Bauman et Currie, 1980). En début de lactation, la glycémie tend à augmenter comparativement à la gestation (Balikci et al., 2007; Moghaddam et Hassanpour, 2008; González-García et al., 2015; Mohammadi et al., 2016) ou à la période sèche (Karapehlihan et al., 2007) reflétant la reprise de la capacité d'ingestion et le rétablissement de la balance énergétique des brebis après agnelage (Taghipour et al., 2011; Mohammadi et al., 2016). Par contre, d'autres auteurs (Vernon et al., 1981 ; Radostits et al., 2000 ; Firat et Ozpinar, 2002 ; Yokus et al., 2006) n'ont mentionné aucune différence significative de la glycémie entre la gestation et la lactation. Toutefois, il a été prouvé que les brebis en lactation avaient des glycémies significativement basses comparativement aux brebis vides supposant de grandes pertes dans le lait (Roubies et al., 2006; González-García et al., 2015).

D'autre part, l'influence significative la taille de la portée sur la glycémie des brebis a été mentionnée dans certains travaux de recherche. Ainsi, Balikci et al. (2007) ont rapporté, chez les brebis Akkaraman, des glycémies plus basses entre le 100^{ème} et le 150^{ème} jour de gestation comparativement au 45^{ème} jour post-partum et au 60^{ème} jour de gestation, et des concentrations plus faibles chez les brebis ayant 2 fœtus ($P < 0,05$) avec respectivement $3,01 \pm 0,08$ vs $2,79 \pm 0,1$ et $2,84 \pm 0,08$ vs $2,6 \pm 0,08$ mmol/l. Par ailleurs, El-Tarabany, (2012) a rapporté un effet hautement significatif ($P < 0,001$) de la taille de la portée sur la glycémie avec des taux 5,88% plus élevés chez les brebis à portée simple que chez celles à portée double ($64,95 \pm 0,50$ vs $61,13 \pm 0,50$ mg/dl). Des conclusions similaires ont été rapportées par El-Far et al. (2010), Raoofi et al. (2015), Lotfollahzadeh et al. (2016). Cependant, Castillo et al. (1999) et Seidel et al., (2006) n'ont pas trouvé de différence statistiquement significative liée à la taille de la portée

durant la gestation. Par ailleurs, Seidel et al. (2006) ont mentionné des glycémies significativement plus faibles ($P < 0,01$) un mois après l'agnelage chez les brebis ayant 2 agneaux que celles à portée simple (2,13 vs 2,59 mmol/l). Alors que, Aref et Hamdon (2012) n'ont signalé aucun effet de la taille de portée chez les brebis Sohagi en période du péripartum, mais des glycémies significativement plus faibles ($p < 0,05$) chez femelles à portée double en comparaison aux brebis vides ont été rapportées. Au péri-partum, Gonzalez-Garcia et al. (2015), ont noté des glycémies plus élevées chez les brebis laitières lacaune primipares, à portée double que chez celles à portée simple.

III.2.2. La cholestérolémie

Chez les ruminants, la cholestérolémie est influencée par divers facteurs : la race, l'âge, le sexe, la saison, l'état physiologique (gestation, lactation), l'alimentation ainsi que les pathologies du foie et des voies biliaires (Ozpinar et al., 1995). C'est aussi un indicateur de la fonction thyroïdienne (Özpinar et Firat., 2003). Le cholestérol est un précurseur de la synthèse de l'œstradiol et de la progestérone et peut donc altérer leurs concentrations dans le sang affectant positivement ou négativement les aspects de la reproduction (Rahbar et al., 2014). Ainsi, la cholestérolémie est plus élevée lors de la gestation et de la lactation comparativement à la non gestation (Ramos et al., 1994; Deghnouche et al., 2011; Sharma et al., 2015). Elle augmente avec l'avancement de la gravidité (Waziri et al., 2010) probablement en relation avec les altérations physiologiques endocrines. Elle est plus élevée lors de portée double que simple (Balikci et al., 2007 ; Raofi et al. (2013, 2015), Lotfollahzadeh et al., 2016). Par ailleurs, El-Far et al. (2010) ont noté une élévation significative de cholestérolémie chez les brebis gravides à portée simple ou double comparativement aux brebis vides durant les 2 dernières semaines de gestation et le jour de la mise bas. Par contre, Castillo et al. (1999) et Moallem et al. (2012) ont trouvé que la cholestérolémie diminue avec l'augmentation du nombre des fœtus par portée et avec l'avancement de la gestation, et également au début de la lactation (Castillo et al., 1999 ; Nazifi et al., 2002 et Boudebza et al., 2016) suite à l'absorption accrue de cholestérol par les tissus impliqués dans la synthèse du lait (Nazifi et al., 2002).

III.2.3. La triglycéridémie

Selon plusieurs auteurs, la triglycéridémie des brebis augmenterait avec l'avancement de gestation (Nazifi et al., 2002 ; Balikci et al., 2007 ; Antunovic et al., 2011 ; Safsaf et al., 2012 ; Pesántez-Pacheco 2019). Toutefois, ces conclusions sont en discordance avec ceux rapportés par Piccione et al. (2009) mettant en évidence une diminution significative en fin de

gestation. Par ailleurs, Nazifi et al. (2002) ; Gonzalez-Garcia et al. (2015) et Mohammadi et al. (2016) ont montré, que les concentrations plasmatiques des TG diminuent fortement après l'agnelage. Cette décroissance serait due à l'augmentation de la résistance tissulaire à l'action de l'insuline durant cette période, ou encore à l'accumulation des TG dans les hépatocytes, au déclenchement de la lactation et à l'accélération du métabolisme pour la synthèse des acides gras du lait (Jainudee et Hafez, 2000 ; Yokus et al., 2006).

S'agissant de l'effet de la taille de portée, Balikci et al. (2007), El-Tarabany (2012) et Lotfollahzadeh et al. (2016) ont confirmé que la triglycéridémie est plus élevée chez les brebis portant 2 fœtus que chez celles ayant un seul fœtus. En revanche, Castillo et al. (1999), Moallem et al. (2012) et Gonzalez-Garcia et al. (2015) ont enregistré, des taux plus faibles chez les brebis à portée double que celles à portée simple. Durant la lactation, Sobiech et al. (2008) ont avancé que le nombre d'agneaux allaités par brebis n'a pas d'effet sur les teneurs plasmatiques des triglycérides. Au contraire, Pesántez-Pacheco et al., (2019) ont noté un effet significatif de la taille de la portée sur la triglycéridémie des primipares uniquement après agnelage, avec des taux significativement plus élevés ($p = 0,009$) chez les portées doubles comparées aux simples. Résultats suggérant que les brebis laitières primipares Lacaune à haut rendement dépendent moins des lipides comme source d'énergie que ne le font les brebis multipares.

III.2.4. Le bilan protéique

Le taux des protéines plasmatiques ou sériques peut refléter l'état nutritionnel ou sanitaire de l'animal. Les protéines totales et l'albumine reflètent la disponibilité des acides aminés dans la ration, leurs concentrations diminuent lors de déficit en protéines synthétisées par l'organisme ou apportées par l'alimentation (Van Saun, 2009 cité par Safsaf, 2014). Une balance azotée négative durant une longue période induit une baisse de la protéinémie (Moç et al., 2011).

L'effet du stade physiologique sur la protéinémie a été décrit par plusieurs auteurs (Baumgartner et Pernthaner, 1994 ; Yokus et al., 2006 ; Antunović et al. (2002, 2004, 2011) et Soliman, 2014). En effet, ces études ont rapporté des valeurs sériques en PT significativement plus élevées chez les brebis vides comparativement aux brebis gestantes et celles en lactation. D'autres études, par contre, n'ont révélé aucune différence significative entre les femelles gestantes et vides (Roubies et al., 2006 ; Gururaj et al., 2014).

Durant la gestation, une diminution significative des concentrations sériques en protéines totales avec l'avancement de la gestation a été décrite dans plusieurs recherches (El-Sherif and

Assad, 2001; Antunovic et al., 2011 ; Balikci et al., 2007 ;Gürgöze et al., 2009 ; Farghaly et al., 2011; Safsaf et al., 2012 ; Teleb et al., 2014 ; Soliman, 2014 ; Shweta et al., 2017). Elle serait attribuée au fait que le fœtus synthétise toutes ses protéines à partir des acides aminés fournis par la mère et que la croissance du fœtus, notamment des muscles, augmente de manière exponentielle, en fin de gestation (Jainudeen et Hafez, 2000). Cependant, dans d'autres études on a signalé une augmentation de protéinémie avec l'avancement de gestation (Takarkhede et al., 1999; Piccione et al., 2009, Khatun et al., 2011) due aux conditions physiologiques stressantes. La diminution de la protéinémie observée chez les brebis au début de la lactation pourrait être expliquée par l'extraction et le passage des immunoglobulines dans le colostrum via les glandes mammaires le dernier mois de gestation ou en début de lactation (Jainudeen et Hafez, 2000).

Quant à l'effet du nombre de fœtus portés, Balikci et al. (2007) ont signalé chez les brebis Akkaramen des concentrations plasmatiques en protéines totales et en globulines significativement ($P < 0,05$) les plus basses au 100^{ème} et au 150^{ème} jour de la gestation, chez les brebis portant 2 fœtus que chez celles ayant une portée simple. Ce résultat est soutenu par Aref et Hamdon (2012) chez les brebis Sohagi.

Aucun effet significatif du stade physiologique sur les taux sériques de l'albumine n'a été détecté par certains auteurs (Teleb et al., 2014 ; Sharma et al., 2015 et Talawar et al., 2016). Alors que d'autres soulignent une augmentation significative de ce métabolite durant la gestation (Baumgartner et Pernthaner ,1994 ; Antunovic al., 2011) et notamment vers sa fin (Yokus et al., 2006 ; Durak et Altiner, 2006 ; Gurgoze et al., 2009 ; Piccione et al., 2009 et Onasanya et al., 2015). Inversement à cela, Balikci et al. (2007) ont montré indiqué une diminution de l'albuminémie vers la fin de gestation suivie d'une élévation des taux au post-partum. Pour El-Far et al. (2010), une baisse significative ($p < 0,05$) de l'albuminémie vers la fin de gestation chez les brebis à double portée par rapport au groupe contrôle a été constatée ($31,5 \pm 0,6$ vs $18,2 \pm 1,1$ g/l). Ce résultat est partagé par Farghaly et al. (2011), Shwetha et al. (2018). Par ailleurs, Taghipour et al. (2011) n'ont pas trouvé de variations significatives de l'albuminémie durant le péri-partum. D'autre part, El-Sherif et Assad (2001) ont enregistré une augmentation de l'albuminémie et du rapport albumine/globuline pendant la lactation comparée à la période sèche. D'autres auteurs ont noté des concentrations sériques significativement plus élevées en PT et albumine chez les brebis allaitantes que chez les brebis gestantes ou vides (Antunović et al., 2004; Piccione et al., 2009; Abdelrahman et Aljumaah, 2012). De leur part,

Karapehliyan et al. (2007) ont observé que l'albuminémie, au 1^{er} jour de lactation était significativement plus élevée par rapport au 30^{ème} jour post-partum ($P < 0,001$) traduisant les besoins énergétiques élevés pour la synthèse du lait surtout en début de lactation (Bremmer et al., 2000).

D'autre part, Yokus et al. (2006), Teleb et al. (2014) et Manat et al. (2016) n'ont rapporté aucune différence significative de la globulinémie liée au stade reproductif. Alors que Balikci et al. (2007) ont rapporté une diminution de globulinémie au 150^{ème} jour gestation comparé aux autres stades et que la protéinémie et globulinémie sont plus basses ($P < 0,05$) chez les portées doubles comparées aux portées simples aux 100 et 150^{ème} jours de gestation. De sa part, El-Tarabany (2012), a confirmé l'effet de la taille de portée sur les concentrations sanguines des protéines totales, de l'albumine et de la globuline. Les valeurs étant plus élevées chez les brebis portant un seul fœtus que celles à portées doubles de 7,97, 11,79 et 9,69% respectivement. Par ailleurs, Soliman (2014) a noté chez les brebis Ossimi des globulinémies plus faibles en fin de gestation ($P < 0,05$) qu'en lactation. Au cours de la phase post-partum / début de la lactation, Sharma et al. (2015), ont enregistré chez les brebis Gaddi, des taux plasmatiques en protéines totales et globulines significativement plus bas par rapport aux autres stades reproductifs, pouvant être dus à la captation des immunoglobulines par la glande mammaire (Hashemi et al., 2008). Selon Obidike et al. (2009), l'augmentation des globulines pendant les 15 jours post-partum correspond à l'augmentation des lymphocytes, reflétant ainsi une amélioration du statut immunitaire après la parturition.

Quant à l'urémie, Antunović et al. (2011) et Gururaj et al. (2014) n'ont pas trouvé de différences significatives entre les brebis gestantes et vides. Cependant, certains auteurs ont souligné des teneurs plus élevées chez les brebis gestantes que celles des brebis vides (Antunovic et al., 2002; Piccione et al., 2009 ; Deghnouche et al., 2013). Alors que Marton et al. (2009) ont trouvé des taux urémiques plus élevés chez les brebis vides comparativement aux gestantes. Par ailleurs, Antunovic et al. (2011) ; Deghnouche et al. (2013) et Boudebza (2015) ont rapporté des urémies plus élevées chez les brebis allaitantes comparées aux brebis gestantes et vides. Khnissi et al. (2013) par contre, ont relevé des valeurs plus basses chez les brebis allaitantes que chez les gestantes. El-Sherif et Assad (2001) ont rapporté que l'urée plasmatique augmente chez les brebis Barki à partir de la 10^{ème} semaine de gestation atteignant un pic à la parturition. Ce fait a été confirmé chez diverses races ovines par plusieurs auteurs (Antunovic et al., 2002 ; Durak et Altiner, 2006 ; Yokus et al., 2006 ; Piccione et al., 2009, Khatun et al., 2011 ; Jodan et Al-Hamedawi, 2017) qui ont trouvé des urémies plus élevées en fin de gestation.

Selon Raoofi et al. (2013), les valeurs les plus élevées de l'urémie sont observées chez la brebis Lori-Bakhtiari autour de l'agnelage, en relation avec l'augmentation du taux de cortisol affectant le catabolisme des protéines corporelles en fin de gestation (Silanikov, 2000), aux besoins énergétiques plus élevés durant cette période associés à un apport alimentaire insuffisant (Balikci et al., 2009), ou encore à l'hyperactivité thyroïdienne, qui induit une augmentation de la protéolyse chez les femelles gestantes (Piccione et al., 2009). Par ailleurs, d'autres études (Antunovic et al., 2004, Balikci et al., 2007, Husted et al., 2008 ; Gurgoze et al., 2009 ; Taghipour et al., 2010 ; Safsaf, 2014) ont enregistré des urémies plus faibles en fin de gestation qui seraient relatives à la réduction de l'ingestion alimentaire suite au stress et aux modifications hormonales liées à la parturition (Taghipour et al., 2010). D'autre part, Teleb et al. (2014) ; Talawar et al. (2016) n'ont constaté aucune différence significative de l'urémie durant les périodes physiologiques (la non gestation, fin de gestation et début de lactation) chez les brebis Saidi et Nari Suwarna respectivement.

D'autre part, Antunović et al. (2002) et Karapehliyan et al. (2007) démontré que l'urémie a tendance à augmenter durant le post-partum suite à la diminution de la filtration glomérulaire et la réduction de la clairance de l'urée en fin de gestation et en lactation (Rodriguez et al., 1996). Toutefois, Ouanes et al. (2011) ont montré que la lactation n'a pas d'effet significatif sur l'urémie. Par contre, El-Sherif et Assad (2001) et Piccione et al. (2009) ont indiqué que l'urémie diminue avec l'avancement de la lactation en réponse à la synthèse du lait. De plus, la taille de la portée ne semble pas affecter l'urémie des brebis au cours de la gestation ou au post-partum (Firat et Özpınar, 2002 ; Seidel et al., 2006 ; Balikci et al., 2007 et Raoofi et al., 2015). Cependant, El-Tarabany (2012) a constaté une différence significative ($p < 0,001$) de la taille de portée sur l'urémie en période de gestation avec des valeurs significativement plus basses chez les brebis portant un fœtus comparativement aux doubles. Par ailleurs, Ólafsdóttir (2012) a enregistré une urémie plus élevée chez les brebis portant des fœtus simples que celles portant 2 ou 3 fœtus (9,22 ; 8,60 et 7,44 mmol /l respectivement) en fin de gestation et en début de lactation. Cet auteur a confirmé que l'urémie varie proportionnellement avec le régime et sa richesse en protéines. Elle est plus élevée dans les régimes riches en protéines que dans des régimes adéquats ou hyper-énergétiques notamment dans les 3 dernières semaines de gestation. Quant à la période de lactation, Sobiech et al. (2008) ont noté une élévation significative de l'urée sanguine au cours de la lactation chez les brebis à allaitant un ou deux agneaux avec des taux plus élevés chez le dernier groupe.

PARTIE
EXPERIMENTALE

I MONOGRAPHIE DES REGIONS D'ETUDE

I.1 Région semi-aride

I.1.1 Présentation générale

L'étude s'est déroulée au niveau de la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Elevages (ITELV) d'Ain M'lila, localisée à 9 km au sud-ouest du chef-lieu de la commune d'Ain M'lila (wilaya Oum El-Bouaghi). Cette région, située à une altitude de 775 m au 36°2'13'' Nord de latitude et 6°34'33'' Est de longitude, est classée à l'étage bioclimatique semi-aride. La principale activité de la ferme est l'élevage de petits ruminants (ovins et caprins).

Trois zones distinctes caractérisent la région d'Ain M'lila :

La première, représentée par des plaines dépourvues de cailloux, de texture argilo-limoneuse, et sols profonds, est à caractère céréalier et maraîcher.

La deuxième, avec des sols peu profonds à texture argilo-calcaire, est réservée essentiellement aux céréales.

La troisième, avec des sols à texture argilo-limoneuse constitués de terre salée, est destinée aux pâturages.

I.1.2 Données climatiques

Les données climatiques de la région d'Ain M'lila durant l'année de l'essai sont représentées dans le tableau 5. Cette région nord-steppique de l'est algérien est caractérisée par des conditions climatiques rigoureuses avec des hivers froids et des étés chauds et secs (Safsaf, 2014). Les précipitations dans la région sont irrégulières avec une variabilité entre années et saisons. La moyenne annuelle est de 350 à 500 mm. Les températures minimales (-1,4 et -0,3 °C) ont été enregistrées en décembre et janvier respectivement, et les maximales en juillet-août (36,3- 34,9 °C). La précipitation totale de l'année de l'essai était de 339,3 mm.

Tableau 5 : Données climatiques de la région d'Ain M'lila (Station météorologique Oum-El Bouaghi, 2015)

2015	T° moyenne	T° max	T° min	Précipitation (mm)	Humidité %	Vent moyen m/s	Durée Ensoleillement heures entières
Jan.	5,0	11,6	-0,3	58,7	75	3,2	157
Fév.	5,6	10,4	1,3	43,0	71	5,5	139
Mars	9,5	16,4	3,0	43,6	65	4,6	229
Avril	14,8	23,0	6,0	6,8	54	3,7	289
Mai	19,4	28,2	9,9	22,8	48	5,0	311
Juin	22,6	30,9	13,2	29,3	45	4,7	343
juil.	27,3	36,3	16,3	4,8	35	4,4	377
Aout	26,2	34,9	16,7	59,4	45	4,4	289
Sept.	21,8	29,5	14,7	13,5	53	4,8	239
Oct.	16,8	23,7	10,7	41,7	63	4,4	227
Nov.	10,3	17,5	4,0	15,7	72	3,7	178
Déc.	6,2	15,8	-1,4	0,0	74	2,5	217

T° : température

I.2 Région aride

I.2.1 Présentation générale

Le travail en région aride a été réalisé au niveau d'une ferme d'élevage à caractère privé dans la commune d'El-Doucen, distante de 80 Km du chef-lieu de de la wilaya de Biskra et de 20 Km de la Daïra de Ouled Djellal. Cette région est située à une altitude de 317 m, à une latitude de 34° 6' 0" Nord, et à une longitude de 5° 1' 0" Est.

L'étude morpho-analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sols répartis comme suit :

- Les régions Sud sont surtout caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaires
- Les régions Est sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles.
- Les zones de Nord (de montagne) sont le siège de la formation des sols peu évolués et peu fertiles
- La plaine située au Nord-Ouest de Biskra où les sols argileux-sodiques sont irrigués par les eaux fortement minéralisées qui constituent le caractère de la pédogénèse de cette région (Khachai (2001) cité par Moussi, 2012).

I.2.2 Données climatiques

La lecture et l'analyse des données climatiques du tableau 6 font ressortir que le climat de la région de Biskra est caractérisé par :

- des précipitations très faibles et irrégulières d'un mois à un autre (une période sèche étalée sur toute l'année).
- des températures très élevées avec une moyenne maximale en juillet (35,0°C) et une moyenne minimale en Janvier (10,9°C).
- L'humidité relative de l'air varie sensiblement en fonction des saisons (59,5% au mois de janvier vs 29,4% en juillet).
- Les vents soufflent pendant toute l'année. Généralement, ce sont les vents du Nord-Ouest qui prédominent. Le sirocco provoque une augmentation notable de la température, une accélération de l'évaporation et une chute brutale de l'humidité atmosphérique d'où augmentation de la sécheresse (Deghnouche, 2011, Titaouine, 2015)
- Une grande luminosité, passant d'un minimum en Février de 195,9 heures à un maximum de 377,0 heures en juillet.

Tableau 6 : Données climatiques de la région de Biskra (Station météorologique Biskra, 2017)

2017	T° moy	T° max	T° min	Précipitation	Humidité	vitesse moyenne Vent (m/s)	Durée ensoleillement (heures)
Jan	10,9	19,8	1,1	3,4	59,5	4,9	227,1
Fev	15,3	29,4	3,0	0,1	48,3	4,6	195,9
Mars	19,1	31,5	8,0	4,5	36,9	4,9	291,5
Avril	21,7	35,2	8,8	13,6	42,4	3,8	239,6
Mai	28,6	40,5	17,1	0,6	33,5	3,8	307,4
Juin	32,4	45,5	19,7	2,8	31,4	4,1	343,4
Juil.	35,0	48,2	22,3	1,4	29,4	3,8	377,0
Aout	34,4	46,4	24,6	0,0	31,9	3,2	343,2
Sept.	28,0	40,7	17,5	9,4	43,7	3,4	289,7
Oct.	25,2	32,5	11,9	10,2	49,2	2,6	291,4
Nov.	16,0	28,0	5,0	0,4	48,2	4,2	223,7
Déc.	12,0	23,2	2,2	3,7	55,4	4,1	232,2

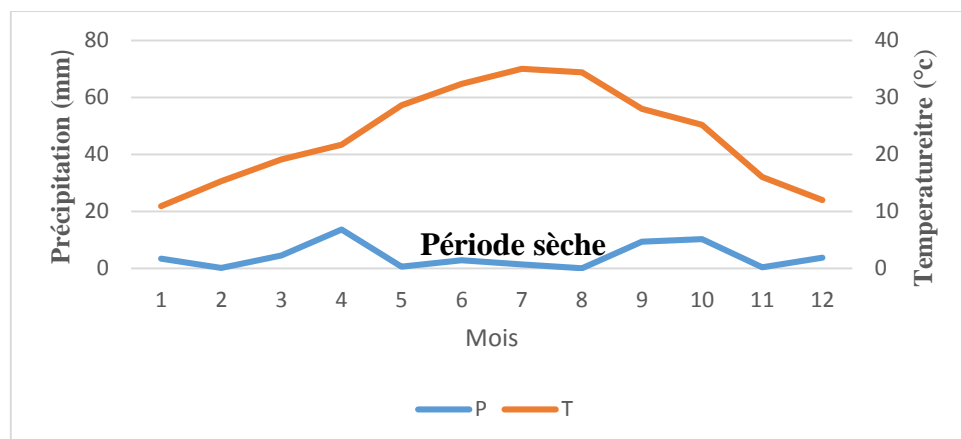


Figure 7 : Diagramme ombrothermique de Gaussen (Biskra)

II MATERIEL ET METHODES

II.1 Matériel

II.1.1 Animaux

II.1.1.1 Dans la zone semi-aride

L'étude a été réalisée dans la ferme expérimentale (ITELV) d'Ain M'lila durant la saison de lutte du printemps 2015 (avril). L'expérimentation a concerné vingt brebis sélectionnées, âgées de 1 à 4 ans, d'un poids moyen de $53,65 \pm 4,22$ Kg, de NEC entre 2,5 et 3, non gestantes, non allaitantes et cliniquement saines. Les brebis ont été pesées à l'aide d'une balance pèse bétail de marque (Marechalle-Pesage, PM 150), conçue pour petits ruminants à capacité maximale $200 \text{ kg} \pm 500 \text{ g}$.

II.1.1.1.a La conduite de l'élevage

La pratique d'élevage au niveau de la ferme est de type semi-extensif sauf pour les béliers reproducteurs et antenais figurant dans le programme futurs géniteurs qui sont maintenus en stabulation avec des cours d'exercice. L'ensemble des animaux de la ferme font l'objet d'un suivi sanitaire continu avec un programme prophylactique de vaccination et des traitements antiparasitaires réguliers.

II.1.1.1.b La conduite de la reproduction

La reproduction à la ferme ITELV est contrôlée par l'effet bélier avec un programme de deux périodes de lutte, printemps et automne. Les béliers géniteurs ne sont mis en contact avec les brebis que durant les deux mois de lutte (avril-mai ; octobre-novembre). À la fin de chaque période de lutte, ils sont retirés et seront réintroduits dans le troupeau des femelles la saison suivante. La lutte est libre. Les agnelages ont lieu en automne et au printemps.

II.1.1.1.c L'alimentation et l'abreuvement

Les brebis ont accès au pâturage sur jachères et chaumes en fonction de la saison et des aléas climatiques, en plus d'une distribution régulière de fourrages (paille d'orge ou de blé, du foin de vesce avoine ou de luzerne) et de concentré au niveau de la ferme.

Le concentré provient de l'unité de fabrication d'aliments de bétail d'Ouled Hamla (ONAB). Il est composé de Maïs (80%), son de blé (12%), Tourteaux (5%), CMV (2%) et Sel (1%). Un apport quotidien de concentré ONAB par brebis est assuré au niveau de la ferme à longueur d'année. Un apport supplémentaire de concentré ONAB intervient pendant les phases sensibles du cycle de production (lutte et fin de gestation). Le foin de luzerne est administré

aux brebis en période de lactation. Les parcours de jachères sont pourvus, pendant la période printanière et suite aux pluies d'automne, de plantes poussant sur sols peu profonds à texture argilo-calcaire, qui en fait sont destinés aux cultures céréalières (Safsaf, 2014).

L'eau est distribuée deux fois par jour.

Tableau 7 : Plan d'affouragement et conduite d'élevage des brebis à la ferme expérimentale ITELV d'Ain M'lila

MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV
	Lutte						Lutte				
Agnelage				Agnelage							
Pâturage, paille, concentré			Pâturage sur chaumes, paille, foin, concentré			Paille, Foin, concentré					

II.1.1.2 Dans la zone aride

L'étude a été menée dans une ferme privée à El Doucen durant la saison de lutte du printemps 2017 (avril- octobre). 30 brebis confirmées vides cliniquement saines, âgées de 1 à 4 ans, d'un poids moyen de $57,42 \pm 5,35$ kg, de NEC entre 2,5 et 3,5, ont été sélectionnées parmi un cheptel de 130 brebis.

II.1.1.2.a La conduite de l'élevage

La pratique d'élevage au niveau de la ferme est de type semi-extensif. Tous les animaux utilisent les mêmes pâturages. Des traitements antiparasitaires sont effectués régulièrement pour tous les animaux. Le suivi sanitaire est assuré par un vétérinaire privé.

II.1.1.2.b La conduite de la reproduction

La reproduction n'est pas contrôlée ; les béliers sont en contact permanent avec les brebis. La lutte est libre. Les agnelages sont répartis sur toute l'année.

II.1.1.2.c L'alimentation et l'abreuvement

Les parcours naturels constituent la base de l'alimentation des animaux. Les ovins profitent des grands parcours à plantes steppiques, dont l'alfa (*Stipa tenacissima*), le diss (*Ampelodesmostenax*), ainsi que par des prairies annuelles, composées de diverses graminées (prédominance de *Cynodon dactylon*), crucifères et légumineuses (surtout *Melilotus sulcata* et *Vicia monantha*) (Deghrouche, 2011). En été, les animaux pâturent sur les chaumes de céréales. Une complémentation à base d'aliment concentré est assurée au niveau de la ferme. De la paille à volonté en plus d'un mélange d'orge en grain et de son de blé sont

distribués chaque jour aux animaux (à raison de 400g et 200g respectivement pour les brebis). L'eau est distribuée une fois par jour.

II.2 Méthodes

II.2.1 Méthodes d'analyses fourragères

Les analyses de la composition chimique des aliments et de leur digestibilité *in vitro* ont été réalisées au niveau du laboratoire des analyses fourragères du Département de l'Agronomie (Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques, Université Batna 1)

II.2.1.1 Détermination de la composition chimique des aliments

Les échantillons représentatifs des aliments distribués aux brebis en bergeries au cours de l'essai dans les deux zones ont été pesés puis séchés à l'étuve (environ 48 heures à 60 °C) jusqu'à obtention d'un poids constant. Ils ont ensuite été broyés et conservés dans des boîtes hermétiques pour déterminer la composition chimique.

Les analyses chimiques (MS, MM, MAT, CB) ont été réalisées selon les méthodes officielles de l'Association of Official Analytical Chemist AOAC (1990). Toutes les mesures ont été effectuées en triple.

II.2.1.1.a Matière Sèche (MS)

La matière sèche est obtenue par dessiccation de 5 g de chaque échantillon à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

II.2.1.1.b Matières Organique et Minérale (MO et MM)

La teneur en cendres est obtenue après incinération de 2 g de matière sèche de chaque échantillon d'aliment dans un four à moufle à une température de 550°C pendant cinq heures. La matière minérale et la matière organique sont exprimées en % de la matière sèche.

II.2.1.1.c Matières Azotées Totales (MAT)

La teneur en matière azotées totales est obtenue selon la méthode de Kjeldahl.

II.2.1.1.d Cellulose Brute (CB) :

La teneur en cellulose brute est quantifiée selon la méthode de Weende

II.2.1.2 La digestibilité enzymatique

La méthode enzymatique pepsine- cellulase permet de prévoir la digestibilité des fourrages au laboratoire.

a) Introduire dans chaque creuset à verre effrité de porosité 02 contenant l'échantillon et fermé à la base par bouchon 50 ml de mélange pepsine-HCl 0,1 à 40 °C. Fermer avec un bouchon. Agiter, placer les creusets 24h au bain-marie 40°C de façon à ce que le niveau d'eau atteigne au moins celui du réactif dans les creusets (l'agitation est assurée mécaniquement).

b) Au bout de 24h : Effectuer une hydrolyse acide en plaçant les creusets 30mn dans un bain marie à 80°C.

Opérer portoir par portoir en les décalant dans le temps pour faciliter la filtration qui s'effectue exactement au bout de 30mn d'hydrolyse acide.

Filtrer rapidement tous les creusets pour éviter une hydrolyse supplémentaire puis rincer individuellement chaque résidu avec environ 250ml d'eau distillée, et terminer également par un rinçage du fond du creuset.

c) Fermer les creusets à la base avec les bouchons, introduire dans chaque creuset 50 ml de préparation cellulasique préalablement chauffée à 40°C.

Fermer les tubes et agiter comme précédemment.

Placer les creusets 24h au bain-marie 40°C.

d) Au bout de 24h :

Filtrer chaque creuset. Rincer le résidu avec environ de 250ml d'eau distillée, et terminer également par un rinçage du fond de creuset.

Sécher le résidu 48h à 103°C puis peser : Poids du creuset + résidu matière sèche = P1.

Calciner le contenu les creusets pendant 5h au four à 500°C, puis peser ;

Poids du creuset +cendre= P2.

II.2.1.2.a Digestibilité de la matière sèche (MS)

$$D_{cellMS} = \frac{E(MS) - (P_1 - P_0)}{E(MS)} \times 100$$

E(MS) : poids de la prise d'essai.

P0 : poids du creuset vide en gramme.

P1 : poids «creuset + résidu après étuve» en gramme.

Dcell MS: digestibilité cellulasique de la matière sèche (MS) en gramme.

II.2.1.2.b Digestibilité de la matière organique (MO)

$$D_{cellMO} = \frac{E(MO) - (P_1 - P_2)}{E(MO)} \times 100$$

E(MO): poids de la prise d'essai (MO en gramme).

P1 : poids «creuset + résidu de MS non dégradée» en gramme.

P2: poids «creuset + cendres» en gramme.

Dcell MO: digestibilité cellulasique de la matière organique en (%)

La digestibilité de la matière organique (DMO) et de la matière sèche (DMS) *in vitro* sont estimées par les formules suivantes :

$$DMS = 0,706 \times Dcell MS + 20,4 \text{ (DMS : la digestibilité de la MS en \%)}.$$

$$DMO = 0,656 \times Dcell MO + 24,33 \text{ (DMO : la digestibilité de la MO en\%)}.$$

II.2.1.3 Calcul de la valeur nutritive

Les équations et les formules de calculs de la valeur nutritive utilisées sont celles proposées par INRA (Jarrige, 1978).

$$MOD = MO \times DMO$$

$$MOND = MO - MOD$$

MOD: matière organique digestible (g/kg MS)

MOND: matière organique non digestible (g/kg MS)

MO: matière organique (g/kg MS).

II.2.1.4 Valeur énergétique (UF) :

Est estimée par la formule de Breirem (INRA, 1978) :

$$UF_{Breirem} = \frac{2.36 MOD - 1.2 MOND}{1650}$$

UF : unité fourragère par kg de matière sèche.

II.2.2 Evaluation de l'état corporel

L'état d'embonpoint (noté de 1 à 5) a été évalué par palpation de la région lombaire selon la méthode décrite par Russel (1984). La note moyenne d'état corporel est comprise entre 2,5 et 3 en région semi-aride et 2,5 et 3,5 en région aride au début des expérimentations.

II.2.3 Pesée des animaux

Les pesées des brebis ont été réalisées le matin sur des animaux avant la prise alimentaire, par un pèse bétail d'une capacité maximale de 200 kg ± 500 g (Marechalle-Pesage, PM 150).

Le poids vif des brebis a été mesuré avant la lutte, au dernier mois de gestation et après la mise bas.

Le poids des agneaux a été déterminé à l'aide d'une balance à capacité de 50 kg, à la naissance (dans les premières 12 heures), à 30, 60 et 90 jours.

II.2.4 Synchronisation des chaleurs en zone aride

Des brebis vides ayant été sélectionnées pour l'étude ont fait l'objet d'une synchronisation des chaleurs aux progestagènes. Les éponges vaginales imprégnées de Fluorogestone (FGA 20 mg, Chronogest, Intervet) ont été placées pendant 14 jours. Une injection d'eCG (Folligon, Intervet) (400UI) a été administrée par voie IM à chaque brebis au retrait de l'éponge. 48 heures après, les béliers ont été introduits pour une lutte libre.

Le non-retour en chaleurs est considéré comme signe de gestation.

II.2.5 Prélèvements sanguins

Les prélèvements sanguins ont été réalisés aseptiquement le matin sur animaux avant la distribution des aliments, par ponction de la veine jugulaire à l'aide d'aiguilles (Venoject : 0,9 mm) dans des tubes secs vacutainer. Cinq prélèvements de sang ont été effectués durant la saison de reproduction :

- **Prd1** : au cours de la période préparatoire (avant le contact avec les béliers en zone semi-aride et avant la synchronisation des brebis en zone aride).
- **Prd2** : début de gestation (un mois après l'introduction des béliers).
- **Prd 3** : à 3 mois de gestation
- **Prd 4** : en fin de gestation (le dernier mois)
- **Prd 5** : début de lactation (20- 30 jours post-partum).

Les échantillons de sang prélevés ont été centrifugés à une vitesse de 3000 tour/min pendant 10 minutes. Deux aliquotes de sérum ont été récupérées dans des tubes secs en plastique étiquetés, identifiés et conservés à -20°C jusqu'au moment de leurs analyses.

Les analyses de sang ont été réalisées dans un laboratoire privé d'analyses "Hafdi" Sétif. Les dosages ont porté sur les hormones ovariennes P4, E2 et les constantes biologiques du métabolisme énergétique (glucose, cholestérol, triglycéride), du métabolisme azoté (protéines totales, urée, albumine et créatinine), ainsi que l'activité de certaines enzymes (ASAT, ALAT, PAL).

II.2.6 Méthodes de dosage

II.2.6.1 Dosage des hormones stéroïdiennes (progestérone- œstradiol 17- β)

Les dosages de l'œstradiol 17 β et de la progestérone ont été réalisés par Immuno-Electro-Chimiluminescence CLIA (Richter, 2004 ; Ayad et al., 2018) à l'aide d'un automate (Hitachi Elecsys R 1010, Roche, Neuilly sur Seine, France) avec des kits Progestérone II (COBAS®, Roche) et Œstradiol II (Cobas ®, Roche). Les coefficients de variation intra- et inter-dosage pour la progestérone et l'œstradiol sont respectivement : 0,02 et 0,1 et de 0,06 et 0,1.

II.2.6.2 Les constantes biologiques

Les analyses des différents paramètres sériques sont effectuées, par des méthodes colorimétriques enzymatiques, sur automate de biologie clinique "automate Mindray BS-330E avec des kits commerciaux (Spinreact, Espagne).

II.2.6.2.a Glucose

Par la méthode colorimétrique enzymatique GOD-POD.

II.2.6.2.b Cholestérol

Par la méthode colorimétrique enzymatique CHOD-POD.

II.2.6.2.c Triglycérides

Par la méthode colorimétrique enzymatique GPO-POD.

II.2.6.2.d Protéines totales

Par la méthode colorimétrique de Biuret.

II.2.6.2.e Albumine

Par la méthode colorimétrique au vert de Bromocrésol (BCG)

II.2.6.2.f Globulines

Les valeurs de la globulinémie sont obtenues en calculant la différence entre les valeurs des protéines totales et celles de l'albumine sérique.

II.2.6.2.g Urée :

Par méthode colorimétrique enzymatique à l'uréase.

II.2.6.2.h Créatinine :

Dosée par méthode colorimétrique cinétique de Jaffé.

II.2.6.2.i Activités enzymatiques (ALAT, ASAT, PAL)

L'activité enzymatique a été déterminée en utilisant les kits commerciaux Biosystems (Espagne) pour les enzymes ALAT, ASAT et PAL.

II.3 Analyses statistiques

Les données obtenues dans les deux régions sont présentées en moyenne \pm SEM (erreur standard de la moyenne). L'Analyse de variance ANOVA à deux facteurs est utilisée pour déterminer l'effet de la gestation et la taille de la portée (0,1 ou 2) durant les différentes phases du cycle reproductif (périodes des prélèvements) sur les différents paramètres considérés ainsi que leurs interactions dans chaque zone d'étude. Le post-test de comparaison multiple de Tukey a permis de tester la signification entre les moyennes des différents sous-groupes. Le test T - Student a servi à la comparaison entre les paramètres de la zone aride et semi- aride, et le test Khi deux pour la comparaison des performances de reproduction (fertilité, prolificité et fécondité) des femelles des deux sites.

Les différences étaient considérées significatives lorsque $p < 0,05$.

La relation entre les différents paramètres étudiés a été vérifiée par le test de signification des coefficients de corrélations de Pearson ($p < 0,05$).

Le test de l'ANOVA multifactorielle a été effectué avec le logiciel Statistica 6.0. Toutes les autres analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel Graph Pad Prism 7 version (7.00).

III RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Etude de la composition des aliments et des rations

III.1.1 Composition chimique des aliments

Le tableau 8 indique la composition chimique (matière sèche, matière minérale, matière organique, protéines brutes, cellulose brute (exprimée en % de MS) des aliments distribués en bergerie dans les deux sites de l'expérimentation.

Tableau 8 : Composition chimique (moyenne \pm SD) des aliments distribués (% de MS) en régions aride et semi-aride

Région semi-aride					
Composition	MS (%)	MO (%)	MM (%)	MAT (%)	CB (%)
Concentré	92,86 \pm 0,06	90,70 \pm 0,04	9,30 \pm 0,04	12,56 \pm 0,11	2,38 \pm 0,06
Paille	92,88 \pm 0,56	93,90 \pm 0,04	6,10 \pm 0,04	4,75 \pm 0,05	44,67 \pm 0,04
Foin de luzerne	92,30 \pm 0,05	88,25 \pm 0,14	11,75 \pm 0,14	17,03 \pm 0,48	32,91 \pm 0,05
Région aride					
Orge	90,19 \pm 0,08	94,05 \pm 0,20	5,95 \pm 0,20	7,41 \pm 0,05	3,9 \pm 0,08
Son de blé	88,51 \pm 0,02	95,36 \pm 0,85	4,64 \pm 0,85	12,28 \pm 0,11	10,8 \pm 0,02
Paille	93,52 \pm 0,15	94,87 \pm 0,09	6,07 \pm 0,09	4,05 \pm 0,21	45,16 \pm 0,36

MS : Matière sèche ; *MO* : matière organique ; *MM* : matière minérale ; *MAT* : matière azotée totale ; *CB* : cellulose brute.

Selon les moyennes générales représentées dans le tableau ci-dessus, les compositions chimiques de l'ensemble des aliments distribués aux brebis peuvent être décrites comme suit :

- Dans les deux régions de l'étude, la teneur en matière sèche des différents aliments distribués avoisine les 90%. Il s'agit d'aliments à consistance très dure, et faciles à conserver à l'état naturel. Cependant, leur faible taux d'humidité engendre, un besoin en eau élevé, chez les brebis objet de notre étude. De plus les taux élevés de matière sèche sont également connus comme facteurs limitants de l'ingestibilité des fourrages (Deghnouche, 2011).
- Le foin de luzerne consommé par les brebis de la région semi-aride en période de lactation, enregistre les moyennes les plus élevées en MM (11,75 \pm 0,14%) et MAT (17,03 \pm 0,48%) suivi par le concentré ONAB. La teneur élevée en MS révèle sa récolte à un stade tardif.

- La CB qui représente le constituant principal des parois, est majoritaire dans les aliments grossiers des rations : paille ($44,67 \pm 0,04\%$) et foin de luzerne ($32,91 \pm 0,05\%$) dans la région semi-aride et paille seule ($45,16 \pm 0,36\%$) dans la région aride.

Les analyses fourragères révèlent une composition chimique du concentré ONAB comparable à celle obtenue par Safsaf (2014) et Meredef (2015). Cependant, nos valeurs en MM dépassent largement celles obtenues par Haffaf (2011) (1,86%), et Djaalab (2011) (2,37%). L'inverse est noté concernant la MO où on enregistre des teneurs plus basses comparativement aux mêmes auteurs. D'autre part, les échantillons de paille d'orge de notre étude montrent des compositions chimiques très proches en zone aride et semi-aride, les moyennes étant semblables aux données de Haffaf (2011) et Meredef (2015), à l'exception d'un pourcentage légèrement supérieur de la MS noté par Haffaf, 2011 (96,07%). Quant au foin de luzerne, des résultats similaires aux nôtres ont été constatés par Chibani (2013). De même, une composition chimique très proche du son de blé a été indiquée par Boudouma (2007) avec des moyennes respectives en MS, MM, MAT et CB de 88,00%, 5,33%, 16,05 % et 10,39%.

Les différences enregistrées dans les résultats, découlent probablement de la nature du sol ou des variations climatiques dans les différentes régions d'études, du stade physiologique de la plante ou de la méthode d'analyse. Ainsi, Deghnouche (2011), trouve que les plantes fourragères du Sud-Est de Biskra ont en moyenne 5 % d'humidité en moins par rapport aux fourrages du Nord. Il est à noter que la valeur nutritive d'un fourrage dépend, globalement, du contenu en éléments nutritifs de la plante, et que l'analyse de la composition chimique permet l'évaluation de la valeur nutritive des plantes fourragères par détermination des teneurs en nutriments (protéines, fibres, matière grasse, minéraux...) de l'aliment. Elle permet donc au nutritionniste de sélectionner la combinaison d'aliments qui répond le mieux aux besoins de l'animal (Arab et al., 2009).

Tableau 9 : Résultats de la digestibilité enzymatique et de la valeur nutritive des aliments distribués en régions semi-aride et aride

Aliments	D cell MS (%)	D cell MO (%)	DMS (%)	DMO (%)	MOD (g/kg MS)	MOND (g/kg MS)	UF/kg MS
Concentré ONAB	39,39	76,93	48,21	74,80	678,46	228,54	0,80
Paille (ITELV)	18,30	36,47	33,32	48,25	453,15	485,85	0,29
Luzerne	30,84	56,90	42,17	61,65	544,12	338,38	0,53
Orge	34,11	67,86	44,48	68,84	647,51	292,99	0,71
Son gros	45,50	64,91	52,52	66,91	638,10	315,50	0,68
Paille (OD)	19,33	37,90	34,05	49,19	461,95	477,05	0,31

D'après le tableau 9, on constate que le concentré ONAB administré aux brebis de la ferme expérimentale ITELV présente une meilleure digestibilité de la matière organique, suivi de l'orge, le son gros et le foin de luzerne. Par conséquent, la valeur énergétique des aliments suit le même ordre avec une meilleure valeur pour le concentré ONAB (0,80 UF/ kg MS). La paille qui constitue un aliment encombrant possède une faible digestibilité et une valeur énergétique basse (0,29- 0,31 UF/kg MS).

III.1.2 Les rations

Les calculs des besoins pour chaque catégorie de femelles ont été réalisés selon les recommandations INRA (Jarrige, 1988 ; Hassoun et Bocquier, 2007).

Les besoins recommandés et les besoins couverts par les rations distribuées dans les deux sites expérimentaux sont représentés dans les tableaux 10 à 13. Les déséquilibres éventuels des rations surtout azotés (Equilibre PDIN-PDIE par estimation du $R_{mic} = (PDIN - PDIE)/UF$) y sont également. Notons que l'apport fourni par les pâturages dans les deux régions n'a pas été inclus dans les calculs.

III.1.2.1 Période de lutte et début de gestation

D'après les tableaux 10 et 11, on observe que le taux de couverture des besoins énergétiques durant la période de lutte et le début de gestation est inférieur aux besoins recommandés de 15,38 et 16,17 % respectivement pour les portées simples et doubles pour la région semi-aride et 10,07 et 11,42 % pour les portées simples et doubles dans la région aride.

Ce déficit modéré en énergie peut être couvert par une légère mobilisation des réserves corporelles (Jarrige, 1988).

Concernant les besoins protéiques, on note un déséquilibre d'apport en PDIN par rapport à celui des PDIE indiquant un déficit en azote dégradable pour la flore microbienne du rumen, et des rapports Rmic, chez les deux catégories de femelles dans les deux zones, très négatifs avec -39,64 et -29,32 pour respectivement les portées simples en zone semi-aride et aride et -40,49 et -30,58 pour les portées doubles au niveau des deux sites respectifs.

Tableau 10 : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en région semi-aride en période de lutte et début de gestation

Période	Lutte et début de gestation (400 g concentré/brebis/jour)			
	Simple (PV ^{0,75} =19,64)		Double (PV ^{0,75} =20,47)	
Portée	Besoins recommandés	Besoins couverts	Besoins recommandés	Besoins couverts
MSVI		1,10		1,15
CI (UEM)	1,59		1,66	
UF	0,65	0,55	0,68	0,57
PDI	49,11		51,18	
PDIN		52,72		53,82
PDIE		74,70		76,82
Rmic		-39,64		-40,49

Tableau 11 : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en région aride en période de lutte et début de gestation

Période	Lutte et début de gestation (400g orge+ 200 g son de blé/brebis/jour)			
	Simple (PV ^{0,75} =20,47)		Double (PV ^{0,75} =21,29)	
Portée	Besoins recommandés	Besoins couverts	Besoins recommandés	Besoins couverts
MSVI		1,23		1,28
CI/ UEM	1,66		1,72	
UF	0,68	0,61	0,70	0,62
PDI	51,18		53,22	
PDIN		67,38		68,5
PDIE		85,37		87,51
Rmic		-29,32		-30,58

MSVI : matière sèche volontairement ingérée ; **PDI** : Protéines digestibles dans l'intestin
PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote ; **PDIE** : Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie ; **P^{0,75}** : Poids métabolique ; **Rmic** : équilibre PDIN-PDIE de la ration (= PDIN-PDIE/UF) ; **CI** : capacité d'ingestion ; **UEM** : unité encombrement mouton ; **UF** : unité fourragère.

-Besoin UF = PV^{0,75} x 0,033

-Capacité ingestion = I note x PV^{0,75}

- **I note** =0,081 pour une NEC de 3- 3,5

- **Besoin PDI**= $PV^{0,75} \times 2,5$

En région semi-aride, un apport d'une quantité de 400 grammes de concentré s'avère légèrement insuffisant pour couvrir les besoins énergétiques des brebis au cours de cette période. Le déficit énergétique semble moins prononcé pour la région aride où les femelles reçoivent un mélange d'orge et de son de blé. Sachant que dans les deux sites, la paille, qui est un aliment encombrant et pauvre en éléments nutritifs, constitue l'élément de base de la ration. Au cours de cette période d'essai, les brebis ont une capacité d'ingestion variable selon le poids corporel des brebis (entre 1,59 et 1,72 UEM). A cette capacité d'ingestion réduite se trouve associée un aliment trop encombrant constitué de paille, et une quantité de concentré distribuée ne couvrant pas entièrement les besoins des animaux. Or dans les conditions optimales, un rationnement adéquat permet d'ajuster les quantités de concentré et des fourrages par effet de substitution, où l'augmentation de la quantité de concentré dans la ration permet de réduire la consommation du fourrage (Jarrige, 1988 ; Agabriel et al., 2007 cités par Safsaf, 2014). Par ailleurs, selon les recommandations de l'INRA, une ration équilibrée en protéines doit avoir des apports PDIE égaux aux besoins PDI, et des apports PDIN égaux ou supérieurs aux besoins PDIE. Dans notre étude le déséquilibre en apports protéiques des rations au niveau des deux sites est reflété par les valeurs très négatives du Rmic.

III.1.2.2 Période de fin de gestation

Les besoins recommandés (INRA, 2007) et les besoins couverts par les rations de fin de gestation distribuées aux brebis au niveau des deux sites expérimentaux sont représentés dans les tableaux 12 et 13.

Tableau 12 : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en région semi-aride en fin de gestation

Période	Fin de gestation (500 g concentré, paille à volonté)			
	Simple		Double	
Portée	Besoins recommandés	Besoins couverts	Besoins recommandés	Besoins couverts
MSVI		1,43		1,66
CI/UEM	1,29		1,4	
UF	0,99	0,88	1,3	1,07
PDI	107		143	
PDIN		86,66		105,29
PDIE		113,44		135,98
Rmic		-30,33		-28,76

Tableau 13 : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en région aride en fin de gestation

Période	Fin de gestation (500g orge+ 200 g son de blé/brebis/jour)			
	Simple		Double	
Portée	Besoins recommandés	Besoins couverts	Besoins recommandés	Besoins couverts
MSVI		1,40		1,59
CI/UEM	1,39		1,5	
UF	1,03	0,80	1,34	0,91
PDI	110		146	
PDIN		92,47		104,25
PDIE		112,68		128,59
Rmic		-25,17		-26,65

MSVI : matière sèche volontairement ingérée. *PDI* : Protéines digestibles dans l'intestin

PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote. *PDIE* : Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie. $P^{0,75}$: Poids métabolique

Rmic : équilibre PDIN-PDIE de la ration (= PDIN-PDIE/UF). *CI* : capacité d'ingestion

UEM : unité encombrement mouton . *UF* : unité fourragère.

Au cours des dernières semaines de gestation, l'analyse des rations (tableaux 12 et 13) révèle une déficience énergétique et protéique dans les deux élevages. Le déficit énergétique observé est plus important en région aride par rapport à la région semi-aride et chez les portées doubles comparées aux simples. Il est estimé à 32,08 vs 22,33% en région aride contre 17,69 vs 11,11% en semi-aride pour les portées doubles et uniques respectivement.

De même le déficit protéique observé est exprimé par les valeurs négatives du Rmic et le déséquilibre entre PDIN et PDIE. Un résultat similaire a été rapporté par Safsaf (2014) en apportant 400g de concentré ONAB en fin de gestation. En effet, le déficit en PDIN représente 19,01 et 26,37% des besoins recommandés chez les brebis portant un et deux fœtus en zone semi-aride contre 15,94% et 28,60 % en région aride pour les deux catégories. Le déficit en PDIE est moins marqué que celui en PDIN et est observé chez les portées doubles avec 11,92 vs 4,9% en région aride et semi-aride respectivement. Selon Jarrige (1978), lorsque le déficit énergétique et (ou) azoté est peu important (moins de 20% des besoins), il peut être couvert par une mobilisation modérée des réserves de l'animal. Si les apports sont trop faibles pour être complétés par une mobilisation modérée, il faudra distribuer un aliment complémentaire adéquat. Dans notre cas, où les rations sont plus ou moins riches en PDIE, l'urée peut être utilisée comme source d'azote fermentescible pour couvrir le déficit en PDIN. Dans ce contexte Chachoua (2015), dans son investigation au niveau de l'ITELV d'Ain M'lila, a enregistré un taux de MAT après traitement de la paille à l'urée de 14,37 contre 3,45 pour la paille non traitée. De plus, le traitement à l'urée a amélioré la matière sèche volontairement ingérée de 63%

durant la phase critique de fin de gestation et de 11,5% en moyenne en dehors de la période de fin de gestation.

D'autre part, les capacités d'ingestion exprimées en UEM (unité encombrement mouton) ont diminué chez les deux catégories de femelles dans les deux régions comparativement à la période de lutte et au début de gestation. En effet, selon Hassoun et Bocquier (2007), au cours des trois premiers mois de gestation, les besoins n'augmentent pas considérablement par rapport à ceux d'une brebis en entretien vu la faible croissance du (ou des) fœtus. Toutefois, la fin de la gestation est une période délicate du cycle reproductif car la capacité d'ingestion des brebis diminue alors que ses besoins s'accroissent et cet effet est plus marqué pour les portées multiples (Jarrige, 1978 ; Bocquier et al., 1988). Green et al. (1994) trouvent que l'augmentation des taux d'œstrogènes en fin de gestation pourrait être un facteur important impliqué dans la diminution de la prise alimentaire. Ainsi, les besoins énergétiques s'accroissent de 150% ou 200% pour de la brebis à portée simple ou double respectivement (Cal-Pereyra et al., 2012). Cependant, l'exportation énergétique massive vers l'utérus, est associée à une capacité d'ingestion diminuée par réduction de la capacité ruminale consécutive à l'augmentation du volume utérin (Andrews, 1997 ; Xue et al., 2018). Dans le même contexte, en région semi-aride, on note que les quantités de MS volontairement ingérée sont passées de 1,10 et 1,15 en début période de lutte à 1,43 et 1,66 en fin de gestation pour les portées simples et doubles respectivement. En région aride les valeurs ont passé de 1,23 et 1,28 en début de gestation à 1,40 et 1,59 en fin de gestation. Cette variation de la quantité ingérée serait liée à la quantité de concentré qui a augmenté dans les deux sites. Cependant, malgré cette élévation de la quantité des concentrés dans les rations, elle reste insuffisante en termes de substitution pour pouvoir couvrir les besoins notamment chez les portées doubles. Du fait, que dans le cas normal le taux de substitution, dépendant principalement du stade physiologique, varie pour un stade donné selon la valeur d'encombrement du fourrage (Jarrige, 1988 cité par Safsaf, 2014). Ainsi, Jarrige (1978) recommande de réserver les fourrages de bonne qualité aux brebis proches de l'agnelage, et de les compléter avec un aliment concentré pendant les dernières semaines. Cette recommandation étant plus importante chez les brebis prolifiques, et que les apports doivent assurer des gains moyens de 5, 9 et 12 kg les deux derniers mois de gestation pour des portées respectives de 1, 2 et 3 agneaux (Jarrige, 1978).

III.2 Résultats de la condition corporelle

Durant la période de l'essai, on a noté une variation de l'état corporel en fonction du stade physiologique et du plan d'affouragement des exploitations.

- En région semi-aride durant la période de préparation et de mise à la lutte, les brebis ont présenté une NEC comprise entre 2,5 à 3 sachant qu'en plus du pâturage à l'extérieur, elles reçoivent un apport quotidien de concentré estimé durant cette période à 400g/j/brebis et de la paille à volonté en bergerie. Cette note reste cependant inférieure aux recommandations de Bocquier et al. (1988) (3-3,5) et justifie l'emploi du flushing.

A la mise des animaux au pâturage sur chaumes, l'état corporel s'est amélioré et la note corporelle a pu atteindre une valeur comprise entre 3 et 3,5. A la mise en bergerie en fin de gestation et au début de lactation les brebis ont présenté un déclin de l'état corporel plus important chez les brebis à portée double comparées à celles portant des simples ; de sorte qu'à la fin de l'expérimentation, la note a atteint 2,5. Pour les femelles non gestantes la NEC n'a pas trop varié de 2,5 points.

- En région aride, on a noté un état d'embonpoint meilleur chez les brebis au début de l'expérimentation allant de 2,5 à 3,5. Sachant que les animaux de la ferme ont fait l'objet d'un traitement antiparasitaire et d'une supplémentation minéralo-vitaminique dans l'eau de boisson. En plus des pâturages, les animaux reçoivent un apport quotidien constitué d'orge en grains et de son de blé. La paille est administrée le soir au retour des pâturages. La NEC n'a pas trop varié après. Cependant, la fin de gestation et le début de lactation coïncidant avec des périodes de grandes chaleurs, les femelles ont connu une perte de condition corporelle et la note a descendu entre 2,5 à 3. Les femelles n'ayant pas réussi à concevoir n'ont pas connu de grandes variations de la NEC (2,5 points).

La NEC est un bon indicateur des réserves adipeuses, elle varie significativement avec le stade physiologique et le bilan nutritionnel. Ainsi, lorsque les apports sont supérieurs aux besoins, les animaux gagnent du poids et constituent des réserves corporelles énergétiques sous forme de lipides. A l'inverse, lorsque le bilan est négatif, les brebis mobilisent leurs réserves graisseuses pour compenser le déficit et perdent du poids (Hassoun et Bocquier, 2007). Certains auteurs recommandent une note d'état corporel de 2,5 à 3,0 (Abdel-Mageed, 2009, Contreras-Solis et al., 2009), d'autres entre 3 et 3,5 (Boquier et al., 1988 ; Vatankhah et al., 2012) pour les luttés naturelles ou inséminations artificielles. Généralement les brebis en bonne condition corporelle auront de meilleures performances reproductives que celles à faible NEC (Kenyon et al., 2014).

Au cours des trois premiers mois de gestation, les besoins n'augmentent pas considérablement par rapport à ceux d'une brebis à l'entretien vu la faible croissance du (ou des) fœtus. Toutefois, la fin de la gestation est une période délicate du cycle reproductif (Bocquier et al., 1988). Les besoins énergétiques s'accroissent de 150% ou 200% pour de la brebis à portée simple ou double (Cal-Pereyra et al., 2012) car près de 80% de la croissance fœtale a lieu durant cette période. Cependant, l'exportation énergétique massive vers l'utérus, est associée à une capacité d'ingestion diminuée par réduction de la capacité ruminale consécutive à l'augmentation du volume utérin (Andrews, 1997 ; Xue et al., 2018). La brebis gestante, face à une balance énergétique négative peut mobiliser plus de 50% de ses réserves corporelles (Chilliard, 1987; Gao et al., 2008; Xue et al., 2018). Ainsi dans les deux régions les brebis gestantes ont connu une perte d'état corporel expliquée par une capacité d'ingestion diminuée associée à la distribution de rations déficitaires en énergie et déséquilibrées du point de vue apports protéiques (Tableaux 12 et 13).

Après agnelage, il existe des adaptations homéorhétiques chez les femelles en début de lactation qui conduisent physiologiquement à un bilan énergétique négatif. De plus, la capacité d'ingestion ne suit pas rapidement la courbe de lactation et les besoins très élevés de la brebis. Par conséquent les plus grandes mobilisations de réserves ont lieu pendant la première phase de lactation (70% pendant les 6 premières semaines de lactation contre 50% pendant la gestation). Les quantités de lipides mobilisées par la brebis en début de lactation peuvent atteindre 400 g/j et dépasser au total 13 kg. La lipomobilisation est en partie liée à l'exportation d'énergie dans le lait chez les animaux insuffisamment nourris, elle contribue pour 80% à la couverture du déficit énergétique et pour 25 à 75% à l'énergie nécessaire à la production laitière (Chilliard, 1987). Elle est fortement liée au nombre d'agneaux allaités ou au niveau de production laitière, au niveau alimentaire et à l'état d'engraissement initial des brebis, ainsi qu'à la saison (Chilliard, 1987). Dans son étude chez la brebis OD en région semi-aride Boudebza (2015) a constaté que la fin de gestation et la lactation affectent significativement l'état corporel des brebis primipares par rapport aux multipares, et a pu conclure que les agneaux les plus lourds ($p < 0,005$) sont issus des brebis dont la NEC était supérieure ou égale à 3 en milieu de gestation et en fin de gestation.

III.3 Paramètres sanguins hormonaux et biochimiques

Les brebis non gestantes non allaitantes au 1^{er} prélèvement (Prd 1), ont été classées par la suite selon leur fertilité en brebis vides (5 et 6 en régions semi-aride et aride) et brebis fertiles. Ces dernières ont été réparties selon la taille de portée en brebis à portées simples (8 et 14) et à portées doubles (7 et 10) respectivement en régions semi-aride et aride.

III.3.1 Les hormones stéroïdiennes (Progestérone- Œstradiol 17-β)

L'analyse de variance ANOVA multifactorielle a montré que les taux de (P4 et E2) sont significativement affectés ($p < 0,001$) par la période du prélèvement, la taille de la portée et la zone (Tableau 14).

Tableau 14 : Effets de la zone, la période du prélèvement, la taille de la portée et leurs interactions sur les hormones stéroïdiennes P4, E2

	Zone	Période	TP	Zone*Période	Zone* TP	Période* TP	Zone*Période*TP
P4	***	***	***	***	NS	***	NS
E2	***	***	***	NS	NS	***	NS

NS : non significatif, *** : $p < 0,001$

TP : taille de portée, P4 : Progestérone, E2 : œstradiol 17-β

L'analyse des résultats montre que, dans les deux zones d'étude, l'évolution des deux hormones (P4 et E2) dépend étroitement du statut physiologique (Tableaux 15, 16). En effet, les moyennes sont plus élevées ($p < 0,001$) chez les femelles gestantes et augmentent avec la taille de la portée et avec l'avancement de la gestation. Les concentrations maximales sont enregistrées en fin de gestation chez les brebis à portée double en zone aride comparativement à la zone semi-aride (avec respectivement $32,10 \pm 1,49$ ng/ml vs $27,00 \pm 2,18$ ng/ml, pour la P4 et $286,00 \pm 12,70$ pg/ml vs $271,00 \pm 12,50$ pg/ml pour E2).

D'autre part, l'analyse comparative au test t-Student fait apparaître des progestéronémies et des œstradiolémies plus élevées chez les brebis gestantes de la zone aride comparées à celles de la zone semi-aride. Ces différences sont statistiquement non significatives excepté pour les brebis à portées doubles au milieu de gestation ($p < 0,001$) et les portées simples en fin de gestation ($p < 0,01$) pour la P4, et au premier prélèvement pour les portées simples pour l'E2 ($p < 0,05$).

III.3.1.1 La progestéronémie

Les concentrations sériques en progestérone durant les différentes phases reproductives chez les femelles vides et gestantes (portée simple et double) sont présentées dans le tableau 15 et la figure 8.

Tableau 15 : Progestéronémie (ng/ml) (moyenne \pm SEM) chez les brebis OD au cours de différents stades de reproduction dans les régions semi-aride et aride

Progestérone		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-Aride	Simple (n=8)	0,91 \pm 0,24	3,65 \pm 0,29 b***	8,69 \pm 0,84 b***	19,3 \pm 1,54 a*A**	0,16 \pm 0,02 b***
	Double (n=7)	0,86 \pm 0,46	4,53 \pm 0,34 c***	10,6 \pm 0,55 c***B***	27,0 \pm 2,18 c***	0,29 \pm 0,04 c***
	Vides (n=5)	0,68 \pm 0,12	0,25 \pm 0,06	0,28 \pm 0,10	0,81 \pm 0,32 b***	2,45 \pm 0,59
Zone Aride	Simple (n= 14)	0,59 \pm 0,20	3,7 \pm 0,33 a*	10,2 \pm 0,79 a***	24,5 \pm 0,91 a***	0,20 \pm 0,02 b***
	Double (n = 10)	1,07 \pm 0,32	5,2 \pm 0,48 b***	15,8 \pm 0,60 b***	32,1 \pm 1,49 b***	0,3 \pm 0,03 c***
	Vides (n = 6)	0,83 \pm 0,54	0,65 \pm 0,24 c***	1,76 \pm 0,79 c***	2,71 \pm 0,76 c***	1,71 \pm 0,30

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation, *Prd4* : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides
A : *P. simple semi-aride* vs *P. simple aride* ; *B* : *P. double semi-aride* vs *P. double aride* ;
C : *Brebis vides semi-aride* vs *Vides aride*.

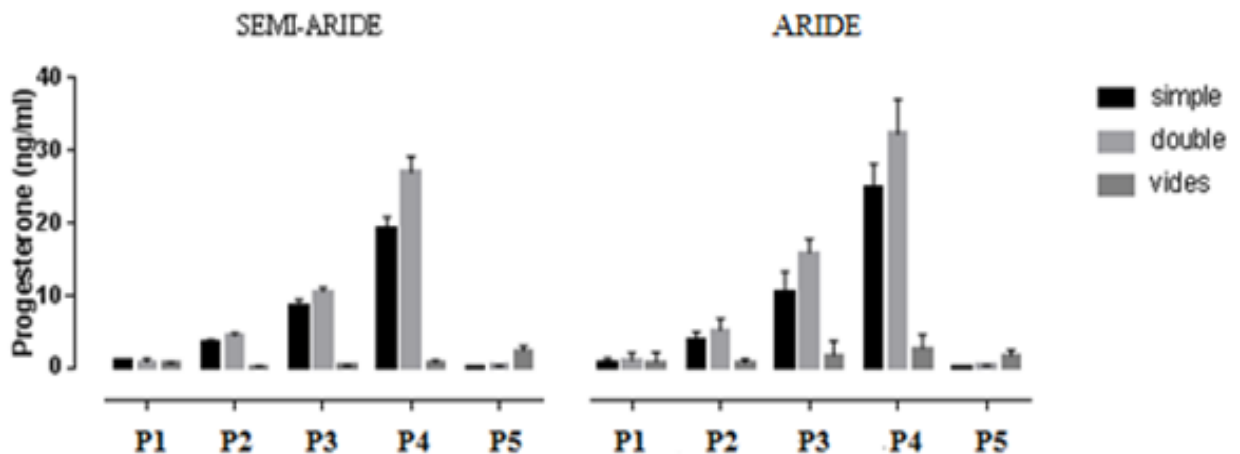


Figure 8 : Evolution de la progestéronémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

- L'analyse de variance à un facteur (effet statut physiologique principal) montre une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les taux sériques de progestérone des femelles gestantes et non gestantes (brebis à portée simples *vs* brebis vides et brebis à portée double *vs* brebis vides) au cours des périodes allant de Prd2 à Prd4.
- L'analyse de variance révèle également un effet taille de portée significatif dans les deux zones d'étude : les brebis portant des doublés ont des progestéronémies plus élevées en comparaison à celles portant un seul fœtus. Cet effet est apparent en zone semi-aride ($p < 0,05$) uniquement en fin de gestation (Prd4), tandis qu'en zone aride des différences significatives et très hautement significatives ont été notées en début (Prd2) ($p < 0,05$), au milieu (Prd3) ($p < 0,001$), et en fin (Prd4) ($p < 0,001$) de gestation entre les femelles gestantes (Portée simple *vs* Portée double).
- Au cours du dernier prélèvement (Prd5), dans les 2 zones, les femelles vides présentent des concentrations de P4 significativement ($p < 0,001$) plus élevées que celles observées chez les brebis allaitant un ou deux agneaux. Cependant aucune différence ($p > 0,05$) n'est observée entre les brebis allaitant un ou deux agneaux.
- L'analyse comparative au test t-Student (tableau 16) fait apparaître des progestéronémies plus élevées chez les brebis gestantes élevées en zone aride comparées à celles élevées en région semi-aride, pendant les périodes : Prd3 ($p < 0,001$) chez les brebis à portées doubles et Prd4 ($p < 0,01$) chez les brebis à portées simples, alors que pour les autres périodes les moyennes obtenues sont statistiquement similaires entre les deux zones.

A l'observation des résultats de la progestéronémie, chez les brebis OD des deux zones d'études, on constate que l'évolution des moyennes au cours des différentes périodes (Prd1, Prd2, Prd3, Prd4, Prd5) correspond au profil décrit par plusieurs auteurs (Ozpinar et Firat, 2003; Ganaie et al., 2009; Farghaly et al., 2011; Safsaf et al., 2012; Khan et al., 2014). En effet, les valeurs enregistrées, dépendent étroitement du statut physiologique (Tableau 16) et prennent une allure croissante du début jusqu'à la fin de la gestation pour ne chuter qu'à l'agnelage. Ainsi, avant la lutte la majorité des brebis avaient un taux basal de P4 ≤ 1 ng/ml en accord avec les résultats de Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992). Les valeurs maximales sont enregistrées en fin de gestation dans les deux régions. Cette augmentation significative de P4 avec l'avancement de la gestation est attribuée au développement suffisant du tissu placentaire sécrétoire et l'intervention du placenta comme source supplémentaire de production de la progestérone en plus de la sécrétion ovarienne (Benyounes et al., 2006; Ganaie et al., 2009).

D'autre part, il est à noter que les taux enregistrés en début de gestation (prd2) se rapprochent de ceux décrits par Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992) sur des brebis Menz avec des valeurs de 4,7 ng/ml au 14^{ème} jour de gestation, par Karen et al. (2003) sur brebis croisées Awassi x Mérinos avec 3,3±0,9 ng/ml au 18^{ème} jour, et par Ganaie et al. (2009) chez les brebis Corriedale avec 4,0±0,87 ng/ml au 16 – 30^{ème} jours post insémination. Toutefois, ces concentrations dans les deux régions sont plus élevées que celles obtenues par Benyounes et al. (2006) chez les brebis OD avec 2,31±0,13 ng/ml au 35^{ème} jour post insémination et par Khan et al. (2014) chez les brebis Kari avec (2,1 ng/ml) au début de la gestation. Elles sont cependant inférieures aux valeurs rapportées par Yotov (2007) au 20^{ème} et 40^{ème} jour post insémination chez les brebis Pleven à tête noire, et par Alwan et al. (2010) chez des brebis iraqi (6,7 ng/ml) au 1^{er} mois de gestation.

Au 3^{ème} prélèvement (prd3) qui correspond au milieu de gestation, les progestéronémies, des brebis à portée simple ou double sont nettement inférieures à celles obtenues par Yotov (2007) au 60^{ème} jour de gestation. Mais supérieures à celles retrouvées chez des brebis Corriedale par Ganaie et al. (2009) au 76- 90 jours avec 6,25±0,82 ng/ml et même au 91-105 jours avec 9,16±0,79 ng/ml. Alors qu'en zone semi-aride, nos valeurs sont légèrement inférieures à celles de Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992) (13,2±0,4 ng/ml au 75^{ème} jour de gestation) et d'El-Tarabany (2012) (12,00±0,31 ng/ml). A l'opposé, chez les brebis à portée double en zone aride nos valeurs sont plus élevées que celles rapportées par les auteurs précédemment cités.

Au 4^{ème} prélèvement (prd4 : fin de gestation), chez les deux catégories de brebis gestantes (à portée simple et multiple) les concentrations de P4 ont été les plus élevées de toute la période d'étude avec des valeurs maximales enregistrées en zone aride. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Safsaf et al. (2012) chez les brebis OD en zone semi-aride, où des taux de 20,67±4,01 ng / ml chez les brebis multipares et de 18,95±5,28 ng / ml chez les primipares ont été enregistrés en fin de gestation. Il en est de même pour Ozpinar et Firat (2003) qui relèvent des moyennes de (30 ± 4,9 ng / ml) chez les brebis Sakiz, à 120 jours de gestation ainsi que pour Farghaly et al. (2011) (55, 80 pg / ml chez la race Rahmani et 46, 65 pg / ml chez la race Ossimi à 140 jours de gestation) et Abd El Hameed et al. (2018) (51,6±3,9 pg / ml) chez des brebis portant des doublés.

Les différences enregistrées dans les résultats des études citées seraient attribuées aux conditions d'élevage, à la race, au nombre d'animaux utilisés ou aux techniques de dosage de la progestérone.

Enfin, après l'agnelage (Prd5) les taux de progestérone, chez les brebis ayant eu un seul ou deux agneaux, sont descendus à leur niveau basal (moins de 1 ng/ml), ce qui est en accord avec les études antérieures de plusieurs auteurs (Ozpinar et Firat, 2003; Ganaie et al., 2009; Farghaly et al., 2011; Safsaf et al., 2012; Khan et al., 2014). Cette chute de progestéronémie est due à la régression du corps jaune et à l'élimination du placenta (Ozpinar et Firat, 2003).

Dans les deux zones considérées, l'augmentation notable ($p < 0,001$) des taux sériques de progestérone chez les brebis gestantes enregistrée en début de gestation est confirmée par les conclusions antérieurement établies chez les ovins (Boscos et al., 2003; Yotov, 2007; Gür et al., 2011; Abd El Hameed et al., 2018), et chez les caprins (El-Zarkouny et al., 2008). Cette augmentation est liée à la présence d'une structure lutéale (Safsaf, 2014). En effet, Gür et al. (2011) trouvent que le diamètre du corps jaune et la progestéronémie des brebis portant un ou deux fœtus sont plus élevés ($p < 0,001$) que ceux enregistrés chez les femelles non gestantes. Gray et al. (2001) et Spencer et al. (2004) ont rapporté que cela s'accompagne entre le 15^{ème} et le 50^{ème} jour de gestation, d'une importante hyperplasie et hypertrophie des glandes endométriales afin d'assurer la synthèse, la sécrétion et le transport de diverses enzymes, cytokines, lymphokines, hormones, protéines de transport et autres substances. Toutefois il est à signaler que, Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992); Manalu et Sumaryadi (1998b); Kaskous et al. (2001) respectivement, chez les brebis Menz, Javanese à queue fine et Awassi ne trouvent aucune différence significative durant les trois premières semaines post- insémination entre les brebis portant un ou deux fœtus et les brebis vides.

Des pics de progestéronémie ont été décrits à des intervalles variables chez diverses races ovines suivis d'une diminution aux deux dernières semaines de gestation (Mukasa-Mugerwa et Viviani, 1992; Ranilla et al., 1994; Ganaie et al., 2009). Benyounes et al. (2006), chez les brebis OD, enregistrent, grâce à des dosages hebdomadaires, un pic de progestéronémie à la 17^{ème} semaine post insémination ($10,9 \pm 1,1$ ng/ml) suivi d'une baisse des moyennes observée à la 20^{ème} et 21^{ème} semaine avec respectivement $8,5 \pm 0,8$ et $5,2 \pm 0,9$ ng / ml. En l'absence de prélèvements hebdomadaires au dernier mois de gestation, nous ne pouvons confirmer l'existence d'une chute graduelle de la progestéronémie durant les deux semaines prépartum. Ganaie et al. (2009) et Wood (2009) expliquent que cette diminution de la P4 est

attribuée à l'augmentation importante de la cortisolémie fœtale les 20 aux 25 derniers jours de gestation suite aux stress multiples auxquels le (les) fœtus est (sont) exposé(s) tels que l'hypoxie, l'hypercapnie, les variations de la pression sanguine et de la glycémie. Le cortisol fœtal active la 17-hydroxylase placentaire qui transforme la progestérone en œstrogènes via l'androsténédione d'où la diminution de la progestéronémie (Ganaie et al., 2009) et l'augmentation des taux d'œstrogènes entraînant la stimulation de la sécrétion de prostaglandine et le développement des récepteurs de l'ocytocine (Jainudeen et Hafez, 2000)

Comparativement aux brebis gestantes, les brebis vides ont présenté, au dernier prélèvement, une progestéronémie significativement ($p < 0,001$) plus élevée, cela résulte selon Safsaf et al. (2012) de l'existence éventuelle de structures lutéales avec une activité ovarienne coïncidant avec les périodes de prélèvement. De plus, en région aride, chez cette catégorie de brebis lors des périodes : Prd3, Prd4 et Prd5 on a enregistré des taux de P4 supérieurs à 1 ng/ml indiquant une activité sexuelle continue, confirmée par les études de Taherti et al. (2016) et Zidane et Abadou (2017). Il est à signaler que les mâles étaient présents en permanence avec les brebis dans la ferme.

Concernant l'effet de la taille de la portée, il a été démontré que le taux de P4 augmente avec le nombre de fœtus (Butler et al., 1981; Kalkan et al., 1996; Manalu et Sumaryadi, 1998a; Kaskous et al., 2003; Müller et al., 2003; Kulcsár et al., 2006; Gür et al., 2011). Cet effet non significatif durant la phase embryonnaire (Prd2) en région semi-aride concorde avec les résultats de Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992); Manalu et Sumaryadi (1998a); Boscos et al. (2003) chez les ovins et d' El-Zarkouny et al. (2008) chez les caprins. De sa part, Yotov (2007) n'a pas trouvé de différence significative entre les brebis Pleven à portée simple ou double aux 20^{ème} et 40^{ème} jours de gestation avec respectivement $11,1 \pm 3,8$ et $15,2 \pm 4,1$ ng/ml chez les portées simples et $12,3 \pm 3,5$ et $18,2 \pm 5,0$ ng/ml chez les doublés. A contrario, Müller et al. (2003) attestent que le nombre de fœtus portés peut être déterminé dès le 19^{ème} jour de gestation via la progestéronémie avec 78% de précision chez les brebis, ce qui conforte nos résultats qui font ressortir en zone aride, une progestéronémie significativement plus élevée ($p < 0,05$) chez les brebis portant deux fœtus comparées aux simples. Les mêmes observations ont été rapportées par Gür et al. (2011) chez les brebis Akkaramen ($p < 0,01$) durant la première moitié de gestation. Ces auteurs notent d'ailleurs une corrélation positive entre le nombre des fœtus (0, 1, 2), le diamètre des corps jaunes et la progestéronémie. Ils concluent que la production de P4 augmente avec l'augmentation du diamètre du corps jaune. Des observations similaires ont

été constatées par Manalu et Sumaryadi (1998a) qui notent à la 17^{ème} semaine de gestation, un pic de la progestéronémie de 23,24 ng/ml chez les brebis portant un seul fœtus contre 37,24 ng/ml chez celles portant plusieurs fœtus. Ce pic a été suivi à la 20^{ème} semaine de gestation par une baisse des moyennes au même niveau chez les deux catégories (16,44 ng/ml brebis à portée multiple vs 16,70 ng/ml brebis à portée simple).

En zone aride, à Prd3, la différence hautement significative ($P < 0,001$) enregistrée entre les brebis portant un ou deux fœtus est en accord avec les résultats signalés par Ranilla et al. (1997) durant la période allant de la 12^{ème} à la 20^{ème} semaine de gestation ($P < 0,05$), ainsi que par Yildiz et al. (2005) chez les brebis Akkaraman avec ($P < 0,001$) aux 60^{ème} et 100^{ème} jours de gestation. De même, Karen et al. (2006) trouvent eux aussi des résultats qui vont dans le même sens et notent des taux de P4 significativement ($P < 0,05$) plus élevés chez les brebis à portée multiple que celles à portée unique. Toutefois, ces auteurs signalent la faible précision du test P4-RIA pour prédire la taille de la portée durant les deux périodes de leur essai (43–56 jours (62%) et 76–87 jours de gestation (65,4%)) et attribuent cela, aux larges variations de la progestéronémie parmi les brebis ayant le même nombre de fœtus, ou aux valeurs élevées de P4 chez les brebis à fœtus unique par augmentation du poids du placenta. Par contre Yotov (2007) affirme la possibilité de prédire la taille de la portée des brebis dès le 60^{ème} jour de gestation. Cet auteur, décrit également une différence significative ($P < 0,01$) liée à la taille de portée au 60^{ème} jour de gestation mais avec des valeurs supérieures aux nôtres ($26,9 \pm 5,0$ ng/ml et $20,1 \pm 3,0$ ng/ml chez les brebis à portée double et simple respectivement). Par ailleurs, El-Zarkouny et al. (2008) n'ont pas enregistré de variations significatives des taux de P4 chez les chèvres Barki à portées simples et multiples aux 45, 55 et 75 jours de gestation ce qui est en concordance avec nos résultats en milieu de gestation en zone semi-aride.

Plusieurs auteurs (Kalkan et al., 1996; Kaskous et al., 2003; Müller et al., 2003; Yildiz et al., 2005) rapportent un effet significatif de la taille de la portée durant la deuxième moitié de gestation chez les brebis de diverses races. Ces constatations consolident l'effet significatif ($p < 0,05$) et hautement significatif ($p < 0,001$) du nombre des fœtus observés, en zone semi-aride et aride respectivement, dans notre étude.

Toutes ces variations des taux de P4 chez les brebis à portées simples et multiples peuvent être attribuées au nombre et à l'activité du corps jaune durant la phase embryonnaire (Manalu et al., 1995a; Gür et al., 2011; El-Tarabany, 2012). De plus, l'augmentation de la masse placentaire associée à celle du nombre de fœtus augmenterait le nombre des glandes

placentaires sécrétant la progestérone et l'œstradiol durant la deuxième moitié de gestation (Manalu et al., 1995a; Manalu et Sumaryadi, 1998a).

III.3.1.2 L'œstradiolémie

Les concentrations sériques en œstradiol 17- β durant les différentes phases du cycle reproductif chez les femelles gestantes (portée simple et double) et vides sont présentées dans le tableau 16 la figure 9.

Tableau 16 : Œstradiolémie (pg/ml) (moyenne \pm SEM) chez les brebis OD au cours de différents stades de reproduction dans les régions semi-aride et aride

Œstradiol		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-aride	Simple (n=8)	68,9 \pm 4,64 A*	131 \pm 7,55 a*	166 \pm 10,1	239 \pm 12,7 b***	24,8 \pm 2,76 b***
	Double (n=7)	62,5 \pm 6,73	171 \pm 9,15 c**	206 \pm 10,7 c**	271 \pm 12,5 c***	32,9 \pm 3,65 c***
	vides (n=5)	68,3 \pm 8,33	123 \pm 12,8	129 \pm 20,9	112 \pm 11,1	97,7 \pm 5,5
Aride	Simple n=14	105,0 \pm 9,47	145 \pm 7,68 a*	187 \pm 13,3 a* b*	237 \pm 9,51 a* b***	25,1 \pm 3,86 b***
	Double (n=10)	105 \pm 18,6	174 \pm 4 c*	231 \pm 9,53 c***	286 \pm 12,7 c***	38,5 \pm 5,71 c***
	Vides (n=6)	102 \pm 19,7	142 \pm 10,2	132 \pm 11	120 \pm 19,7	118 \pm 20,5

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation, *Prd4* : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; *B* : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs. Vides aride.

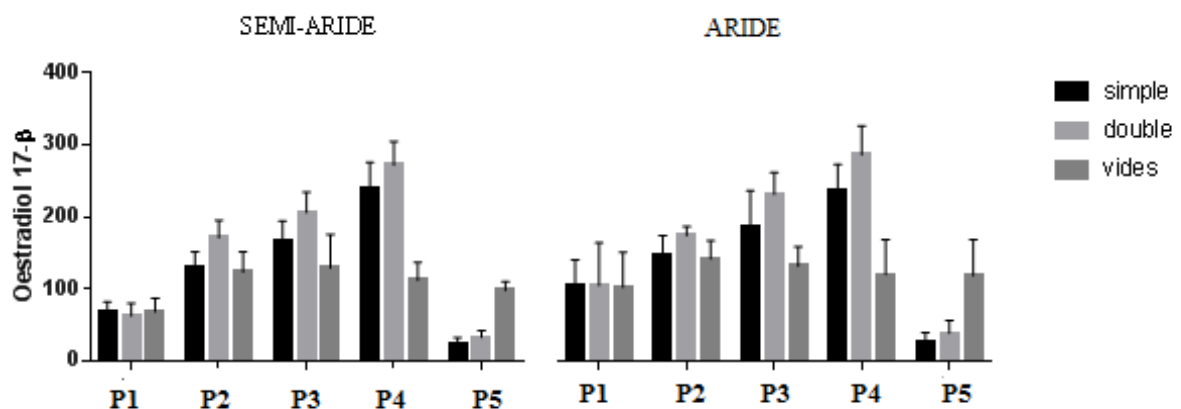


Figure 9 : Evolution de l'œstradiolémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en région aride et semi-aride.

D'après les observations des données de l'œstradiolémie (tableau 16 et figure 9), nous relevons :

- Des taux sériques qui prennent une allure croissante avec la progression de la gestation (de Prd2 à Prd4) et diminuent fortement après l'agnelage (Prd5), chez les brebis gestantes des deux zones d'étude.
- Des concentrations plus élevées chez les brebis gestantes à portée simple comparées aux vides, durant les périodes : Prd4 ($p < 0,001$) (zone semi-aride) ; Prd3 ($p < 0,05$) et Prd4 ($p < 0,001$) (zone aride).
- Des élévations significatives des taux sériques d'E2 chez les brebis à portées doubles comparativement aux non gestantes pendant toute la période de gestation : Prd2 ($p < 0,01$), Prd3 ($p < 0,01$), Prd4 ($p < 0,001$) en zone semi-aride et Prd2 ($p < 0,05$), Prd3 ($p < 0,001$), Prd4 ($p < 0,001$) en zone aride.
- Une différence significative ($p < 0,05$) entre les brebis à portée simple et celles à double portée en début de gestation (Prd2), dans les 2 régions d'étude, tandis qu'en milieu (Prd3) et fin (Prd4) de gestation, l'effet du nombre des fœtus a été noté uniquement en zone aride ($p < 0,05$).
- Des concentrations plus élevées ($p < 0,001$), au dernier prélèvement (Prd5), dans les 2 zones chez les brebis vides comparées aux brebis allaitant un ou deux agneaux.

La courbe d'évolution des taux sériques d'E2 observés sur les brebis OD objets de notre étude, est en concordance avec les observations de (Yildiz et al., 2005; Alwan et al., 2010; Shwetha et al., 2018) chez les brebis , et celles de Green et al. (1994) et de Alwan et al.(2010) chez les chèvres. Selon Kandiel et al. (2010) et Farghaly et al. (2011), l'œstradiolémie est significativement affectée par le stade de gestation. En effet, Farghaly et al. (2011) constatent, que la concentration plasmatique en E2 augmente avec la gestation atteignant ses niveaux maximaux au 145^{ème} jour de gestation (685,91 et 366,72pg/ dl) chez les brebis Rahmani et Ossimi, respectivement. Cependant, Kandiel et al. (2010) ont décrit une évolution différente chez les chèvres : les concentrations élevées avant la lutte, en accord avec nos résultats dans les 2 régions, sont suivies d'un retour aux valeurs basales les 4 premières semaines de gestation , puis une augmentation graduelle de la 5^{ème} à la 8^{ème} et 10^{ème} semaine pour atteindre les valeurs maximales la 17^{ème} semaine et un pic en fin de gestation. Ces auteurs précisent que l'évolution est caractérisée par une corrélation significative entre l'œstradiolémie et le stade de gestation ($r=0,81$, $P<0,0001$) (Kandiel et al., 2010). Cependant, Hamon et Heap (1990) ont rapporté que l'E2 plasmatique restait à un niveau relativement stable durant la majeure partie de la gestation (27,24 - 81,72 pg/ml). Notons aussi, que Ozpinar et Firat (2003) n'ont pas remarqué des

variations significatives des concentrations plasmatiques de cette hormone durant les périodes de leur essai (avant gestation, à 100 et 120 jours de gestation, et à 10 jours post-partum).

Malgré les valeurs d'E2 relativement plus élevées des brebis OD en région aride, il n'y a pas de différences significatives avec celles de la région semi-aride. Par ailleurs, des niveaux relativement, élevés de l'E2 observés avant la synchronisation de l'œstrus en zone aride peuvent refléter une activité ovarienne de brebis, car aucune séparation entre les mâles et les femelles n'est pratiquée dans cette ferme.

D'autre part, les données obtenues pour les brebis gestantes dans les deux zones sont plus élevées que celles obtenues par Roy et al. (2012) en début ($22,4 \pm 0,08$ pg / ml) et en fin de gestation ($180,08 \pm 0,07$ pg / ml) et par Ozpinar et Firat (2003) à 100 et 120 jours de gestation ($20 \pm 1,9$ et $22 \pm 3,7$ pg / ml, respectivement). Mais, elles sont en accord avec les observations d'Alwan et al. (2010) et Khan et al. (2014), chez la brebis et d' Alwan et al. (2010) et de Kandiel et al. (2010) chez la chèvre quant à l'élévation de la concentration en E2 maternel en fin de gestation.

En début de gestation (Prd2), dans les deux zones, aucune différence significative n'a été relevée entre les brebis à portée simple et les brebis vides. Un résultat similaire a été enregistré chez les brebis Merino par Alaçam et al. (1988). De même, en début de lactation (Prd5), aucune différence significative n'est retrouvée entre les brebis allaitant un ou deux agneaux. Ceci est en accord avec les résultats de Salah (1994), Khan et Ludri (2002) et Gamit et al. (2018) chez les chèvres, et également de Lv et al. (2016) chez les brebis.

Pour la catégorie des brebis gestantes (à portées simples et doubles) les différences significatives ($p < 0,05$ à $p < 0,001$) observées dans les deux régions d'étude aux différentes périodes de gestation, sont en partie en accord avec celles de Manalu et al. (1995b) chez la chèvre. Ces auteurs ont relevé des teneurs significativement plus importantes ($P < 0,01$) chez les femelles gestantes (68,839 et 184,932 pg/ml, pour les portées simples et doubles respectivement) en comparaison avec les femelles vides (8,782 pg/ml). Dwyer et al. (1999) de leur part montrent que les concentrations plasmatiques en œstradiol des brebis gestantes sont similaires à celles des non gestantes pendant la période comprise entre le début et la moitié de la gestation (semaine 10), puis elles augmentent rapidement et deviennent 15 fois plus élevées chez les brebis gravides à la 20^{ème} semaine. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus dans notre étude, dans les deux zones chez les brebis gestantes à portée simple par rapport aux vides. Yildiz et al. (2005) aboutissent eux aussi aux mêmes constatations chez les brebis de race Akkaraman à portée simple, mais pour celles ayant une portée double, contrairement à nos

résultats, ces auteurs précisent qu'aucune augmentation significative des taux de l'E2 n'est enregistrée à 60 et 100 jours de gestation.

Concernant l'effet de la taille de la portée, les résultats obtenus, aux différentes périodes de gestation, en zone aride révèlent des concentrations d'E2 significativement plus élevées chez les brebis ayant 2 fœtus comparativement à celles ayant un seul. Ces résultats sont en accord avec ceux de Yildiz et al. (2005) chez des brebis Akkaraman, et de Salah (1994) chez les chèvres Aardi. Manalu et al. (1995b) précisent eux aussi que les taux d'œstradiol sont plus élevés ($P < 0,01$) de 169% chez les chèvres à portées multiples par rapport aux simples durant les 2 derniers mois de gestation (184,932 vs 68,839 pg/ml). Manalu et al. (1995a) expliquent que l'augmentation des concentrations sériques des hormones de reproduction (P4 et E2) dans le sérum maternel en rapport avec le nombre de fœtus, suggère une stimulation hormonale accrue du développement des glandes mammaires au cours de la seconde moitié de gestation. A l'opposé, Khan et Ludri (2002) signalent des taux d'E2 plus élevés ($p < 0,01$) chez les chèvres à portées simples comparativement aux gestations multiples dans la période du péripartum. En outre, en accord avec les observations faites en milieu et fin de gestation pour la région semi-aride, Butler et al. (1981) ne trouvent aucune différence significative entre les brebis à portée simple ou multiple.

Les concentrations plus élevées ($p < 0,001$), au dernier prélèvement (Prd5), dans les 2 zones chez les brebis vides comparées aux brebis allaitant un ou deux agneaux suggèrent l'existence éventuelle d'une activité ovarienne chez les non gestantes. Tout en sachant qu'à cette période (septembre) les femelles sont en activité sexuelle d'automne, surtout à la suite du flushing réalisé à la faveur de pâturage sur chaumes (Safsaf, 2014).

Les valeurs les plus élevées des hormones de reproduction enregistrées dans la région aride pourraient être attribuées aux conditions nutritionnelles plutôt que climatiques.

III.3.2 Les paramètres biochimiques

Pour le statut métabolique des brebis OD, la majorité des paramètres explorés dans cette étude présentent des valeurs compatibles avec les normes usuelles correspondantes rapportées dans la littérature même si des différences significatives ou non ont été enregistrées entre les deux régions.

Tableau 17 : Effets de la zone, la période du prélèvement, la taille de la portée et leurs interactions sur les paramètres biochimiques

	Zone	Période	TP	Zone*Période	Zone*TP	Période* TP	Zone*Période*TP
Glu	***	***	NS	NS	NS	***	NS
Chol	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS
TG	***	***	NS	***	NS	***	NS
Pr Tot	*	***	NS	*	NS	NS	NS
Alb	***	NS	NS	*	NS	NS	*
Glo	***	***	NS	NS	NS	NS	NS
Urée	*	***	NS	***	NS	NS	NS
Créa	***	***	NS	***	NS	NS	NS
ASAT	NS	***	NS	***	**	NS	NS
ALAT	***	***	NS	***	NS	**	NS
PAL	***	***	*	*	**	NS	NS

NS : non significatif, * : $p < 0,05$, ** : $p < 0,01$: *** : $p < 0,001$; TP : taille de portée, Glu : glucose, Chol : Cholestérol, TG : Triglycérides ; Pr Tot : protéines totales ; Alb : albumine ; Glo : globuline, Créa : créatinine.

III.3.2.1 La glycémie

Les données statistiques concernant les concentrations sériques du glucose dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 18 et la figure 10.

Tableau 18 : Variations de la glycémie (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Glycémie		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-aride	Simple (n = 8)	0,64 \pm 0,03 A***	0,60 \pm 0,03	0,52 \pm 0,06	0,45 \pm 0,07	0,54 \pm 0,04
	Double (n = 7)	0,66 \pm 0,03 B***	0,61 \pm 0,03 B*	0,49 \pm 0,05	0,43 \pm 0,03	0,60 \pm 0,02
	vides (n = 5)	0,62 \pm 0,01 C*	0,63 \pm 0,04 C*	0,60 \pm 0,04	0,63 \pm 0,02 C*	0,64 \pm 0,03 C*
Aride	Simple (n = 14)	0,52 \pm 0,01	0,55 \pm 0,01	0,54 \pm 0,01	0,37 \pm 0,02 b***	0,55 \pm 0,03
	Double (n = 10)	0,53 \pm 0,01	0,54 \pm 0,01	0,56 \pm 0,02	0,38 \pm 0,02 c***	0,53 \pm 0,03
	vides (n = 6)	0,54 \pm 0,03	0,52 \pm 0,03	0,51 \pm 0,02	0,53 \pm 0,03	0,52 \pm 0,02

Prd1 : période avant la lutte, Prd2 : début de gestation, Prd3 : milieu de gestation, Prd4 : fin de gestation,

Prd5 : début de lactation. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. a : Portée simple vs Double ;

b : portée simple vs brebis vides ; c : portée double vs brebis vides A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ;

B : *P. double semi-aride vs P. double aride* ; **C** : *Brebis vides semi-aride vs. Vides aride*.

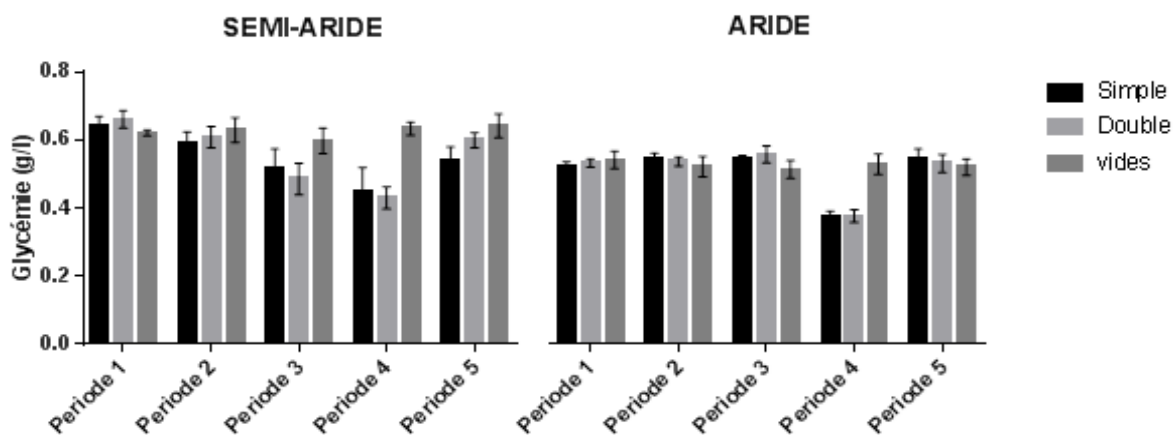


Figure 10 : Evolution de la glycémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Les valeurs de la glycémie enregistrées dans les deux régions pour l'ensemble des brebis OD sont situées dans les intervalles de référence rapportés par Dimauro et al. (2008). Cependant, les taux en fin de gestation dans les 2 zones sont inférieurs aux normes physiologiques décrites par Kaneko et al. (2008)(0,50-0,80g/l), mais situés dans les limites inférieures des intervalles de référence définis par Boudebza (2015) pour les brebis OD (0,34-0,72 g/l). C'est également au cours de cette période que l'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives ($p < 0,001$) lors de comparaisons entre les brebis gestantes et vides.

Durant toute la période d'essai et pour tous les prélèvements réalisés, des valeurs de glycémie relativement plus faibles ont été enregistrées dans la zone aride comparée à la zone semi-aride.

Les glycémies de l'ensemble des brebis dans les 2 zones, quel que soit le statut physiologique, sont supérieures à celles obtenues par Gürgöze et al.(2009) chez les brebis Awassi et Deghnouche et al. (2013a) chez les brebis OD en zone aride pour les différentes phases reproductives (gestation, lactation et non gestation). Elles sont relativement proches de celles relevées par Boudebza (2015) sur des brebis OD en zone semi-aride.

Au début de la gestation, les valeurs pour les 2 zones d'étude sont supérieures à celles rapportées en zone semi-aride par Haffaf (2011), Safsaf (2014) et Chachoua (2015). Elles sont également supérieures au milieu de gestation à celles de Safsaf (2014) à la 15^{ème} semaine. Les teneurs en zone semi-aride se rapprochent de celles observées chez les brebis OD par Chachoua (2015) en milieu de gestation aussi bien pour le lot témoin que pour celui ayant reçu une paille

traitée à l'urée, mais en zone aride, les résultats sont supérieurs à ceux décrits par ce même auteur. Par ailleurs, en fin de gestation les valeurs dans les 2 zones sont inférieures à celles de Haffaf (2011), Safsaf (2014) et Chachoua (2015). Les plus faibles glycémies enregistrées en fin de gestation en zone aride sont comparables à celles retrouvées par Abdel Rahman et al. (2012) ($37,67 \pm 1,18$ mg/dl à 21 semaines) chez des brebis croisées Suffolk gestantes non supplémentées par l'adjonction de culture de levures dans la ration.

Ces différences des taux glycémiques entre les études seraient liées à la race, au nombre ou l'âge des brebis, ou à la conduite de l'élevage notamment la nutrition.

Durant toute la période de gestation, en zone semi-aride, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les brebis gestantes (un ou deux fœtus) et les brebis vides. Des résultats similaires ont été rapportés par Castillo et al. (1999), Firat et Ozpinar (2002) et Boudebza (2015).

L'analyse statistique des résultats obtenus en zone aride fait ressortir une influence hautement significative du stade physiologique sur la glycémie ($p < 0,001$), où les valeurs sont plus faibles chez les femelles gravides (un ou deux fœtus) en fin de gestation comparativement aux femelles vides. A cet égard, des glycémies plus élevées chez les femelles vides par rapport aux gestantes ont été rapportées par (Antunović et al., 2011; Deghnouche, 2011; Gururaj et al., 2014; González-García et al., 2015; Talawar et al., 2016; Haffaf, 2017). Ces résultats sont aussi en accord avec ceux rapportés par Safsaf (2014) où les valeurs de la glycémie des brebis gestantes sont faibles par rapport aux brebis vides aussi bien chez les primipares que les multipares, et sont plus faibles chez les multipares gestantes que chez les primipares gestantes. Cependant, El-Sherif et Assad (2001) ont trouvé que les brebis Barki gestantes présentaient des concentrations plus élevées que les brebis vides, avec un accroissement des taux glycémiques avec l'avancement de la gestation.

Dans les deux zones étudiées la glycémie tend à diminuer avec l'avancement de la gestation. En effet, les faibles taux sériques enregistrés en fin de gestation, chez toutes les brebis gestantes à portée simple ou multiple, sont en accord avec les résultats des études précédemment réalisées sur d'autres races ovines (Balikci et al., 2007; Teleb et al., 2014; Haffaf, 2017; Ismaeel et al., 2018). De leur part, Gürgöze et al. (2009) ont trouvé chez les brebis Awassi des glycémies inférieures aux valeurs de référence jusqu'à l'agnelage. D'autre part, Djaalab (2017) a enregistré une glycémie stationnaire avec l'avancement de la gestation ($0,50 \pm 0,01$ g/l) chez les brebis OD en zone semi-aride. Par ailleurs, les valeurs les plus basses

relevées à la 15^{ème} semaine de gestation par Safsaf (2014), correspondant à la seconde moitié de gestation durant le mois d'août, coïncidaient avec la fin de pâturage sur chaumes qui ne contenaient à cette période que de la paille herbacée et une faible part d'herbes sèches sur pied. Par contre, El-Sherif et Assad (2001), Husted et al. (2008), Khatun et al. (2011), Pesántez-Pacheco et al. (2019) ont décrit, chez les brebis, une augmentation progressive des taux du glucose plasmatique maternel avec l'avancement de la gestation. Cette élévation est plus importante chez les primipares que les multipares (Pesántez-Pacheco et al., 2019). Selon Khatun et al. (2011) l'hyperglycémie maternelle est accompagnée d'une diminution de ces concentrations dans les liquides fœtaux expliquant la consommation du glucose par le fœtus. Le glucose maternel étant la principale source d'énergie durant la gestation, il représente 50 à 70% des substrats oxydés par le fœtus contre 20-25% pour le lactate probablement dérivé de la glycolyse anaérobie du glucose maternel au niveau du placenta (Bauman et Currie, 1980).

La diminution de la glycémie avec l'avancement de gestation pourrait être attribuée au développement, à la demande accrue en glucose du (des) fœtus et à la mobilisation du glucose maternel vers la circulation sanguine fœtale (Jacob et Vadodaria, 2001). En effet, 60% de la croissance fœtale s'opère durant les 6 dernières semaines de la gestation (Radostits et al., 2007). Vernon et al. (1981) ont rapporté une augmentation adaptative de la sécrétion d'insuline chez les brebis de la moitié à la fin de la gestation. Selon Husted et al. (2008), l'insulino-résistance gestationnelle développée chez la femelle gravide traduit son adaptation aux besoins énergétiques accrus du fœtus, par réduction de l'utilisation du glucose par les tissus adipeux et musculaire au profit de l'utérus et du placenta. L'hypoglycémie en fin de gestation pourrait être aussi due à une consommation réduite de glucides facilement digestibles en été (Antunović et al., 2002), période qui a coïncidé avec la fin de gestation.

Les glycémies enregistrées dans la présente étude en début de lactation se rapprochent de celles obtenues par Haffaf (2011) et Safsaf (2014). Toutefois, à l'observation des résultats du tableau 19 et figure 16, on note des teneurs en glucose plus élevées chez les brebis en lactation que chez les gestantes dans les 2 zones d'étude. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Balıkcı et al. (2007), Moghaddam et Hassanpour (2008), González-García et al. (2015), Mohammadi et al. (2016). Cette augmentation peut refléter la reprise de la capacité d'ingestion alimentaire et le rétablissement de la balance énergétique des brebis après l'agnelage (Taghipour et al., 2011; Mohammadi et al., 2016). Chez les ruminants, une baisse de la réponse des tissus à l'insuline durant la lactation provoque un accroissement temporaire de la glycémie (Sobiech, 2008). Des taux glycémiques sériques significativement élevés ($p < 0,001$) chez les

brebis allaitantes comparativement aux femelles gestantes et celles vides ont été également mentionnés chez les femelles OD élevées en régions semi-arides (Haffaf, 2011; Chachoua, 2015 ; Djaalab, 2017 ; Berkani et al., 2018) et en zone aride (Deghnouche, 2011). Pareillement, Karapehlivan et al. (2007) en étudiant le profil biochimique des brebis Tuj en lactation (de J1 à J30 post-partum), ont remarqué que la glycémie tend à augmenter durant le post-partum (de $0,55 \pm 0,05$ à $0,58 \pm 0,16$ g/l) chez les brebis en lactation par rapport aux brebis en période sèche. Pour Boudebza (2015), le taux plasmatique du glucose, plus élevé chez les brebis OD en fin de gestation, chute du début jusqu'au milieu de la lactation pour augmenter à nouveau en fin de lactation. Par ailleurs, d'autres auteurs (Vernon et al., 1981 ; Radostits et al., 2000 ; Firat et Ozpinar, 2002 ; Yokus et al., 2006) n'ont mentionné aucune différence significative de la glycémie entre la gestation et la lactation. Toutefois, il a été rapporté que les brebis en lactation avaient des glycémies significativement basses comparativement aux brebis vides, ce qui suppose de grandes pertes dans le lait (Roubies et al., 2006; González-García et al., 2015).

Les résultats obtenus dans les deux régions d'étude ne soulignent aucune influence significative ($p > 0,05$) de la taille de la portée sur la glycémie des brebis durant les périodes de l'essai. Cette constatation est similaire à celle indiquée par Castillo et al. (1999) sur des brebis Assaf, par Boudebza (2015) chez les brebis OD en période de gestation et également par González-García et al. (2015) chez les brebis laitières Lacaune multipares en fin de gestation et début de lactation.

D'autre part Seidel et al., (2006) et Haffaf (2017) n'ont pas trouvé de différence statistiquement significative liée à la taille de la portée durant la gestation bien que les glycémies enregistrées chez les brebis à portée multiple sont inférieures à celles des brebis portant un seul fœtus. Cette hypoglycémie est associée à une augmentation des teneurs plasmatiques en B.H.B (β - hydroxy-butyrat) en début ($0,25 \pm 0,08$ et $0,25 \pm 0,07$ mmol/l) et en fin de gestation ($0,39 \pm 0,07$ et $0,48 \pm 0,08$ mmol/l), indiquant une certaine balance énergétique négative, plus prononcée chez les brebis à portée multiple (Seidel et al., 2006). De même, Moallem et al. (2012) ont montré, chez les brebis multipares Assaf Afec-, que le taux du glucose plasmatique diminue vers la fin de gestation avec l'augmentation du nombre des fœtus mais pas significativement entre les brebis portant 1 et 2 fœtus et entre celles ayant 2,3 et 4 fœtus avec respectivement 51,5 ; 48,4 ; 46,8 ; 44,7 mg/dl. Cependant, Balikci et al. (2007) ont rapporté chez les brebis Akkaraman des glycémies plus basses entre le 100^{ème} et le 150^{ème} jour de gestation comparativement au 45^{ème} jour post-partum et au 60^{ème} jour de gestation, et des concentrations plus faibles chez les brebis ayant 2 fœtus ($P < 0,05$) avec respectivement

3,01±0,08 vs 2,79±0,1 et 2,84±0,08 vs 2,6±0,08 mmol/l. Par ailleurs, El-Tarabany (2012) a rapporté un effet hautement significatif ($P < 0,001$) de la taille de la portée sur la glycémie avec des taux 5,88% plus élevés chez les brebis à portée simple que chez celles à portée double (64,95±0,50 vs 61,13±0,50 mg/dl). De même chez les brebis OD, en zone semi-aride, Bouzzenana (2015) a noté une hypoglycémie en fin de gestation plus évidente chez les brebis portant 2 fœtus ($P < 0,05$; 2,12±0,46 vs 1,7±0,34 mmol/l). Plusieurs autres études ont également rapporté des concentrations plasmatiques plus faibles en glucose chez les brebis à portées doubles comparativement à celles ayant des portées simples (West, 1996; El-Far et al., 2010; Raoofi et al., 2015; Lotfollahzadeh et al., 2016; Pesántez-Pacheco et al., 2019). Ceci pourrait être attribué aux exigences métaboliques plus importantes chez les brebis portant plus d'un agneau (Balikci et al., 2007). Pareillement, Khan et Ludri (2002) ont également indiqué durant la période du péripartum des teneurs plasmatiques en glucose plus élevées chez les chèvres portant un seul fœtus comparées aux portées doubles. De leur part, Rumball et al. (2008) ont décrit chez les brebis à portée double en fin de gestation, une hypo-insulinémie et une hypoglycémie chez la mère et les fœtus associées à une diminution de la capacité d'ingestion d'ordre physique à cause de la compression du rumen par l'utérus gravide, et métabolique, sous l'effet de l'accroissement du taux d'œstrogènes plasmatiques au fur et à mesure que la gestation avance. Contrairement à ces études, Gonzalez-Garcia et al. (2015), ont noté chez les brebis laitières Lacaune primipares, durant les périodes pré et post-partum, des glycémies plus élevées chez les brebis à portée double que chez celles à portée simple. Schlumbohm et Harmeyer (2008) ont rapporté que l'hypoglycémie est associée à la diminution de la production maternelle du glucose plutôt qu'à la demande accrue en glucose pour l'unité fœto-maternelle, causée par une défaillance du système maternel de l'homéostasie du glucose plus intense chez les brebis ayant des gestations multiples et chez les brebis plus âgées. Ce qui les prédispose à développer une toxémie de gestation sans tenir compte du statut nutritionnel.

En période de lactation, dans les 2 sites expérimentaux, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les brebis allaitant un ou 2 agneaux ni avec les brebis vides. Ces observations sont en partie en accord avec Aref et Hamdon (2012) chez les brebis Sohagi où aucun effet de la taille de portée n'a été signalé en période du péripartum, mais des glycémies significativement plus faibles ($p < 0,05$) chez femelles à portée double en comparaison aux brebis vides ont été rapportées. Cependant, nos résultats sont en désaccord avec Seidel et al. (2006) qui ont mentionné des glycémies significativement plus faibles ($P < 0,01$) un mois après l'agnelage chez les brebis ayant 2 agneaux que celles à portée simple (2,13 vs 2,59 mmol/l).

Quant à Khan et Ludri (2002), ils ont observé en lactation des glycémies plus élevées ($p < 0,01$) chez les chèvres allaitant 2 chevreaux comparativement à celles allaitant un seul.

Lassoued et al. (2017) ont rapporté que la glycémie n'est pas affectée par la température élevée. D'autre part, Onasanya et al. (2015) ont noté des glycémies plus basses chez les brebis élevées en système extensif comparativement au système intensif. On peut conclure que la différence significative ($p < 0,05$) entre les glycémies des brebis vides des 2 régions fait penser à l'alimentation comme facteur incriminé, et non pas la gestation ou la taille de la portée pour les autres groupes de femelles.

III.3.2.2 La cholestérolémie

Les données statistiques concernant les concentrations sériques du cholestérol dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 19 et la figure 11.

Le tableau 19 fait ressortir des moyennes qui restent dans la fourchette des valeurs physiologiques rapportées par Kaneko et al. (2008) (0,52 - 0,76g/l), par Dimauro et al. (2008) (0,36 - 1,81g/l) et par Boudebza (2015) (0,40 - 0,88g/l).

Tableau 19 : Variations de la cholestérolémie (g/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Cholestérolémie		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Zone	simple (n = 8)	0,56 ± 0,04 A**	0,60 ± 0,03 A***	0,52±0,06 A***	0,60 ± 0,02 A**	0,47 ± 0,03 A*
	double (n = 7)	0,57 ± 0,05 B*	0,60 ± 0,06 B*	0,53±0,04 B*	0,51 ± 0,04 B***	0,53 ± 0,03 B*
Semi-aride	vides (n = 5)	0,56 ± 0,07	0,59 ± 0,03	0,56±0,05	0,57 ± 0,03	0,59 ± 0,03
	simple (n = 14)	0,72 ± 0,03	0,72 ± 0,01 b*	0,72±0,02	0,71 ± 0,02	0,66 ± 0,03
Aride	double (n = 10)	0,70 ± 0,03	0,73 ± 0,02 c*	0,66±0,04	0,73 ± 0,03	0,65 ± 0,03
	vides (n = 6)	0,65 ± 0,03	0,64 ± 0,04	0,65±0,06	0,62 ± 0,04	0,66 ± 0,03

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation,

Prd4 : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; *B* : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs. Vides aride.

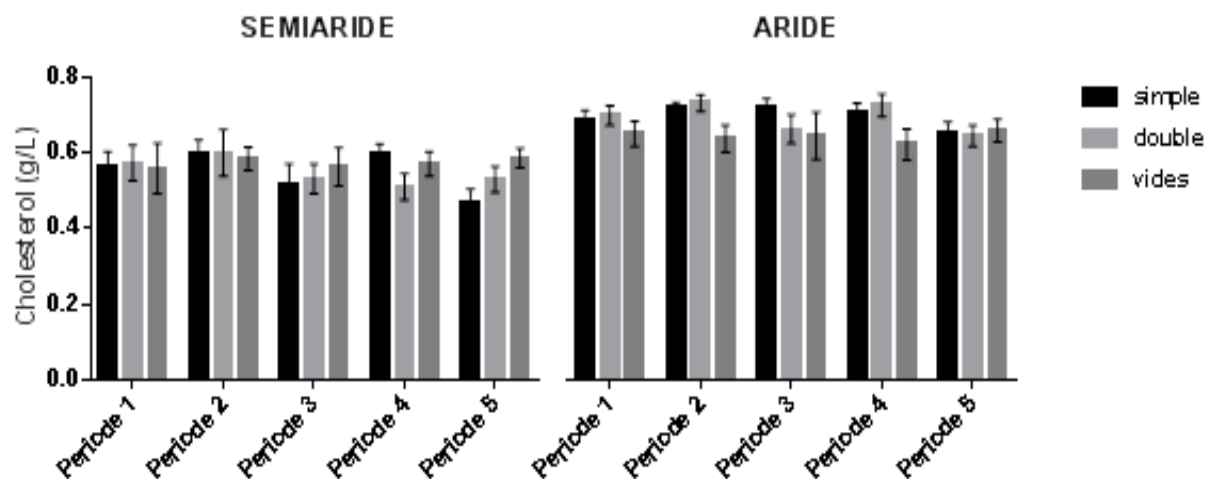


Figure 11 : Evolution de la cholestérolémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Pour la catégorie des brebis gestantes à portée simple et multiple on note, que durant les cinq périodes d'échantillonnage, les valeurs moyennes de la cholestérolémie en zone semi-aride sont significativement ($p < 0,05$ à $p < 0,001$) inférieures à celles obtenues en zone aride. Alors que pour la catégorie des brebis vides, cette différence entre les deux zones est insignifiante.

Les valeurs enregistrées en région aride sont plus élevées que celles enregistrées par Deghnouche et al. (2011, 2013) dans la même région, chez des brebis OD gestantes, allaitantes et vides durant les saisons sèche et humide. Elles sont cependant supérieures à celles rapportées par Titaouine et Meziane (2015) chez les brebis OD multipares non gestantes et non allaitantes à différentes altitudes en zone aride (150, 600 et 1000 m) avec respectivement $0,50 \pm 0,29$; $0,48 \pm 0,29$; $0,36 \pm 0,12$ g/l.

Durant la période précédant la mise à la lutte, les moyennes obtenues en zone semi-aride sont inférieures à celles rapportées par Boudebza (2015) dans la même zone ($0,66 \pm 0,14$ g/l) et par Ozpinar et Firat (2003), tandis qu'en zone aride, nos valeurs sont supérieures à celles de ces mêmes auteurs.

En début de gestation, en zone semi-aride, les teneurs observées sont similaires à celles rapportées par Boudebza (2015), mais inférieures à celles décrites dans les travaux en région semi-aride par Haffaf (2011), Chachoua (2015) et Bouzzenana (2015). Cependant les cholestérolémies notées en zone aride en début de gestation sont proches des résultats de Haffaf (2011) et Chachoua (2015).

En milieu de gestation, les taux enregistrés en zone semi-aride sont proches de ceux de Safsaf (2014) chez les primipares et les multipares, légèrement inférieurs à ceux Boudebza (2015) mais très inférieurs à ceux de Chachoua (2015) ($76,32 \pm 5,84$ mg/dl). Alors qu'en fin de gestation, les valeurs de ce paramètre sont inférieures à celles notées par Haffaf (2011) dans les 2 zones. En région semi-aride, elles sont presque en adéquation avec les résultats Chachoua (2015) et Bouzenzana (2015) concernant les brebis à gestation simple, mais supérieures aux résultats de Bouzenzana (2015) pour les femelles à portée double et de Djaalab (2017). Toutefois ces valeurs restent très inférieures à celles relevées par Boudebza (2015). Pour les différents prélèvements réalisés au cours de la gestation, les cholestérolémies dans les 2 régions sont inférieures à celles rapportées par Ozpinar et Firat (2003).

Au dernier prélèvement correspondant au début de la lactation (Prd 5), les taux du cholestérol circulant des femelles allaitantes en zone semi-aride sont inférieurs à ceux décrits par Bouzenzana (2015) à 30 jours post-partum et par Djaalab (2017), légèrement supérieurs à ceux obtenus par Boudebza 2015 ($0,48 \pm 0,15$). En zone aride, les cholestérolémies sont supérieures à celles des auteurs précédents. Par ailleurs, nos résultats dans les 2 zones restent inférieurs à ceux de Haffaf (2011) à 30 jours post-partum ($75,156 \pm 10,125$ mg/dl).

Ces différences des cholestérolémies entre les études seraient liées à la race, au nombre ou l'âge des brebis, ou à la conduite de l'alimentation des animaux.

L'observation des résultats obtenus durant notre expérience révèle un effet non significatif de la gestation sur la cholestérolémie dans la région semi-aride et ce en accord avec Ozpinar et Firat (2003) et Tanaka et al. (2008) qui n'ont observé aucune différence significative dans les concentrations sériques du cholestérol entre les brebis gestantes et vides. De plus, les cholestérolémies plus élevées ($p < 0,05$) enregistrées chez les brebis gestantes par rapport aux brebis vides observées dans la zone aride au début de la gestation sont similaires aux observations de Sharma et al. (2015) et Haffaf (2017). De même, Ramos et al. (1994) et Deghnouche et al. (2011) ont également rapporté que, les brebis gestantes et allaitantes ont des cholestérolémies plus élevées que les brebis vides. D'autre part, Sharma et al. (2015) ont enregistré des valeurs significativement plus élevées chez les brebis Gadi en post-partum / début de lactation que dans les autres stades de la reproduction; tandis que Boubil et al. (2017) n'ont trouvé aucune différence significative entre les brebis OD gestantes et allaitantes.

Plusieurs études ont rapporté des cholestérolémies élevées en fin de gestation (Nazifi et al., 2002 ; Balikci et al., 2007 ; El-Far et al., 2010 ; Boudebza, 2015 ; Raoofi et al., 2013 ;

Gururaj et al., 2014 ; Berkani et al., 2018 ; Pesántez-Pacheco et al., 2019). Cette hypercholestérolémie en fin de gestation pourrait être due à l'action directe de l'insuline sur le métabolisme du tissu adipeux durant la gestation. La sensibilité à l'insuline diminue significativement chez la brebis en fin de cette période, ce qui la prédispose à une augmentation sanguine de la concentration du cholestérol et des lipoprotéines (Schlumbohm et al., 1997; Raoofi et al., 2015). Au contraire, d'autres auteurs (Castillo et al., 1999 ; Yokus et al., 2006 ; Piccione et al., 2009 ; Taghipour et al., 2010 ; Khatun et al., 2011 ; Ismaeel et al., 2018) ont constaté une nette décroissance de ce paramètre en fin de gestation et au début de la lactation. Selon Agrawal et al. (2007) les teneurs plasmatiques du cholestérol total maximales en milieu de gestation, diminuent avec l'avancement de celle-ci, probablement en relation avec les changements concomitants des hormones stéroïdiennes. Pareillement, Mohammadi et al. (2016) et Haffaf (2017), ont également constaté une influence significative du stade physiologique sur la cholestérolémie où des teneurs plus faibles ont été observées chez les brebis en fin de gestation (une semaine avant le part) comparées aux brebis au moment de la parturition ou encore à celles en début de lactation (une semaine après le part).

Les concentrations sériques du cholestérol des femelles allaitantes sont inférieures à celles des femelles vides en zone semi-aride et ce en accord avec les résultats de Safsaf (2014). Ce fait n'est pas constaté en zone aride. Cependant, Antunović et al. (2004) et Deghnouche et al. (2011 et 2013a) ont rapporté chez les femelles allaitantes des taux élevés par rapport aux femelles vides. Notons également que les teneurs en cholestérol chez les brebis en lactation sont inférieures à celles des gestantes dans les 2 zones d'étude. La diminution de la cholestérolémie en début de lactation aux deux sites correspond aux conclusions de Castillo et al. (1999), Nazifi et al. (2002), Boudebza et al. (2016) et aussi de Pesántez-Pacheco et al. (2019) chez les brebis Lacaune multipares. Cette décroissance pourrait être expliquée par l'absorption accrue de cholestérol par les tissus impliqués dans la synthèse du lait, ou par l'infiltration graisseuse des hépatocytes, qui entraîne une diminution de la synthèse et/ou de la capacité hépatique de la sécrétion du cholestérol via les lipoprotéines (Chilliard., 1987 ; Nazifi et al., 2002).

Les taux plus élevés de cholestérol observés pendant toutes les périodes dans la zone aride comparés à la zone semi-aride chez les brebis gestantes (un ou deux fœtus) correspondent aux besoins énergétiques croissants de l'unité fœto-placentaire lors de gestation (Taghipour et al., 2010) et au bilan énergétique négatif (Antunovic et al., 2011). Par ailleurs, l'analyse statistique des résultats de notre investigation, dans les 2 régions, ne fait ressortir aucun effet significatif du nombre de fœtus sur les cholestérolémies. Un résultat similaire a été rapporté par

Boudebza (2015) malgré des taux plus élevés chez les brebis à portée double comparés aux gestations simples ($0,62 \pm 0,10$ vs $0,57 \pm 0,12$ g/l). De sa part, Bouzenzana (2015) n'a signalé aucun effet significatif du nombre de fœtus sur les taux sériques du cholestérol malgré les taux plus bas chez les brebis à portée double. Dans le même contexte, avec des cholestérolémies très supérieures aux valeurs enregistrées en zone semi- aride, Haffaf (2017) a observé l'absence d'une signification statistique de la taille portée sur ce paramètre dans son étude en région semi-aride en saison chaude et humide avec des taux légèrement plus faibles chez les brebis à gestation gémellaire. Cependant, pour d'autres auteurs (Balikci et al., 2007 ; Raoofi et al., 2013, 2015 ; Lotfollahzadeh et al., 2016), des cholestérolémies significativement plus élevées ont été enregistrées chez les brebis portant deux fœtus en comparaison avec celles à portée unique. De plus, El-Tarabany (2012) a signalé que les niveaux de cholestérol et de triglycérides diminuent significativement chez les brebis portant un fœtus comparées à celles ayant des doublés avec respectivement 5,66 et 9,36%. Par ailleurs, El-Faret al. (2010) ont noté une élévation significative de la cholestérolémie chez les brebis gravides à portée simple ou double comparativement aux brebis vides durant les 2 dernières semaines de gestation et le jour de la mise bas. Par contre, Castillo et al. (1999), Moallem et al. (2012) et Bouzenzana (2015) ont trouvé que la cholestérolémie diminue avec l'augmentation du nombre des fœtus par portée et l'avancement de la gestation.

Dans une étude récente chez les brebis laitières Lacaune, Pesántez-Pacheco et al. (2019) n'ont rapporté aucun effet significatif de la taille de la portée sur la cholestérolémie des primipares ou multipares durant la gestation et des multipares en début de lactation. Par contre, après agnelage, les primipares à portées multiples ont présenté des taux significativement plus élevés ($p = 0,03$) que les primipares à portées simples.

III.3.2.3 La triglycéridémie

Les données statistiques concernant les concentrations sériques des triglycérides dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 20 et la figure 12.

Les teneurs sériques en triglycérides (TG) des brebis, dans les 2 régions durant les différentes phases, sont situées dans les normes physiologiques rapportées par Dimauro et al. (2008) ($0,02-0,46$ g/l) mais relativement supérieures à celles définies par Kaneko et al. (2008) ($0,0 - 0,18$ g/l) ; surtout en milieu et fin de gestation dans les 2 régions et en début de lactation en région aride.

Tableau 20 : Variations de la triglycéridémie (g/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Triglycéridémie	Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-aride simple (n = 8)	0,13±0,01	0,16±0,02	0,21±0,01 A***	0,24±0,03 A**	0,14±0,01 A*
double (n = 7)	0,13±0,02	0,18±0,02	0,19±0,02 B****	0,23±0,03 B***	0,16±0,03
vides (n = 5)	0,13±0,01	0,14±0,01	0,19±0,06	0,20±0,01	0,19±0,02
Arde simple (n = 14)	0,12±0,01	0,17±0,01	0,36±0,02 b***	0,37±0,02 b***	0,24±0,03
double (n = 10)	0,13±0,01	0,18±0,02	0,36±0,02 c***	0,39±0,02 c***	0,24±0,04
vides (n = 6)	0,14±0,02	0,14±0,01	0,18±0,01	0,19±0,02	0,21±0,01

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation, *Prd4* : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides

A : *P.* simple semi-aride vs *P.* simple aride ; *B* : *P.* double semi-aride vs *P.* double aride ;

C : *Brebis vides* semi-aride vs. *Vides* aride.

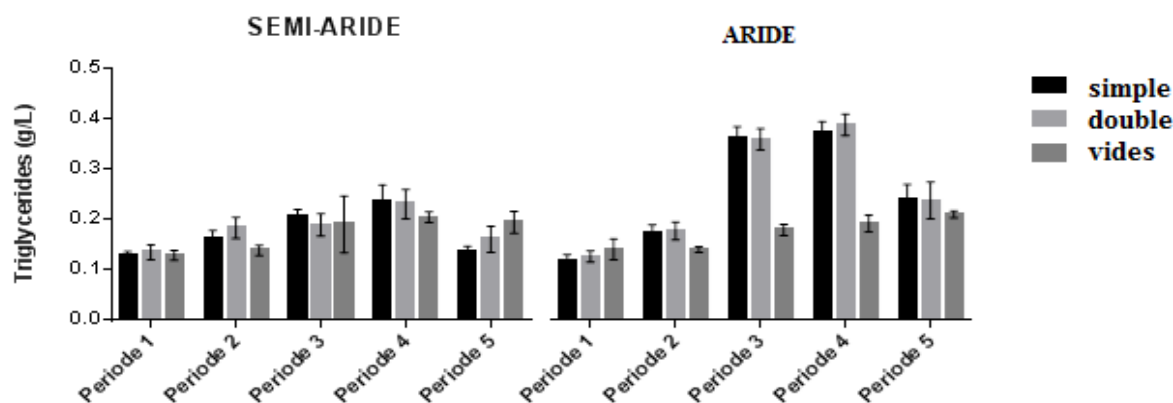


Figure 12 : Evolution de la triglycéridémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

D'après le tableau 20, la triglycéridémie augmente avec l'avancement de gestation dans les 2 zones d'étude chez les brebis à gestation simple ou double. Les concentrations en TG dans les 2 zones durant la période qui précède la lutte sont supérieures à celles enregistrées par Djaalab (2017) ($0,08 \pm 0,01$ g/l), et très inférieures à celles de Boudebza (2015) ($0,31 \pm 0,07$ g/l).

En début de gestation, les valeurs observées dans les 2 régions se sont avérées relativement inférieures à celles décrites par Bouzenzana (2015) et Haffaf (2017), mais proches de celles de Haffaf (2011), Chachoua (2015) et Djaalab (2017).

En milieu gestation les résultats en zone semi-aride sont inférieurs à ceux de Boudebza (2015) et Chachoua (2015), toutefois ces résultats sont proches des nôtres en zone aride. En fin

de gestation, les valeurs notées en zone semi-aride sont proches de celles de Djaalab (2017), inférieures à Haffaf (2011) et Chachoua (2015). En zone aride les taux obtenus se rapprochent des résultats des auteurs sus-cités. Toutefois, nos résultats restent très inférieurs à ceux de Boudebza (2015) dans les 2 régions d'étude ($0,55\pm 0,31$ g/l).

La diminution de la triglycéridémie en début de lactation est observée dans les 2 sites expérimentaux en accord avec les résultats de Boudebza 2015 ($0,10\pm 0,07$ g/l). Toutefois, les concentrations relevées durant cette période sont similaires à celles de Chachoua (2015) en zone semi-aride, mais supérieures en zone aride.

L'évolution de la triglycéridémie chez les brebis est comparable dans les 2 sites, elle augmente avec l'avancement de gestation chez les brebis à portée simple et multiple pour diminuer après l'agnelage. Notons que les valeurs en milieu et fin de gestation ainsi qu'en début de lactation sont plus élevées en zone aride et que les valeurs maximales sont observées en fin de gestation. La même évolution a été constatée par Antunovic et al. (2011), Safsaf et al. (2012), Boudebza (2015) et Haffaf (2017) en saison chaude. De même, Nazifi et al., (2002) et Balikci et al. (2007) ont noté une augmentation significative ($P < 0,05$) de la triglycéridémie pendant cette phase comparée au 45^{ème} jour postpartum. Pesántez-Pacheco et al. (2019) ont également relevé une augmentation des teneurs en TG durant la gestation chez les primipares et les multipares. Toutefois, ces conclusions sont en discordance avec celles rapportées par Piccione et al. (2009) et Bouzenzana (2015), mettant en évidence une diminution significative de la triglycéridémie en fin de gestation. Par ailleurs, on observe une diminution de ce paramètre chez les brebis allaitantes comparativement aux brebis gestantes dans les 2 sites expérimentaux en accord avec Boudebza (2015) qui a enregistré des taux inférieurs aux nôtres ($0,10\pm 0,07$ g/l). De même, Nazifi et al. (2002), Chachoua (2015), Gonzalez-Garcia et al. (2015), Mohammadi et al. (2016) et Djaalab (2017) ont également montré que les concentrations plasmatiques des TG diminuent fortement après l'agnelage. Cette décroissance pourrait être due à l'augmentation de la résistance tissulaire à l'action de l'insuline durant cette période ou encore à l'accumulation des TG dans les hépatocytes, au déclenchement de la lactation et à l'accélération du métabolisme pour la synthèse des acides gras du lait (Jainudee et Hafez, 2000, Yokus et al., 2006).

L'analyse statistique a révélé des teneurs significativement plus élevées ($p < 0,001$) chez les brebis gestantes (à portée simple ou double) comparées aux brebis vides en milieu de gestation en zone aride et en fin de gestation dans les 2 sites. Contrairement à ces résultats,

Safsaf (2014) a noté que les moyennes des TG des femelles non gestantes sont dans leur majorité plus élevées que celles des brebis gestantes. Elles sont plus élevées chez les primipares non gestantes que chez les multipares vides.

Durant toute la période de l'essai, l'analyse statistique n'a révélé aucun effet significatif de la taille de portée ($p > 0,05$) sur les concentrations plasmatiques en triglycérides dans les 2 zones. Le même résultat a été signalé par Bouzenzana (2015) et Haffaf (2017) et par Pesántez-Pacheco et al. (2019) chez les multipares. Cependant, Balikci et al. (2007), El-Tarabany (2012) et Lotfollahzadeh et al. (2016) ont montré que la triglycéridémie est plus élevée chez les brebis portant deux fœtus que chez celles ayant un seul fœtus. En effet, El-Tarabany (2012) a précisé que les concentrations en cholestérol et triglycérides diminuaient de 5,66 et 9,36 % chez les brebis à un fœtus en comparaison aux portées doubles. En revanche, Castillo et al. (1999) ont enregistré, en début de gestation, des taux plus faibles chez les brebis à portée double que celles à portée simple. Par ailleurs, Moallem et al. (2012) et Gonzalez-Garcia et al. (2015) ont rapporté que la concentration plasmatique des triglycérides était plus élevée chez les brebis à portée simple que celles à portée double ; ce qui concorde avec les résultats de Boudebza (2015) chez les brebis OD ($0,40 \pm 0,10$ vs $0,28 \pm 0,17$ g/l pour les brebis à simple et à double portée respectivement, $P = 0,01$).

Pour Sobiech et al. (2008), le nombre d'agneau allaité par brebis n'a pas d'effet sur les teneurs plasmatiques des triglycérides, ce qui est en accord avec notre étude dans les 2 régions. Au contraire, après agnelage, Pesántez-Pacheco et al., (2019) ont relevé un effet significatif de la taille de la portée sur la triglycéridémie des primipares uniquement, mais pas celle des multipares avec des taux significativement plus élevés ($p = 0,009$) chez les primipares à portées doubles comparées aux simples. Ils ont pu conclure que les brebis laitières primipares à haut rendement dépendent moins des lipides comme source d'énergie comparativement aux brebis matures.

Les concentrations sanguines en triglycérides significativement plus basses dans la zone semi-aride que dans la zone aride chez les brebis en fin de gestation pourraient indiquer que le régime alimentaire était suffisant pour répondre aux besoins énergétiques accrus pendant la gestation dans cette région et une lipomobilisation chez les brebis en zone aride.

III.3.2.4 La protéinémie

Les données statistiques concernant les concentrations sériques des protéines totales dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 21 et la figure 13.

Les protéinémies obtenues dans notre étude pour les différents lots dans les 2 sites expérimentaux (tableau 21) sont dans les intervalles de référence cités par Kaneko et al. (2008) (60 – 79g/l) et Dimauro et al. (2008) (58 – 96 g/l). Notons toutefois que les taux de PT circulantes sont significativement plus élevés ($p < 0,05$) en zone aride comparativement à la zone semi- aride en fin de gestation pour les portées simples, et en début de lactation pour les brebis allaitant un ou deux agneaux.

Tableau 21 : Variations des concentrations sériques en protéines totales (g/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Protéines totales		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-aride	simple n = 8	70,7±1,78	72,5±1,24,	70,8±1,15	65±1,27 A*	63,3 ± 2,58 b*
	double n = 7	70,4±1,78	72,2±1,56	68,1±1,08	63,9±2,45 c*	63,8 ± 1,6 c*
	vides n = 5	72,6±1,47	73,5±2,13	71,4±2,54	71,1±0,24	73,2±1,21
Aride	simple n = 14	71,1±1,35	70,1±1,10	71,7±0,80	70,3±1,39	69,1±1,46 A*
	double n = 10	73,2±0,63	71,3±1,37	71,2±1,09	68,9±1,07	68,2±0,70 B*
	vides n = 6	73±1,13	73±1,13	72,5±2,0	72,8±2,07	70,7±2,09

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation, *Prd4* : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
a : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides
A : *P. simple semi-aride* vs *P. simple aride* ; *B* : *P. double semi-aride* vs *P. double aride* ;
C : *Brebis vides semi-aride* vs. *Vides aride*.

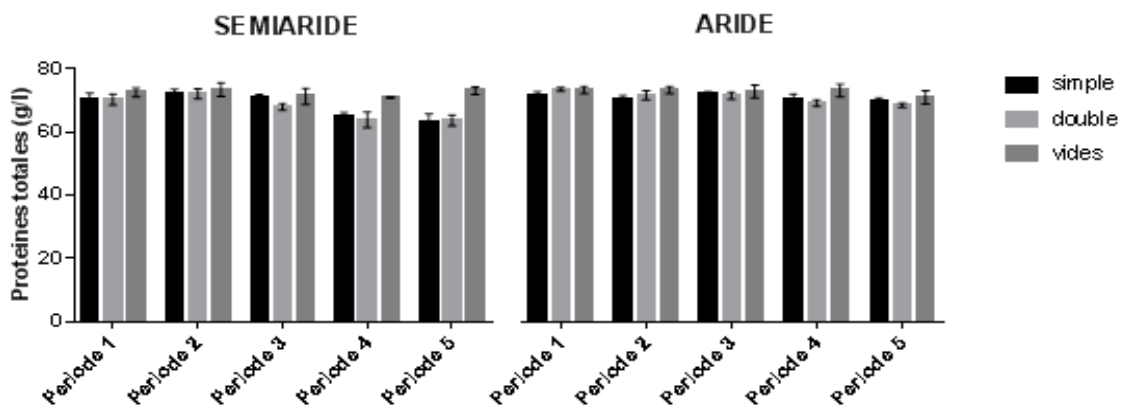


Figure 13 : Evolution de la protéinémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

En comparaison avec les valeurs enregistrées chez les brebis OD, nos résultats indiquent, dans les deux sites expérimentaux, des protéinémies plus faibles que celles de Boudebza (2015) ($82,54 \pm 9,12 \text{ g/l}$) et de Djaalab (2017) ($80,90 \pm 2,42 \text{ g/l}$) dans la période qui précède la lutte, augmentation expliquée selon Boudebza (2015) par le flushing alimentaire et une meilleure utilisation des nutriments.

Les teneurs sériques en PT enregistrées durant les différents stades de gestation sont proches de celles de Boudebza (2015) et Djaalab, (2017) mais légèrement supérieures à celles de Chachoua (2015) dans les 2 zones en Prd2 et Prd3. Alors qu'en fin de gestation (Prd4), en zone aride, elles sont supérieures aux données rapportées par ces mêmes auteurs. En zone semi-aride, à Prd4 nos résultats se trouvent proches à ceux de Chachoua (2015) et Berkani et al. (2018). En début de lactation (Prd5), Djaalab (2017) a enregistré des valeurs supérieures aux nôtres dans les 2 régions ($76,90 \pm 2,51 \text{ g/l}$), alors que Boudebza (2015), Chachoua (2015) et Berkani et al (2018) ont noté des teneurs proches des nôtres en zone semi-aride, inférieures à celles de la zone aride.

Durant la période de l'essai en zone aride, la comparaison des moyennes ne révèle aucune différence significative entre les femelles gestantes et vides et ceci en accord avec les résultats de Roubies et al. (2006) et de Gururaj et al. (2014).

En zone semi-aride au niveau de la ferme ITELV, on observe une différence significative au 4^{ème} prélèvement entre les brebis portant 2 fœtus et les femelles vides, et au dernier prélèvement entre les brebis allaitantes (1 et 2 agneaux) et les brebis vides. Ceci confirme l'effet du stade physiologique sur la protéinémie décrit dans les recherches de plusieurs auteurs (Baumgartner et Pernthaner, 1994 ; Yokus et al., 2006 ; Antunović et al. (2002, 2004, 2011) ; Soliman, 2014 et Boudebza, 2015). En effet, ces études ont rapporté des valeurs sériques en PT significativement plus élevées chez les brebis vides comparativement aux brebis gestantes et celles en lactation. De même, Deghnouche et al. (2013a) ont noté une différence significative ($p < 0,05$) entre les brebis OD allaitantes et vides dans leur étude en zone aride.

D'après les résultats des variations de la protéinémie décrits dans le tableau 21 et représentés par la figure 13, on observe en zone semi-aride une légère diminution des protéinémies en fin de gestation et début de lactation comparativement aux femelles vides et aux autres stades. Une constatation similaire a été faite par Boudebza (2015) chez la brebis OD. En effet une diminution significative des concentrations sériques en protéines totales avec

L'avancement de la gestation a été décrite par plusieurs auteurs (El-Sherif et Assad, 2001; Balikci et al., 2007 ;Gürgöze et al., 2009 ; Antunovic et al., 2011 ; Farghaly et al., 2011; Safsaf et al., 2012 ; Teleb et al., 2014 ; Soliman, 2014 ; Shweta et al., 2017). Cette baisse de la protéinémie maternelle pourrait être attribuée au fait que le fœtus synthétise toutes ses protéines à partir des acides aminés fournis par la mère et que la croissance du fœtus, notamment des muscles, augmente de manière exponentielle, en fin de gestation (Jainudeen et Hafez, 2000). Selon Sejian et al. (2010), l'hypoprotéinémie est due à la dilution des protéines plasmatiques et à la diminution de la protéosynthèse en raison d'une dépression anabolique liée à un bouleversement hormonal. En fin de gestation, elle est due à l'action du cortisol qui favoriserait la protéolyse. Cependant, dans d'autres études on a signalé une augmentation de protéinémie avec l'avancement de gestation (Takarkhede et al., 1999 ; Piccione et al., 2009, Khatun et al., 2011) due aux conditions physiologiques stressantes. Pareillement, Berkani et al. (2018) chez la brebis OD ont constaté des valeurs significativement plus élevées ($p < 0,001$) à 4 semaines pré-partum par rapport à une semaine post-partum. Par ailleurs, Djaalab (2017) a constaté, chez les brebis OD en région semi-aride, que la diminution de la protéinémie observée en fin de gestation est suivie d'une augmentation en début de lactation. Le même constat a été rapporté par Shah et al. (2017). D'autre part, Deghnouche et al. (2011), rapportent que chez les brebis OD des zones arides les valeurs les plus basses étaient observées chez les femelles vides et les plus élevées chez les brebis en lactation, l'inverse a été constaté par Haffaf (2011) et Boudebza (2015) avec les valeurs les plus élevées chez les brebis sèches et les plus basses chez les allaitantes. La diminution de la protéinémie chez les brebis au début de la lactation pourrait être expliquée par l'extraction et le passage des immunoglobulines dans le colostrum via les glandes mammaires le dernier mois de gestation et en début de lactation (Jainudeen et Hafez, 2000). Elle pourrait également représenter une réponse adaptative des brebis OD dans des conditions semi-arides et arides aux besoins plus importants et à la mobilisation de l'eau par le sang pour la production de lait (Berkani et al., 2018).

L'étude statistique ne révèle aucun effet significatif de la taille de la portée sur la protéinémie dans les 2 sites expérimentaux. Ceci en accord avec Boudebza (2015) et Haffaf (2017). Toutefois, Bouzenzana (2015) a constaté une diminution hautement significative ($P < 0,001$) des concentrations plasmatiques en protéines totales vers la fin de gestation, avec une différence significative ($p < 0,05$) entre les brebis à portée simple et double ($64,66 \pm 4,72$ vs $59,3 \pm 5,08$ g/l) respectivement. La même constatation a été signalée par Balikci et al. (2007) chez les brebis Akkaramen avec des concentrations plasmatiques en protéines totales et en

globulines significativement ($P < 0,05$) plus basses au 100^{ème} et au 150^{ème} jour de la gestation chez les brebis portant 2 fœtus que chez celles ayant une portée simple. Ce résultat est soutenu par Aref et Hamdon (2012) chez les brebis Sohagi. Par ailleurs, Talawar et al. (2016), chez les brebis Nari suwarna, ont obtenu des protéinémies significativement plus faibles en fin de gestation comparativement aux brebis vides et celles en lactation aussi bien pour les brebis à gestation simple que multiple. De même, Haffaf (2017) a enregistré chez les brebis OD une forte diminution ($p < 0,001$) des concentrations plasmatiques en PT à partir du 91^{ème} jour de gestation pour atteindre les valeurs les plus faibles vers la fin de gestation chez les brebis portant un ou deux fœtus. De plus, Valocky et al (2006) ont observé une corrélation entre l'hyperprotéinémie des premiers jours suivant l'agnelage et la concentration en œstradiol -17 β chez les brebis à portée simple ou double.

III.3.2.5 L'albuminémie

Les données statistiques concernant les concentrations sériques de l'albumine dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 22 et la figure 14.

Tableau 22 : Variations des concentrations sériques en albumine (g/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Albumine		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-aride	simple (n = 8)	31,6 \pm 1,56 A****	34,8 \pm 0,48 A****	32,1 \pm 1,25 A****	31,7 \pm 1,08 A****	29,9 \pm 1,61
	double (n = 7)	30,50 \pm 1,05 B***	32,70 \pm 1,05 B****	32,7 \pm 0,52 B****	30,40 \pm 1,32 B**	31,30 \pm 0,73 B****
	vides (n = 5)	30,80 \pm 1,43 C*	32,40 \pm 0,12 C****	30,8 \pm 1,65 C*	32,8 \pm 1,94, C**	34,30 \pm 0,84 C****
Aride	Simple (n = 14)	25,40 \pm 0,36	24,00 \pm 0,45	25,8 \pm 0,33	25,70 \pm 0,41	26,60 \pm 0,85
	double (n = 10)	25,40 \pm 0,56	24,40 \pm 0,58	24,9 \pm 0,57	25,50 \pm 0,60	24,80 \pm 0,95
	vides (n = 6)	25,40 \pm 1,07	25,00 \pm 1,05	25,4 \pm 1,01	24,10 \pm 0,46	25,20 \pm 1,20

Prd1 : période avant la lutte, **Prd2** : début de gestation, **Prd3** : milieu de gestation,

Prd4 : fin de gestation, **Prd5** : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; **b** : portée simple vs brebis vides ; **c** : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; **B** : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs Vides aride.

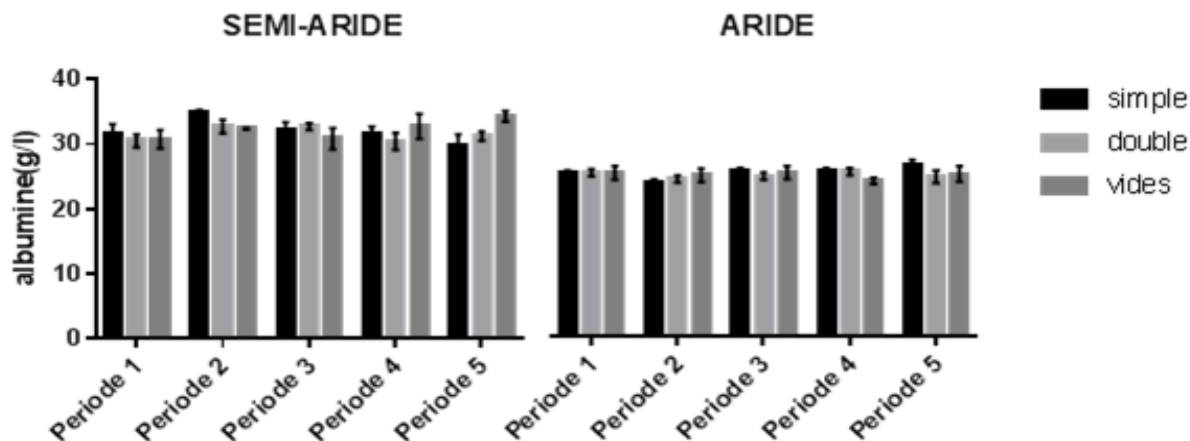


Figure 14 : Evolution de l'albuminémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Les albuminémies enregistrées en zone semi-aride sont significativement plus élevées que celles en zone aride durant toutes les périodes et entre les différents groupes (brebis à portée simple, portée multiple ou les vides) sans présenter de fluctuations importantes entre les différents stades physiologiques.

Les valeurs sériques de l'albumine obtenues en zone aride sont comparables aux normes internationales citées par Kaneko et al. (2008) (24-30g/l), mais restent inférieures aux limites des normes physiologiques rapportées par Dubreuil et al. (2005) (30,2-37,1 g/l). En zone semi-aride, les teneurs enregistrées sont dans les intervalles de référence cités par Dubreuil et al. (2005) mais supérieures à ceux de Kaneko et al. (2008).

Les brebis en zone semi-aride ont présenté des albuminémies supérieures à celles décrites par Haffaf (2011) et Chachoua (2015) dans leurs études au niveau du même site expérimental (ITELV). Ces résultats par contre se rapprochent des nôtres dans la zone aride. On a aussi enregistré des valeurs équivalentes en début et fin de gestation mais supérieures en milieu de gestation et en début de lactation à celles de Boudebza (2015). En région aride, nos résultats sont inférieurs à ceux de Deghnouche (2011) en saison sèche mais proches de ceux obtenus en saison humide.

Aucun effet significatif du stade physiologique (gestation) sur les taux sériques de l'albumine n'a été détecté dans les 2 sites expérimentaux, ce qui concorde avec les résultats de Safsaf (2014), Teleb et al. (2014), Sharma et al. (2015) et Talawar et al. (2016). Cependant certains auteurs ont souligné une influence significative du stade reproductif sur l'albuminémie qui augmente durant la gestation (Baumgartner et Pernthaler, 1994 ; Deghnouche et al., 2011,,

Antunovic al., 2011 ; Boudebza, 2015 et Djaalab, 2017). Par ailleurs, Yokus et al. (2006), Durak et Altiner (2006), Gurgoze et al. (2009), Piccione et al. (2009) et Onasanya et al. (2015) ont décrit une augmentation significative de ce paramètre en fin de la gestation.

Les niveaux croissants de l'albuminémie et de l'urémie observés avec l'avancement de la gestation peuvent être justifiés par une augmentation du volume sanguin total induisant une augmentation de la filtration glomérulaire qui augmente les teneurs en albumine et en urée durant cette période, ou par l'augmentation des besoins énergétiques du fœtus en pleine croissance en fin de gestation (Durak et Altiner, 2006). Inversement à cela, Balikci et al. (2007) ont montré que l'albuminémie diminue de 31,6 g/l au 60^{ème} jour de gestation à 29,7 g/l vers la fin de celle-ci pour augmenter ensuite à 30,9 g/l vers le 45^{ème} jour post-partum. Pour El-Far et al. (2010), une baisse significative ($p < 0,05$) vers la fin de gestation chez les brebis à double portée par rapport au groupe contrôle a été constatée ($31,5 \pm 0,6$ vs $18,2 \pm 1,1$ g/l). Ce résultat est partagé par Farghaly et al. (2011), Shwetha et al. (2018) et également par Haffaf (2017) qui a noté que les brebis OD, en saison chaude, ont présenté des albuminémies plus faibles durant leur deuxième moitié de gestation. De même, Berkani et al. (2018) ont enregistré une chute significative de ce paramètre du pré au post-partum. L'hypoalbuminémie pendant la seconde moitié de gestation pourrait être expliquée par l'augmentation du transfert des nutriments vers le fœtus et la glande mammaire (Louacini et al., 2012) ou par l'action métabolique des glucocorticoïdes sur les protéines corporelles (El-Far et al., 2010). De leur part, Taghipour et al. (2011) n'ont pas trouvé de variations significatives de l'albuminémie durant le péri-partum. Par ailleurs, Lamraoui et al. (2016) ont rapporté que la lactation n'a aucun effet significatif sur les concentrations plasmatiques des protéines totales et de l'albumine.

D'autre part, El-Sherif et Assad (2001) ont enregistré une augmentation de l'albuminémie et du rapport albumine/globuline pendant la lactation comparée à la période sèche. D'autres auteurs ont noté des concentrations sériques significativement plus élevées en PT et albumine chez les brebis allaitantes que chez les brebis gestantes ou vides (Antunović et al., 2004; Piccione et al., 2009; Abdelrahman et Aljumaah, 2012). Quant à Karapehlivan et al. (2007), ils ont rapporté que l'albuminémie, au 1^{er} jour de lactation était significativement plus élevée par rapport au 30^{ème} jour post-partum ($P < 0,001$) expliquant les besoins énergétiques élevés pour la synthèse du lait surtout en début de lactation. Contrairement à ces résultats, certains auteurs affirment que les brebis ont des albuminémies plus basses en début de lactation qu'en fin de gestation (Antunovic et al., 2011 ; Safsaf et al., 2012 ; Soliman, 2014 ; Mohammadi

et al., 2016). De plus, Salem (2017) a constaté des taux plus bas en PT et albumine chez la brebis Baladi égyptienne en lactation par rapport aux brebis vides ($P=0,002$ et $P=0,04$ respectivement). Chez la brebis OD, Berkani et al. (2018) ont observé une diminution significative de l'albuminémie au post-partum comparativement au pré-partum. Certains auteurs attribuent l'hypoalbuminémie en début de lactation à une diminution de la protéosynthèse au niveau du foie, qui est due soit à l'infiltration graisseuse faisant suite à la mobilisation des réserves corporelles (Grummer, 1993), ou à une diminution de la disponibilité des acides aminés qui sont utilisés prioritairement pour satisfaire la demande mammaire en acides aminés et en glucose (Chilliard, 1999).

L'étude statistique n'a révélé aucun effet significatif du nombre de fœtus sur les teneurs sériques en albumine en régions aride et semi-aride durant les divers stades reproductifs. Un résultat similaire a été rapporté par Balikci et al. (2007), El-Tarabany. (2012), Talawar et al. (2016). Chez les brebis OD, Bouzenzana (2015), Boudebza (2015) et Haffaf (2017) en saison froide n'ont pas enregistré des différences significatives entre les brebis portant un ou deux fœtus malgré les profils de variations différents. En effet, Bouzenzana (2015) a noté que les concentrations plasmatiques en albumine diminuent de façon hautement significative ($p<0,001$) vers la fin de gestation à $27,45\pm 2,32$ g/l pour les brebis ayant une portée simple et à $27,3\pm 1,64$ g/l pour celles ayant une portée double, et augmentent significativement ($P<0,01$), chez les brebis allaitant 2 agneaux au post-partum. Alors que Boudebza (2015) a rapporté des valeurs croissantes en fin de gestation et significativement inférieures chez les brebis allaitantes que gestantes. Toutefois, Haffaf (2017) en saison chaude a souligné une influence très significative de la taille de portée à partir du 60^{ème} jour de gestation sur l'albumine qui augmente avec la progression de la gestation avec des concentrations plus élevées chez les portées simples. Selon Singh et Singh (1990), les femelles allaitantes, peuvent couvrir l'utilisation accrue des protéines par augmentation de la digestibilité des protéines brutes, d'où la disponibilité en acides aminés pour la synthèse hépatique d'albumine.

III.3.2.6 La globulinémie

Les données statistiques concernant les valeurs sériques de la globuline dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 23 et la figure 15.

La comparaison des valeurs des globulines obtenues durant les différentes périodes de l'étude fait ressortir que les globulinémies en zone aride sont significativement plus élevées que celles retrouvées en zone semi-aride pour toutes les catégories d'animaux (brebis à portée

simple, double ou non gestantes). Toutefois, ces valeurs restent comprises dans les intervalles des normes physiologiques décrites par Kaneko et al. (2008)(35 -57 g/l).

Tableau 23 : Variations des concentrations sériques en globulines (g/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en région aride et semi-aride

Globuline		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi aride	Simple (n = 8)	39,10 ± 1,64 A**	37,70 ± 1,32 A***	38,7±2,21 A**	33,40 ± 1,55 A***	33,40 ± 1,85 A***
	Double (n = 7)	39,9 ± 2,29 B**	39,50 ± 1,37 B***	35,4±0,87 B***	33,5 ± 3,18 B**	32,50 ± 1,23 B***
	Vides (n = 5)	41,80 ± 1,63 C*	41,1 ± 2,22 C*	40,6±2,16 C*	38,3 ± 1,96 C**	38,9 ± 1,63 C*
Aride	Simple (n = 14)	45,70 ± 1,26	46,2 ± 1,11	45,9±0,90	44,60 ± 1,33	42,60 ± 1,06
	Double (n = 10)	47,80 ± 0,93	46,9 ± 0,99	46,3±1,37	43,4 ± 0,92	43,40 ± 0,77
	Vides (n = 6)	47,6 ± 0,95	48,00 ± 0,79	47,1±1,52	48,70 ± 1,89,	45,5 ± 1,61

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation, *Prd4* : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; *B* : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs. Vides aride.

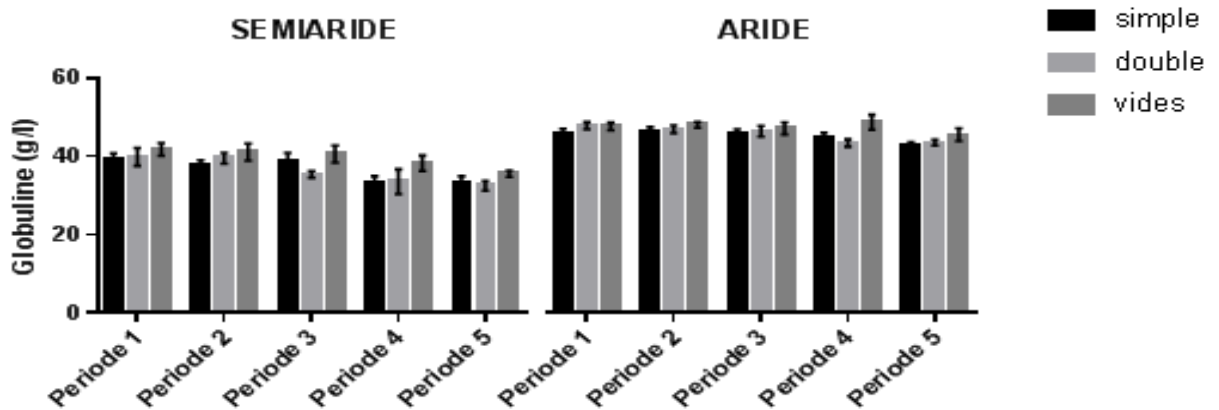


Figure 15 : Evolution de la globulinémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Les résultats de notre étude indiquent l'absence d'effet significatif de la gestation ou de la taille de la portée sur la globulinémie dans les 2 zones durant les différentes périodes de l'essai. En effet, si on prend en considération les zones et les catégories de brebis, on remarque qu'au niveau de la zone semi-aride, la globulinémie tend à diminuer en fin de gestation et en

début de lactation comparativement aux périodes de la lutte, début et milieu de gestation pour les brebis portant un et deux fœtus. En zone aride, une légère diminution est constatée en début de lactation pour les portées simples et en fin de gestation et début de lactation pour les portées doubles.

Les valeurs de la globulinémie obtenues dans cette étude en zone semi-aride sont comparables à celles citées par Bouzenzana (2015) en début de gestation pour les brebis portant un et deux fœtus, et en fin de gestation pour les brebis à portée double. Les femelles à portée simple ont présenté des taux supérieurs aux nôtres durant cette dernière période ($37,15 \pm 3,83$ vs $33,40 \pm 1,55$ g/l). En début de lactation, ce même auteur a cependant noté des valeurs plus élevées pour les deux groupes (simple et double) et une augmentation de ce paramètre, ce qui est en désaccord avec nos résultats. D'autre part, en accord avec nos données dans les 2 zones, Yokus et al. (2006), Teleb et al. (2014) et Manat et al. (2016) n'ont rapporté aucune différence significative de la globulinémie liée au stade reproductif. Alors que Balikci et al. (2007) ont relevé une diminution au 150^{ème} jour gestation comparé aux autres stades et que la protéinémie et la globulinémie sont plus basses ($P < 0,05$) chez les portées doubles comparées aux portées simples aux 100 et 150^{ème} jours de gestation avec respectivement ($45,3 \pm 0,78$ vs $41,4 \pm 0,89$ et $38,6 \pm 0,74$ vs $35,2 \pm 0,93$ g/l). Par ailleurs, El -Far et al. (2010) ont rapporté que, les différentes fractions des globulines ($\alpha 1$, $\alpha 2$, β , $\gamma 1$ et $\gamma 2$) diminuent significativement ($P < 0,05$) une semaine avant le part, chez les brebis à portée double comparativement au lot témoin. De sa part, El-Tarabany (2012), a confirmé l'effet de la taille de portée sur les concentrations sanguines des protéines totales, de l'albumine et de la globuline. Les valeurs étant plus élevées chez les brebis portant un seul fœtus que celles à portées doubles de 7,97, 11,79 et 9,69% respectivement. Par ailleurs, Soliman (2014) a noté chez les brebis Ossimi des globulinémies plus faibles en fin de gestation ($P < 0,05$) qu'en lactation. De même Bouzenzana (2015) a constaté une diminution de la concentration en globuline dans le lot des portées doubles en fin de la gestation, avec des valeurs significativement plus faibles ($P < 0,05$) par rapport aux brebis à portées simples ($32,03 \pm 4,24$ vs $37,15 \pm 3,83$ g/l, respectivement). La diminution des globulinémies vers la fin de la gestation et surtout chez les brebis ayant une gestation gémellaire pourrait être attribuée à la production accrue des globulines pour la synthèse du colostrum durant les 3-4 semaines pré-partum (Davson et Segal, 1980 cités par Balikci et al., 2007).

Au cours de la phase post-partum / début de la lactation, Sharma et al. (2015), ont enregistré chez les brebis Gaddi, des taux plasmatiques en protéines totales et globulines significativement plus bas par rapport aux autres stades reproductifs, pouvant être dus à la

captation des immunoglobulines par la glande mammaire (Hashemi et al., 2008). De plus, la globuline peut être utilisée pour la synthèse des protéines de lait (caséine). Par conséquent, le rapport albumine / globuline est plus élevé au post-partum et confirme le statut immunitaire des brebis durant cette phase (Sharma et al., 2015). D'autres auteurs ont, par contre, enregistré des augmentations de la globulinémie en lactation (Bouzenana, 2015) chez les brebis allaitant un (P<0,05), et 2 agneaux (P<0,001) plus prononcée chez le dernier groupe (2 agneaux). Selon Obidike et al. (2009), l'augmentation des globulines pendant les 15 jours post-partum correspond à l'accroissement des lymphocytes, reflétant ainsi une amélioration du statut immunitaire après la parturition.

III.3.2.7 L'urémie

L'urémie constitue un bon indicateur de l'apport azoté chez les ovins et les caprins (Nazifi et al., 2003 ; Gürgöze et al., 2009). Le tableau 24 ainsi que la figure 16 représentent les variations de l'urémie en fonction du stade physiologique, la taille de portée et du site expérimental.

Tableau 24 : Variations des concentrations sériques en urémie (g/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Urée	Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Simple (n = 8)	0,38 ± 0,03	0,32 ± 0,01	0,20±0,04	0,20 ± 0,02 b*	0,32 ± 0,02
Semi – aride					
Double (n = 7)	0,38 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,20±0,03	0,23 ± 0,02 B**	0,31 ± 0,04
Vides (n = 5)	0,35 ± 0,01,	0,34 ± 0,02	0,22±0,02	0,28 ± 0,02	0,32 ± 0,04
Aride					
Simple (n =14)	0,33 ± 0,03	0,30 ± 0,01	0,15±0,01 b**	0,31± 0,01 A***	0,38 ± 0,02
Double (n = 10)	0,37 ± 0,03	0,29 ± 0,03	0,16±0,01 c*	0,35 ± 0,02	0,38 ± 0,03
Vides (n = 6)	0,36 ± 0,03	0,27 ± 0,03	0,22±0,02	0,33 ± 0,05	0,35 ± 0,02

Prd1 : période avant la lutte, **Prd2** : début de gestation, **Prd3** : milieu de gestation,

Prd4 : fin de gestation, **Prd5** : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; **b** : portée simple vs brebis vides ; **c** : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; **B** : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs. Vides aride.

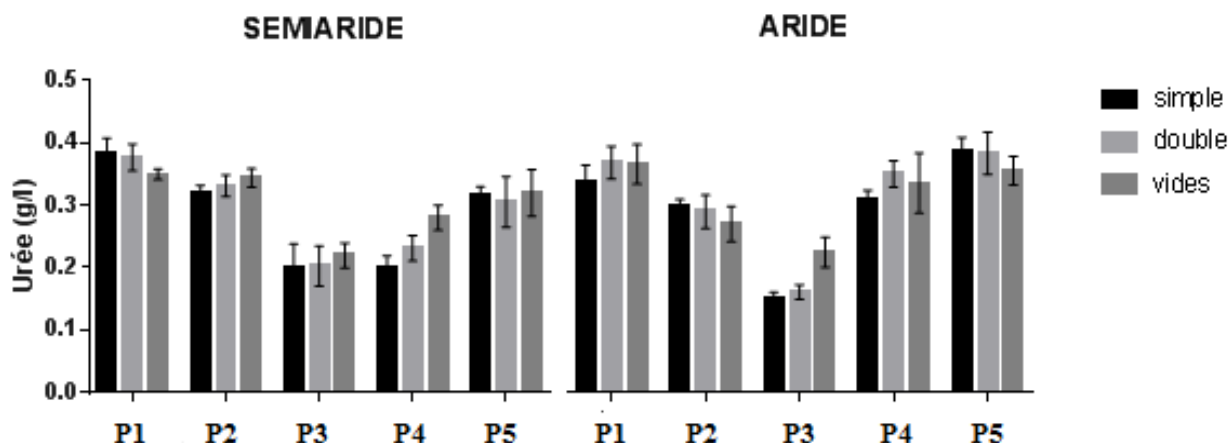


Figure 16 : Evolution de l'urémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Les valeurs de l'urémie enregistrées au cours des différents stades physiologiques au niveau des deux régions sont inférieures à celles rapportées par Radostits et al. (2000) (0,54-1,8 g/l). Elles sont situées dans l'intervalle des références définies par Kaneko et al. (2008) (0,17-0,43 g/l), mais restent inférieures à celles de Dimauro et al. (2008) (0,28-0,62 g/l) en milieu de gestation dans les 2 zones et en fin de gestation en zone semi-aride. Soulignons toutefois qu'en fin de gestation, les niveaux de l'urée sanguine des brebis en région aride (portée simple et double) sont significativement plus élevés que ceux de la région semi-aride. Le nombre de fœtus n'a exercé aucun effet significatif sur l'urémie dans les 2 zones d'élevage. Cependant, une différence significative ($p < 0,05$) et très significative ($p < 0,01$) entre brebis gestantes (portée double et simple) et vides ont été retrouvées en zone aride en milieu de gestation et entre les brebis portant un seul fœtus et les vides ($p < 0,05$) en fin de gestation en zone semi-aride.

Les brebis en période de lutte dans les 2 régions ont présenté des urémies élevées qui diminuent au début de la gestation en accord avec les résultats de Boudebza (2015) et de Djaalab (2017). Ces auteurs ont noté une augmentation de l'urémie en fin de gestation et un pic en période de lactation, ce résultat concorde au notre en zone aride.

Dans la présente étude aucune différence significative n'a été obtenue entre les brebis gestantes de portées différentes et les femelles vides dans les 2 régions à l'exception du prélèvement réalisé en milieu de gestation pour les 2 groupes de brebis gestantes en zone aride et le groupe de brebis portant un seul fœtus en fin de gestation en zone semi-aride. Par ailleurs, le profil de l'urémie des brebis en région semi-aride a présenté une diminution vers la fin de gestation chez les brebis gestantes avec des teneurs inférieures à celles des brebis vides. Les

taux ont augmenté par la suite en début de lactation dans les deux lots de brebis allaitantes. Au site aride, les taux de l'urée ont chuté considérablement en milieu de gestation pour augmenter vers la fin et davantage en lactation chez les brebis à portée simple ou double. Notons qu'en fin de gestation, dans les deux sites expérimentaux, les portées simples ont exprimé des valeurs légèrement inférieures aux portées doubles. Les brebis vides ont présenté des fluctuations des concentrations de ce métabolite dans les 2 zones durant les périodes de l'essai probablement en relation avec un apport nutritif variable en quantité ou en qualité. Un profil similaire de l'évolution de l'urémie des brebis OD gravides en région aride a été décrit par Boudebza (2015) où les teneurs élevées en période de lutte ($0,35\pm 0,06$ g/l) ont diminué en début ($0,27\pm 0,08$ g/l) et milieu de gestation ($0,26\pm 0,05$ g/l) pour augmenter en fin de gestation et début de lactation. Les valeurs notées durant les deux dernières périodes sont nettement supérieures aux nôtres dans les deux zones d'élevage ($0,42\pm 0,13$ et $0,54\pm 0,15$ g/l respectivement). Une évolution pareille avant, pendant la gestation et en début de lactation a été aussi enregistrée par Djaalab (2017) avec des taux urémiques plus élevés en fin gestation et en début de lactation ($0,40\pm 0,02$ et $0,45\pm 0,03$ g/l) respectivement. De sa part, Chachoua (2015) a observé une décroissance des taux sanguins du début à la fin de gestation suivie d'une croissance en période de lactation, ce qui correspond au profil décrit en zone semi-aride. Haffaf (2017) par contre, a enregistré une augmentation des urémies du début à la fin de gestation chez les portées simples et doubles en saison sèche et humide, mais sans différences significatives entre les périodes de gestation ou la taille des portées. Les teneurs notées sont supérieures aux nôtres en milieu et fin de gestation dans les deux régions.

Les résultats de l'urémie exprimés au tableau 24 ne montrent pas d'effet significatif de la gestation sur ce métabolite sauf en région aride en milieu de gestation et en fin de gestation pour les portées simples en zone semi-aride. Ces conclusions sont en accord avec celles Antunović et al. (2011) et Gururaj et al. (2014) qui n'ont pas trouvé de différences significatives entre les brebis gestantes et vides. Cependant, certains auteurs ont relevé des valeurs plus élevées chez les brebis gestantes que celles des brebis vides (Antunovic et al., 2002; Piccione et al., 2009 ; Deghnouche et al., 2013). Alors que Marton et al. (2009) ont trouvé que les taux urémiques sont plus élevés chez les brebis vides que chez les gestantes ce qui concorde avec nos résultats en milieu de gestation en zone aride et en fin de gestation en région semi-aride chez les portées simples. La diminution des concentrations de l'urée sanguine observée durant ces périodes coïncidant avec la saison chaude pourrait être expliquée par son utilisation pour la synthèse des protéines par voie rumino-hépatique pour compenser un déficit nutritionnel en

apport protéique (Yokus et al., 2006). Elle pourrait éventuellement refléter un trouble de la fonction hépatique, car durant la gestation et dans certaines situations de stress, l'urée est un meilleur indicateur du niveau des réserves corporelles (Seidel et al., 2006). Par ailleurs, Antunovic et al. (2011) ; Deghnouche et al., (2013) ; Boudebza (2015) ont rapporté des urémies plus élevées chez les brebis allaitantes comparées aux gestantes et aux brebis vides. Khnissi et al. (2013) par contre, ont souligné une urémie plus basse chez les brebis allaitantes que chez les gestantes. El-Sherif et Assad (2001) ont rapporté que l'urée plasmatique augmente chez les brebis Barki à partir de la 10^{ème} semaine de gestation atteignant un pic à la parturition.

Les résultats de l'étude menée en zone aride sur les brebis OD sont en accord avec ceux rapportés chez diverses races ovines par plusieurs auteurs (Antunovic et al., 2002 ; Durak et Altiner, 2006 ; Yokus et al., 2006 ; Piccione et al., 2009, Khatun et al., 2011 ; Boudebza et al., 2016 ; Jodan et Al-Hamedawi, 2017) qui ont trouvé des urémies plus élevées en fin de gestation. Selon Ramin et al. (2007), la production de l'urée augmente à 67% durant la gestation et diminue à 36 % après la parturition et durant la lactation. Pour Raofi et al. (2013), les valeurs les plus élevées sont observées chez la brebis Lori-Bakhtiari autour de l'agnelage. L'augmentation de ce métabolite pourrait être attribuée à une élévation du taux de cortisol affectant le catabolisme des protéines corporelles en fin de gestation (Silanikov, 2000), aux besoins énergétiques plus élevés durant cette période associés à un apport alimentaire insuffisant (Balikci et al., 2009), ou encore à une hyperactivité thyroïdienne, qui induit une augmentation de la protéolyse chez les femelles gestantes (Piccione et al., 2009). Par ailleurs, d'autres études (Antunovic et al., 2004, Balikci et al., 2007; Gurgoze et al., 2009 ; Taghipoor et al., 2010 ; Safsaf, 2014 et Bouzzenana , 2015) ont enregistré des urémies plus faibles en fin de gestation en accord avec nos observations en zone semi-aride. Cette diminution de l'urémie durant la période pré-partum pourrait être relative à la réduction de l'ingestion alimentaire due au stress et aux modifications hormonales liées à la parturition (Taghipour et al., 2010). D'autre part, Teleb et al. (2014) ; Talawar et al. (2016) n'ont constaté aucune différence significative de l'urémie durant les périodes physiologiques (la non gestation, fin de gestation et début de lactation) chez les brebis Saidi et Nari Suwarna respectivement.

Dans les 2 sites expérimentaux l'urémie la plus élevée est observée chez les brebis en lactation en comparaison avec autres périodes. Cette même constatation a été signalée chez les femelles OD par Deghnouche et al. (2013), Chachoua (2015), Boudebza (2015), Boubil et al.(2017), Djaalab (2017) et Berkani et al. (2018). Ces résultats sont aussi en accord avec ceux d'Antunović et al. (2002) et Karapehliyan et al. (2007) qui ont démontré que l'urémie a

tendance à augmenter durant le post-partum. Cette hausse pourrait être due à la diminution de la filtration glomérulaire et la réduction de la clairance de l'urée en fin de gestation et en lactation (Rodriguez et al., 1996), ou le résultat de catabolisme des protéines musculaires par mobilisation des réserves corporelles (Antunovic et al., 2011). Toutefois, Ouanes et al. (2011) ont montré que la lactation n'a pas d'effet significatif sur l'urémie. Par contre, El-Sherif et Assad (2001) ; Piccione et al. (2009) et Haffaf. (2011) ont indiqué que l'urémie diminue avec l'avancement de la lactation en réponse à la synthèse du lait (El-Sherif et Assad 2001)

Le tableau 24 montre que les concentrations sériques en urée au cours de la gestation ou au post-partum ne sont pas affectées par la taille de la portée en zones semi-aride et aride. Ceci en accord avec les résultats de Firat et Özpınar (2002), Seidel et al. (2006), Balikci et al. (2007) et Raoofi et al. (2015). Chez la brebis OD, Bouzenzana (2015) a noté une légère diminution de l'urémie avec l'avancement de la gestation mais sans aucune différence significative entre les brebis portant 1 ou 2 fœtus. Le même constat a été indiqué par Boudebza (2015) mais avec un profil de variation différent en période sèche, en gestation et lactation. Pareillement, Haffaf (2017) n'a pas mentionné d'effet significatif entre les urémies des brebis à portée simple ou multiple au cours des différents stades de gestation. Cependant, El-Tarabany (2012) a constaté une différence significative ($p < 0,001$) de la taille de portée sur l'urémie en période de gestation. Les concentrations diminuent significativement de 13,84% chez les brebis portant un fœtus comparativement aux doubles. Par ailleurs, Ólafsdóttir (2012) a enregistré une urémie plus élevée chez les brebis portant des fœtus simples que celles portant 2 ou 3 fœtus (9,22 ; 8,60 et 7,44 mmol /l respectivement) en fin de gestation et en début de lactation. Cet auteur a confirmé que l'urémie varie proportionnellement avec le régime et sa richesse en protéines. Elle est plus élevée dans les régimes riches en protéines que dans des régimes adéquats ou hyper-énergétiques notamment dans les 3 dernières semaines de gestation. Quant à la période de lactation, Sobiech et al. (2008) ont noté que les niveaux d'urée sanguine ont augmenté de manière significative au cours de la lactation chez les brebis des deux groupes. Et que l'urémie était plus élevée chez les brebis allaitants 2 agneaux. Ces auteurs ont également décrit chez ce groupe une corrélation négative entre la protéinémie et l'urémie associée au catabolisme des protéines lors de la synthèse intense du lait. Dans une étude récente, Pesántez-Pacheco et al. (2019) ont rapporté que l'urémie est affectée par l'interaction significative entre l'âge des brebis et le stade de gestation ($p < 0,0001$). Chez les brebis matures, les niveaux d'urée ont diminué avec la gestation pour augmenter après l'agnelage. Alors que les plus jeunes brebis ont présenté une augmentation légère et constante pendant la gestation et après la mise bas. Cette

augmentation était plus importante après agnelage comparativement au milieu et à la fin de la gestation. De plus, la taille de la portée n'a affecté l'urée plasmatique que chez les jeunes brebis. Les femelles ayant eu un seul fœtus ont montré une élévation légère des taux d'urée pendant la gestation, qui devient plus importante après la mise bas que celle des jeunes brebis à portée multiple ($p < 0,05$). Ces auteurs ont conclu que les brebis adultes présentent une meilleure adaptation aux besoins nutritionnels de la gestation, même lors de portées multiples, et aux exigences métaboliques imposées par la lactation comparativement aux brebis primipares.

III.3.2.8 La créatininémie

Les données statistiques concernant les concentrations sériques de la créatinine dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 25 et la figure 17.

Tableau 25 : Variations des concentrations sériques en créatinine (mg/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

Créatinine		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi -aride	simple n = 8	6,53 ± 0,42 A***	7,12 ± 0,29 A***	6,75 ± 0,52 A***	6,71 ± 0,91 A***	6,41 ± 0,47 A**
	double n = 7	7,21 ± 0,44 B***	6,58 ± 0,30 B***	7,3 ± 0,69 B***	7,77 ± 0,15 B***	7,81 ± 0,73
	Vides n = 5	6,13 ± 0,32 C***	7,23 ± 0,09 C***	5,66 ± 0,64 C***	7,52 ± 0,27 C***	8,00 ± 0,31
Aride	simple n = 14	15,1 ± 0,25	15,4 ± 0,23	15,3 ± 0,28	15 ± 0,62	8,60 ± 0,36
	double n = 10	15,8 ± 0,31	15,4 ± 0,38	15,5 ± 0,40	15,7 ± 0,58	8,62 ± 0,31
	Vides n = 6	16,2 ± 0,40	15,8 ± 0,48	16,1 ± 0,33	15,1 ± 0,42	8,8 ± 0,39

Prd1 : période avant la lutte, **Prd2** : début de gestation, **Prd3** : milieu de gestation,

Prd4 : fin de gestation, **Prd5** : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; **b** : portée simple vs brebis vides ; **c** : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; **B** : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs. Vides aride.

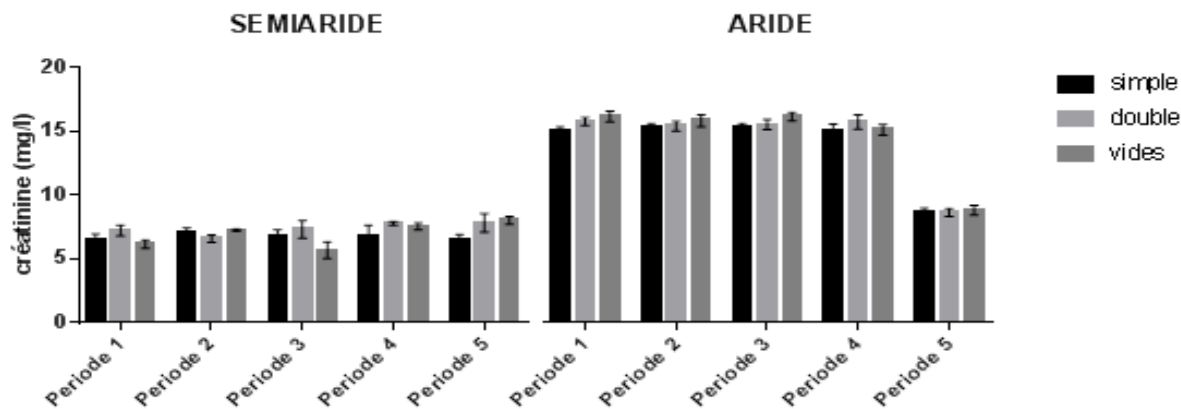


Figure 17 : Evolution de la créatininémie chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Les valeurs de la créatininémie obtenues durant toutes les périodes de l'expérimentation en zone semi-aride, et en début de lactation en zone aride sont dans l'intervalle des normes citées par Dimauro et al. (2008) (2 – 8 mg/l), mais elles restent faibles par rapport à celles citées par Dubreuil et al. (2005) (8-13 mg/l), Brugère-Picoux (2002) (12-29 mg/l) et Kaneko et al. (2008) (12 –19 mg/l). En zone aride, les valeurs observées avant et au cours de la gestation, sont incluses dans l'intervalle de références physiologiques décrites par Brugère-Picoux (2002), Kaneko et al. (2008). Elles sont cependant plus basses que celles de Dimauro et al. (2008). Aucun effet de la gestation n'a été constaté dans les deux zones. Les créatininémies sont très élevées ($p < 0,001$) en zone aride comparée à la zone semi-aride sauf au dernier prélèvement où une nette diminution est observée en zone aride comparativement aux autres stades.

Au site semi-aride, les résultats obtenus lors des différents stades se rapprochent de ceux de Djaalab (2017). Ils sont toutefois très faibles par rapport à ceux de Chachoua (2015) en gestation et au début de lactation. Alors qu'au site aride, les créatininémies enregistrées sont supérieures à celles de Deghnouche (2011) chez les diverses catégories de brebis (gestantes, allaitantes et vides) durant la saison chaude et humide.

A l'observation du tableau 25, on constate au site semi- aride une légère augmentation en début de gestation suivie d'une diminution en fin de gestation et début de lactation où les valeurs chutent et se rapprochent de celles retrouvées avant la lutte pour les portées simples. Alors que pour les portées doubles une diminution est notée en début de gestation puis une augmentation progressive les périodes suivantes. Des fluctuations sont également observées chez les brebis n'ayant pas réussi à concevoir. Quant à la zone aride, peu de variations sont observées avant et au cours de gestation pour les brebis gestantes et vides, mais une nette

diminution est remarquée au dernier prélèvement pour les trois groupes de brebis. Ces résultats sont en partie similaires à ceux d'Ismael et al. (2018) qui n'ont pas décelé de différences significatives entre les créatininémies des brebis avant ($0,97 \pm 0,15$ mg/dl) et durant les cinq mois de gestation ($0,18 \pm 0,03$; $0,14 \pm 0,02$; $0,11 \pm 0,005$; $0,34 \pm 0,22$; $0,36 \pm 0,15$ mg/dl, respectivement). De leur part, Khatun et al. (2011), Tabatabaei (2012), Safsaf (2014), Bouzzenana (2015), Djaalab (2017) et Haffaf (2017) ont décrit une augmentation de créatininémie du début jusqu'à la fin de gestation ce qui est en désaccord avec nos résultats dans les deux expérimentations. Boudebza (2015) a enregistré la teneur la plus faible en créatinine chez les brebis OD en début de gestation ($6,44 \pm 0,68$ mg/l). Ce fait est observé dans la présente étude en zone semi-aride chez les femelles à portées doubles. Selon cet auteur, la créatininémie la plus élevée a été notée en milieu de lactation ($8,59 \pm 0,87$ mg/l). De même, Obidike et al. (2009) ont mentionné une augmentation de ce métabolite après le part, en rapport avec une perte d'électrolytes provoquée par l'hémorragie de la parturition. En outre, Gurgoze et al. (2009) ont observé des valeurs significativement élevées de la créatininémie au 14^{ème} jour post-partum ($0,73 \pm 0,04$ mg/dl) par rapport au 21^{ème} et 120^{ème} jours de la gestation ($0,50 \pm 0,03$ et $0,64 \pm 0,01$ mg/dl respectivement). Le même constat a été fait par Djaalab (2017) qui a trouvé que les brebis OD en lactation avaient des taux plus élevés ($10 \pm 0,52$ mg/l) qu'en début de gestation ($6,89 \pm 0,27$ mg/l, $p < 0,001$), ce qui est en accord avec les résultats de la zone semi-aride uniquement pour les portées doubles et en désaccord avec ceux en zone aride où on a enregistré les taux les plus faibles en début de lactation.

La comparaison des moyennes n'a pas montré de différences significatives entre les brebis gestantes (à portée simple ou double) et vides ni entre les allaitantes et les brebis vides confirmant les résultats de Yokus et al. (2006) et Hamadeh et al. (2006) qui ont attesté que le stade physiologique n'a pas d'effet sur les taux sériques de ce paramètre. De leur part, Piccione et al. (2009) ont décrit une diminution de créatininémie du début à la fin de gestation ($15,29$ à $13,51$ mg/l) pour augmenter en lactation ($15,71$ mg/l) mais sans différence significative entre les périodes. Cependant, des différences hautement significatives ($P < 0,001$) entre les groupes (allaitantes vs vides), (gestantes vs vides) ont été mises en évidence par Deghnouche (2011) avec des valeurs plus élevées chez les gestantes. Roubies et al. (2006) ont signalé une influence significative du stade reproductif sur la concentration sérique de la créatinine avec des valeurs plus élevées chez les brebis gestantes par rapport à celles en lactation. La même observation a été avancée par Haffaf (2011), Khnissi et al. (2013), Boubsil et al. (2017) et Berkani et al. (2018) avec des taux plus faibles chez les allaitantes, ce qui concorde avec nos résultats en zone aride.

Selon Hamadeh et al. (2006) l'accroissement de la créatinine pourrait être associé à la privation d'eau. Roy et Saigal (1987) cités par El-Sherif et Assad (2001) ont expliqué l'augmentation de la créatininémie par l'activité intense de la thyroïde durant la gestation. Alors que Roubies et al. (2006) l'ont attribué au développement de la musculature du fœtus. Elle serait également due à une insuffisance en apport azoté ou énergétique s'accompagnant d'une mobilisation accrue des protéines musculaires pour couvrir le déficit alimentaire associé aux besoins accrus durant cette période critique du cycle reproductif (Dias et al., 2010). Sahoo et al. (2009) ont aussi rapporté que lors d'une restriction des apports protéiques de 50%, la créatininémie tend à augmenter et le ratio urémie/créatininémie devient très faible. A cette mobilisation s'ensuit donc un catabolisme protéique d'où augmentation des niveaux d'urée et de créatinine, et la capacité de filtration rénale se trouve dépassée (El-Sherif et Assad, 2001). Ceci pourrait justifier les taux significativement plus élevés chez les brebis de tous les groupes en région aride comparativement à la région semi-aride. Au contraire Sakkinen et al. (2001) ont confirmé que les concentrations sériques de la créatinine restent stables chez les animaux sous différents régimes alimentaires. De plus, l'augmentation de ce paramètre peut être attribuée à la saison. En effet, Yokus et al. (2006) et Deghnouche (2011) ont observé des valeurs supérieures pendant la saison sèche ($p < 0,001$) qui coïncide avec notre étude que la saison humide et cela chez tous les groupes d'animaux. D'autre part la diminution de la créatinine au cours de la lactation indiquerait que la synthèse du lait est moins stressante pour les reins que la croissance fœtale (El-Sherif et Assad, 2001) ce qui expliquerait nos observations en zone aride.

Dans la présente étude, au niveau des deux sites, aucune différence significative liée à la taille de la portée n'a été observée entre les brebis au cours des périodes de l'expérimentation. Cette constatation n'est pas en accord avec les données de Seidel et al. (2006) ont décrit une augmentation significative de la créatininémie en fin de gestation ($12,5 \pm 0,16$ mg/l) puis, une diminution de $11,6 \pm 0,17$ mg/l peu après l'agnelage à $10,83 \pm 0,19$ mg/l au 30^{ème} jour post-partum, chez les brebis à portée simple et double, ces dernières ont présenté des valeurs nettement plus élevées ($p < 0,01$). Par ailleurs, Bouzenzana (2015) a noté une augmentation significative de la créatininémie du début à la fin de gestation, suivie d'une diminution en période de lactation mais sans différence significative entre les brebis à portée simple et double en début de gestation et en lactation. Cependant des créatininémies plus élevées ($p < 0,05$) chez les portées doubles que les portées simples ont été signalées à 120 jours de gestation ($P < 0,05$, $91,73 \pm 8,12$ vs $99,07 \pm 4,91$ $\mu\text{mol/l}$). Dans ce contexte, El-Tarabany (2012) et Haffaf (2017) ont aussi montré une augmentation significative des concentrations plasmatiques en créatinine avec

l'avancement de la gestation, avec des valeurs plus élevées ($p < 0,001$) chez les brebis portant 2 fœtus que chez celles ayant des portées simples.

III.3.2.9 L'activité enzymatique de l'ASAT (Aspartate amino-transferase)

Les données statistiques concernant les concentrations sériques de l'activité enzymatique de l'ASAT dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 26 et la figure 18.

A l'observation du tableau 26, il en ressort que les concentrations sériques des ASAT enregistrées dans cette étude au niveau des deux régions pour les différents groupes d'animaux sont globalement comprises dans l'intervalle des normes décrites par Kaneko et al., 2008 (60-280 UI/l). Cependant les taux observés en zone semi-aride en milieu, fin de gestation et en lactation sont au-dessous des limites inférieures décrites par Dimauro et al., 2008 (87-222 UI/l). Certains résultats (surtout en période de lutte chez toutes les brebis et au deuxième prélèvement en zone semi-aride) restent supérieurs aux normes citées par Brugère-Picoux (2002) (35-99 UI/l) et par Dubreuil et al. (2005) (72-101 UI/l).

Tableau 26 : Variations des concentrations sériques en ASAT (UI/l) (Moyenne \pm SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

ASAT		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi – aride	simple n = 8	115 \pm 13,7	119 \pm 10,8	80,6 \pm 6,19 A*	81,9 \pm 6,37 A*	78,1 \pm 5,54
	double n = 7	99,7 \pm 4,47 B*	104 \pm 9,96	78,9 \pm 6,8	61,3 \pm 4,64 B***	79,3 \pm 3,54
	vides n = 5	102 \pm 11,2	116 \pm 8,85 C**	76,2 \pm 7,4	94,6 \pm 5,27 c*	92,4 \pm 7,41
Aride	simple n = 14	112 \pm 6,22	98,4 \pm 6,0	102 \pm 4,67	99 \pm 4,65, a*	92,2 \pm 5,48
	double n = 10	120 \pm 6,24	97,6 \pm 7,44,	101 \pm 8,77	121 \pm 9,07	92,7 \pm 8,96
	vides n = 6	111 \pm 7,72	77,3 \pm 7,27	78,7 \pm 5,18	96,8 \pm 7,68	91,2 \pm 2,54

Prd1 : période avant la lutte, **Prd2** : début de gestation, **Prd3** : milieu de gestation,

Prd4 : fin de gestation, **Prd5** : début de lactation.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

a : Portée simple vs Double ; **b** : portée simple vs brebis vides ; **c** : portée double vs brebis vides

A : P. simple semi-aride vs P. simple aride ; **B** : P. double semi-aride vs P. double aride ;

C : Brebis vides semi-aride vs. Vides aride.

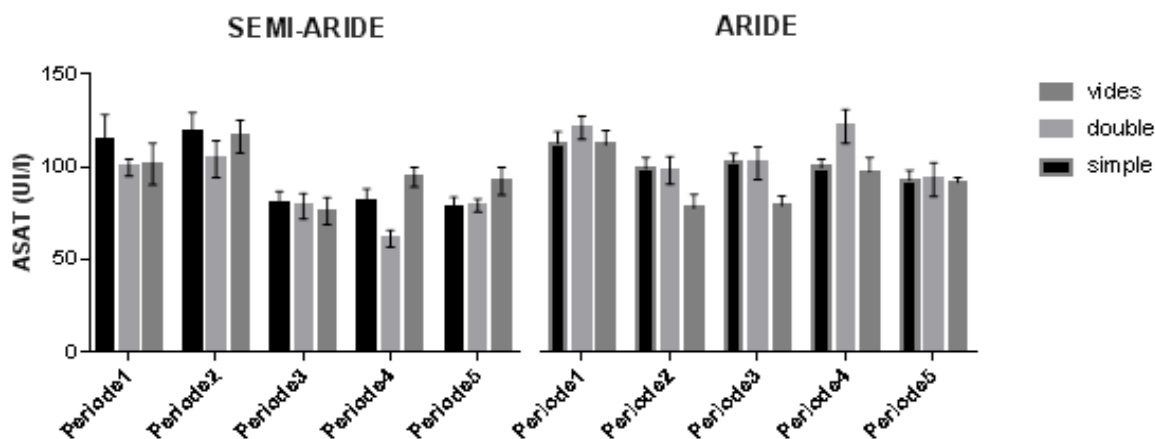


Figure 18 : Evolution des concentrations sériques en ASAT chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

En région aride chez les portées doubles, on note une augmentation de l'activité enzymatique de l'ASAT du début jusqu'à la fin de gestation confirmant les résultats d'El Sherif et Assad (2001) et de Haffaf (2017). En effet, El Sherif et Assad (2001) ont remarqué cette augmentation à partir de la deuxième semaine de gestation. De sa part, Iriadam (2007) chez la chèvre kilis a rapporté une élévation significative ($p < 0,01$) avec l'avancement de la gestation et à 3 semaines post-partum. En général, l'augmentation significative des enzymes hépatiques ALAT et ASAT dans le sang, pourrait être attribuée aux dommages des hépatocytes qui augmentent leur perméabilité membranaire et conduisent à la libération des enzymes cellulaires dans la circulation (Kaneko et al., 1997). Ceci reflèterait la fonction de désintoxication intense du foie chez la brebis surtout en fin de gestation (Antunovic et al., 2004). Cependant cette évolution est en désaccord avec nos résultats au niveau de la même région concernant les portées simples où une légère augmentation est remarquée au milieu de la gestation, et également en zone semi-aride où il y a une diminution de l'activité de l'ASAT en fin de gestation comparativement aux périodes avant la lutte, début et milieu de gestation.

Plusieurs études ont rapporté des concentrations sériques plus élevées en ASAT chez les brebis gestantes ayant une acétonémie subclinique ou clinique comparativement aux brebis gestantes des lots témoins (Balikci et al., 2009 ; Marutsova, 2015). Cette élévation de l'ASAT reflèterait une lipomobilisation associée à un apport alimentaire insuffisant, une lipidose hépatique (Anoushepour et al., 2014, Vasava et al., 2016), ou des atteintes du parenchyme hépatique (Balikci et al., 2009 ; Marutsova, 2015 ; Marutsova et Binev, 2018). Généralement, un déficit alimentaire à court terme en fin de gestation peut provoquer une dégénérescence micro vésiculaire réversible du foie, affectant parfois la totalité du parenchyme. Les lésions

sévères du tissu hépatique sont associées à des concentrations élevées en ASAT chez les animaux atteints (Vasava et al., 2016).

Tabatabaei (2011) a signalé une diminution significative de l'ASAT avec l'avancement de la gestation chez la chèvre, ce qui concorde avec nos résultats au site semi-aride en période de gestation. Au contraire, El-Tarabany (2012) a indiqué que les concentrations en ASAT augmentent avec l'avancement de la gestation simultanément chez brebis portant un ou deux fœtus, avec des valeurs nettement plus élevées chez ces dernières. Une évolution pareille est observée en zone aride chez les brebis à portée double avec un effet significatif de la taille de portée en fin de gestation. L'effet non significatif du nombre de fœtus observé dans les autres périodes de l'étude dans les 2 zones a été également signalé par Boudebza (2015) et Haffaf (2017) malgré une évolution différente de cette enzyme hépatique. Pour Khan et al. (2002), aucune différence significative entre les brebis au pré et post-partum n'a été mise en évidence. Alors que dans d'autres études, on a observé une élévation de l'activité d'ASAT sous l'effet des glucocorticoïdes qui sont sécrétés pendant la gestation (Bell et al., 1989). Par ailleurs, Antunovic et al., (2011), Deghnouche et al. (2013b), Boudebza (2015) et Djaalab (2017) ont constaté que l'activité enzymatique de l'ASAT est plus élevée chez les brebis allaitantes comparativement aux brebis gestantes et vides ce qui contredit nos résultats au niveau des deux sites pour les deux groupes de femelles. Ramos et al. (1994) ont expliqué l'augmentation de l'activité de l'ASAT chez les brebis en lactation comparée à la fin de gestation par l'augmentation de la taille du foie. Antunovic et al. (2004) ont suggéré que l'activité élevée de l'ASAT pourrait correspondre à un déficit protéique et à une supplémentation énergétique de la ration en relation avec une grande activité métabolique du foie, et un exercice physique important des brebis aux pâturages. Ainsi, les modifications de l'activité des enzymes hépatiques dans le sang liées au statut physiologique, en particulier en lactation, pourraient entraîner une altération du métabolisme hépatique, et seraient liées à consommation réduite de matière sèche autour de la parturition (Greenfield et al., 2000 ; Soliman, 2014). De leur part, Gurgoze et al., (2009) et Soliman (2014) n'ont observé aucune variation significative de l'ASAT en relation avec le stade physiologique de la femelle, ce qui confirme majoritairement nos résultats dans les 2 zones durant les différentes périodes à l'exception de la fin de gestation où on a décelé une différence significative ($p < 0,05$) entre les brebis à portée double et les femelles vides en région semi-aride.

III.3.2.10 L'activité enzymatique de l'ALAT (Alanine amino-transférase)

Les concentrations sériques de l'activité enzymatique de l'ALAT obtenues au niveau des deux zones durant les différentes périodes du cycle reproductif sont représentées dans le tableau 27 et illustrées dans la figure 19.

Tableau 27 : Variations des concentrations sériques en ALAT (UI/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

ALAT		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi – aride	simple (n = 8)	22,1 ± 1,92	22,1 ± 0,95	12,6 ± 1,09 A***	11 ± 1,05, A***	10,8±0,82 A***
	double (n = 7)	21,1±1,34	22,6±1,39	13,3 ± 0,99 B***	12,6±1,02 B***	11,1±0,67 B***
	vides (n = 5)	19,2±2,06	21,8±1,39	12,5±1,26 C*	15,6±0,812 C**	16,8±0,74 C**
Aride	simple (n = 14)	20,7±1,05	22,7±1,26	24,2±0,96	22,1±0,86	18,1±0,91
	double (n = 10)	21,3±1,17	19,3±0,87	21,3±1,04	24,5±1,11	20,2±1,04
	vides (n = 6)	20,7±1,17	18,8±0,75	19,2±1,7	22,7±1,76	21,8±1,13

Prd1 : période avant la lutte, *Prd2* : début de gestation, *Prd3* : milieu de gestation, *Prd4* : fin de gestation, *Prd5* : début de lactation. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. *a* : Portée simple vs Double ; *b* : portée simple vs brebis vides ; *c* : portée double vs brebis vides

A : *P. simple semi-aride* vs *P. simple aride* ; *B* : *P. double semi-aride* vs *P. double aride* ;

C : *Brebis vides semi-aride* vs. *Vides aride*.

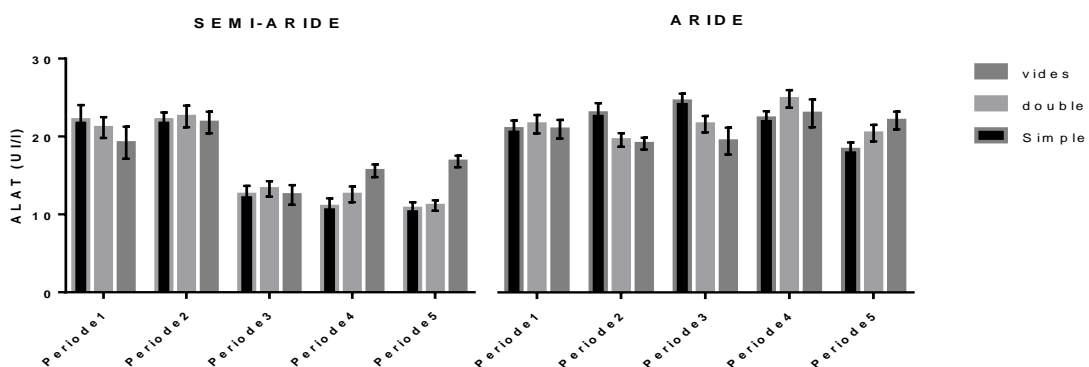


Figure 19 : Evolution des concentrations sériques en ALAT chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

Les résultats obtenus au niveau des deux sites sont compris dans les intervalles de référence décrits par Brugère-Picoux, 2002 (10-30 UI/l) et Dimauro et al. (2008) (13-36 UI/l)

Toutefois certaines valeurs dépassent les limites supérieures indiquées par Dubreuil et al. (2005) (9-22 UI/l) et Kaneko et al. (2008) (6-20 UI/l).

L'évolution des concentrations sériques de l'ALAT est différente entre les deux zones : en région semi-aride, les valeurs élevées avant la lutte et en début de gestation diminuent progressivement pour les brebis à gestation simple et double. Les valeurs les plus basses sont observées en début de lactation. Tandis qu'en région aride, on remarque une tendance à l'augmentation vers la fin de gestation pour les portées doubles, suivie d'une diminution en début de lactation pour les deux groupes. Les brebis vides ont présenté des fluctuations aux deux sites. De plus, les brebis au site semi-aride ont présenté des taux significativement plus bas ($p < 0,001$ et $p < 0,001$) chez les brebis des trois catégories au milieu, fin de gestation et en début de lactation comparativement à la zone aride.

Les valeurs obtenues en zone aride par Deghnouche (2011) en saison sèche sont supérieures à celles décrites dans la présente étude dans les deux régions pour les différentes catégories d'animaux : gestantes, allaitantes et vides, avec respectivement $26,06 \pm 10,44$; $27,59 \pm 6,89$ et $26,28 \pm 4,31$ UI/l.

Les valeurs obtenues avant la lutte ($11,70 \pm 0,61$ UI/l) et au début de la gestation ($9,80 \pm 0,32$ UI/l) dans les 2 zones sont supérieures à celles de Djaalab (2017). Elles sont également supérieures à celles de Haffaf (2017) en saison chaude et froide durant la première moitié de gestation. En fin de gestation, l'inverse est constaté en région semi-aride où on retrouve des concentrations plus faibles que celles du même auteur durant les deux saisons. L'activité de l'ALAT la plus élevée obtenue en période de lutte dans les deux zones est en accord avec les résultats de Djaalab (2017). Cependant l'évolution au cours de la gestation correspond à celle des portées double en zone aride et diffère de celle de la zone semi-aride. En effet, l'auteur a noté une augmentation du début à la fin de gestation puis une diminution en période de lactation. Une évolution similaire a été rapportée par Boudebza (2015) avec des taux plus faibles en période de lutte et début de gestation mais plus élevés des nôtres au site semi-aride en fin de gestation et début de lactation. Un profil pareil a été également souligné par en saison chaude et froide par Haffaf (2017) chez les primipares et les multipares à portées simples et doubles.

L'analyse statistique au niveau des deux zones n'a pas révélé une influence significative de la gestation ou la lactation sur ce paramètre. Ce qui concorde avec les résultats de Deghnouche (2011) en saison sèche où aucune différence n'a été trouvée entre les brebis

gestantes, allaitantes et vides. De même, Ali (2015) n'a pas décelé de différence significative entre brebis gestantes et vides. Cependant, Ramos et al. (1994) et Antunović et al. (2004), ont constaté une augmentation de l'activité d'ALAT chez les brebis gestantes par rapport aux brebis allaitantes et vides. De plus, El Sherif et Assad (2001) ont décrit une élévation significative de l'activité de cette enzyme chez les brebis à partir de la deuxième semaine de gestation. L'augmentation de l'activité des transaminases pourrait traduire des déséquilibres dans certaines cellules musculaires et hépatiques dus à l'intensification des voies de la néoglucogénèse associée à la gestation (El Sherif et Assad, 2001). De plus, Khan et al. (2002) ont rapporté une diminution de l'ALAT du pré au post-partum probablement liée à la sécrétion anté-partum de l'ACTH pour l'induction de la parturition. Baumgartner et Pernthaner (1994), par contre, n'ont pas trouvé de différence entre les périodes du pré et post-partum. Par ailleurs, Antunovic et al. (2011) et Soliman (2014) ont noté une diminution significative de l'activité enzymatique d'ALAT en début de lactation par rapport à la fin de gestation et à l'état vide. De leur part, Yokus et al. (2006), Deghnouche et al. (2013a), Boudebza (2015) et Djaalab (2017) ont souligné une influence significative du stade physiologique sur l'activité de cette transaminase. Deghnouche (2011) a constaté en plus un effet hautement significatif de la saison ($p < 0,001$) sur l'activité enzymatique de l'ALAT.

D'autre part, aucune influence de la taille de la portée n'a été révélée par l'analyse statistique dans les deux sites durant toutes les périodes de l'expérimentation. Ceci en concordance avec les résultats de Boudebza (2015). Par ailleurs, El-Tarabany (2012) a indiqué que les concentrations en ALAT augmentent avec l'avancement de la gestation simultanément chez les brebis portant un ou deux fœtus, mais sans différences significatives entre les deux groupes malgré des valeurs plus élevées chez les portées doubles. Cependant, Haffaf (2017) a mentionné une différence significative ($< 0,05$) en saison chaude et très significative ($< 0,01$) en saison froide entre les brebis portant un ou deux fœtus à partir du 120^{ème} jour de gestation.

III.3.2.11 La phosphatase alcaline (PAL)

Les données statistiques concernant les concentrations sériques de l'activité enzymatique de la PAL dans les deux sites expérimentaux sont présentées dans le tableau 28 et la figure 20.

Les résultats présentés dans le tableau 28 concernant l'activité enzymatique de la phosphatase alcaline montrent des valeurs qui appartiennent à l'intervalle des normes physiologiques cité par Chauhan et Agarwal (2008)(14-427 UI/l). Toutefois, certains

prélèvements dépassent les valeurs maximales décrites par Brugère-Picoux (2002) (33-205), et par Dubreuil et al. (2005) (45–208 UI/l).

Tableau 28 : Variations des concentrations sériques de la PAL (UI/l) (Moyenne±SEM), en fonction de la gestation, la taille de la portée en régions aride et semi-aride

		Prd1	Prd2	Prd3	Prd4	Prd5
Semi-aride	simple n = 8	161 ± 12,2	103 ± 16,8 A***	106 ± 10,1 A**	75,6 ± 9,87 A***	73,1±11,8 A**
	double n = 7	199 ± 25,5	117 ± 16 B**	134 ± 12,3 B***	78,7 ± 11,2 B***	76,3±9,95 B***
	vides n = 5	182 ± 25,9	177 ± 20	93,5 ± 13,5 C**	99,7 ± 7,47 C*	118 ± 15
Aride	simple n = 14	226 ± 26,4,	187± 10,9	231 ± 25,3	193 ± 19,1	166± 21,1
	double n = 10	258 ± 19,2	237± 29,2	260 ± 23	254 ± 27,1	181±19,7,
	vides n = 6	224 ± 28,4	167 ± 24,7	182 ± 18,2	179 ± 24,7	157 ±10,4

Prd1: période avant la lutte, **Prd2**: début de gestation, **Prd3**: mi-gestation, **Prd4**: fin de gestation, **Prd5**: début de lactation. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$;

a: Portée simple vs. double; **b**: Portée simple vs. vide; **c**: double vs. vide. **A**: Portée simple semi-aride vs. Portée simple aride; **B**: Portée double : semi-aride vs. Portée double aride; **C**: brebis vides semi-aride vs. Brebis vides aride

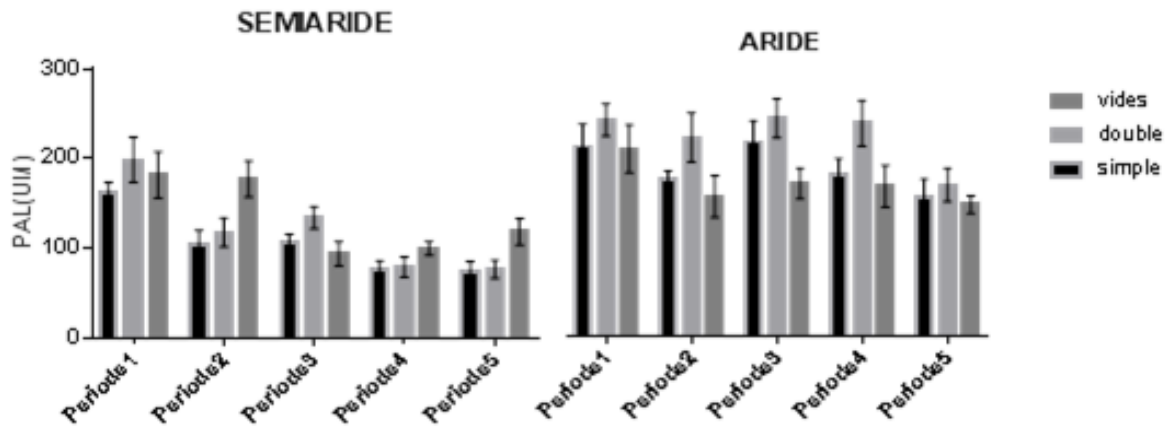


Figure 20 : Evolution des concentrations sériques en phosphatase alcaline chez les brebis OD en fonction du stade physiologique et de la taille de portée en régions aride et semi-aride.

En zone semi-aride, l'activité sérique de la PAL tend à diminuer avec l'avancement de la gestation et en lactation. Les taux les plus élevés ont été enregistrés en période de lutte. Un profil différent et imprécis a été observé en zone aride pour les portées simple ou double. Les brebis vides ont présenté des profils variables d'une zone à l'autre. Notons toutefois que les concentrations obtenues en zone aride sont significativement plus élevées que celles de la zone

semi-aride durant les périodes correspondant à la gestation et à la lactation pour tous les groupes d'animaux.

Les résultats en zone aride sont supérieurs à ceux mentionnés par (Deghnouche et al., 2013a) dans son étude dans la même région pour les brebis gestantes, allaitantes et vides, aussi bien en saison chaude qu'en saison humide. D'autre part, aucune différence significative des concentrations de PAL n'a été notée entre les brebis vides et gravides ou allaitantes. Ceci en accord avec les observations de Baumgartner et Pernthaner (1994), Cal et al. (2009) et Waziri et al. (2010) qui n'ont signalé aucune influence significative du stade reproductif sur l'activité enzymatique de PAL. Contrairement à ce résultat, Deghnouche et al. (2013b) ont constaté des concentrations plus basses chez les brebis vides en comparaison aux gestantes ou allaitantes avec des valeurs plus élevées chez ces dernières. De leur part, Gurgoze et al. (2009) ont rapporté une élévation de l'activité de la PAL circulante chez les brebis Awassi au 14^{ème} jour post-partum comparé au 145^{ème} jour de gestation, liée à l'augmentation de la production des isoenzymes osseuses durant la lactation. D'autre part, Khan et al. (2002) ont noté une activité plus intense au prépartum comparée au post-partum mais sans signification statistique. De plus, Alonso et al. (1997) et Antunović et al. (2004) ont décrit une activité élevée chez les brebis gestantes par comparaison aux deux autres groupes. Egalement, Yokus et al. (2006) et Marutsova (2015) ont souligné une activité plus élevée en fin de gestation qu'en début de lactation. Ce constat est observé dans notre étude au niveau des deux sites expérimentaux. Selon Ashmawy (2015), cette décroissance pourrait être due à la diminution de l'activité de la PAL placentaire synthétisée au niveau du syncytiotrophoblaste des cellules du placenta. D'autre part, Haffaf (2017) a noté la plus faible activité de la PAL chez les brebis vides comparativement aux brebis gestantes. Ces dernières (primipares, multipares, à simple ou à double portée) ont présenté des activités décroissantes du début à la fin de gestation en concordance avec nos résultats en zone semi-aride mais avec des concentrations plus élevées que les nôtres. Par ailleurs, l'activité enzymatique de la PAL enregistrée, durant la gestation et au début de la lactation, chez les brebis à portée simple, est plus faible que celle des portées double au niveau des deux zones. Cette constatation reste insignifiante statistiquement ($p > 0,05$). Un résultat similaire a été rapporté par Haffaf (2017) avec des teneurs plus élevées chez les brebis portant un seul fœtus.

III.3.3 Relation entre les paramètres sanguins hormonaux et biochimiques étudiés en régions semi-aride et aride

Les résultats des analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres sanguins hormonaux et biochimiques étudiés sont représentés au tableau 29 (a, b, c, d) pour la région semi-aride et au tableau 30 (a, b, c, d) pour la région aride pour l'ensemble des brebis, non gestantes, gestantes à portée simple et double.

L'analyse des matrices de corrélation révèle l'existence de plusieurs corrélations positives ou négatives entre les paramètres dans les deux sites expérimentaux. Ainsi les hormones de reproduction P4 et E2 sont fortement positivement et significativement ($p < 0,001$) corrélées entre elles chez les brebis toutes catégories confondues, et chez les gestantes à portée simple et double. Toutefois, cette relation n'apparaît pas chez les brebis vides.

La P4 et l'E2 sont négativement corrélés à la glycémie ($p < 0,001$) dans les deux régions avec $r = -0,502$ et $r = -0,420$ en région semi-aride et $r = -0,547$ et $r = 0,457$ en région aride pour la P4 et l'E2 respectivement. Ces corrélations négatives et significatives sont observées à la fois chez les portées simples et doubles.

Cependant, une corrélation positive et significative est observée entre P4 et les TG dans les deux zones ($p < 0,001$), plus forte en région aride comparativement à la région semi-aride ($r = 0,637$ vs $0,417$). Une relation pareille apparaît entre l'E2 et les TG ($p < 0,001$; $r = 0,476$ en région semi-aride et $r = 0,467$ en zone aride).

Les deux hormones de reproduction se trouvent aussi négativement corrélées à l'urée dans les deux régions. Cette relation est plus forte en région semi-aride ($p < 0,001$; $r = -0,459$ pour P4 et $r = -0,504$ pour E2) contre $r = -0,164$ ($p < 0,05$) pour P4 et $r = -0,318$ ($p < 0,001$) pour E2.

De plus des corrélations hautement significatives entre les deux hormones et la créatinine sont observées en région semi-aride ($p < 0,001$; $r = 0,294$ et $r = 0,543$ pour P4 et E2 respectivement).

La P4 est corrélée négativement aux trois enzymes étudiées en région semi-aride et positivement à l'ALAT en région aride.

Ces corrélations démontrent que la progestéronémie et l'œstradiolémie sont inversement proportionnelles la glycémie et à l'urémie. Ces hormones sont bien corrélées avec les triglycérides. Ces données reflètent bien le statut nutritionnel des brebis durant l'expérimentation et confirment les résultats rapportés dans la littérature (Parr et al., 1993; Sangsritavong et al., 2002; Renquist et al., 2008; Lemley et al., 2014; Lemley et al., 2018; Meikle et al., 2018) que les concentrations périphériques de la progestérone et de l'œstradiol sont inversement proportionnelles au niveau de l'apport alimentaire.

Tableau 29 (a, b, c, d) : Les analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres sanguins étudiés en région semi-aride (ITELV)**a. Toutes les brebis**

ITELV	P4	E2	GLY	CHOL	TG	PT	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	0,820 ***												
GLY	-0,502 ***	-0,420 ***											
CHOL	0,090	0,113	-0,004										
TG	0,417 ***	0,476 ***	-0,191	0,044									
TP	-0,235 *	-0,058	0,275 **	0,120	-0,105								
ALB	-0,039	0,116	0,214 *	0,315 **	0,119	0,319 **							
GLO	-0,208 *	-0,120	0,119	-0,105	-0,155	0,722 ***	-0,354 ***						
UREE	-0,459 ***	-0,504 ***	0,325 **	0,155	-0,360 ***	0,289 **	0,129 **	0,204 *					
CREA	0,137	0,062	0,216 *	0,233	0,275 **	0,132	0,309 ***	-0,108	0,111				
ASAT	-0,372 ***	-0,213 *	0,407 ***	0,240 *	-0,213 *	0,385 ***	0,442 ***	0,126	0,459 ***	0,062			
ALAT	-0,339 ***	-0,147	0,388 ***	0,257	-0,223 *	0,475 ***	0,363 ***	0,256 *	0,524 ***	0,124	0,689 ***		
PAL	-0,308 **	-0,171	0,323 **	-0,068	-0,193	0,335 ***	0,017	0,315 **	0,379 ***	0,064	0,263 **	0,451 ***	

b. Brebis à portée simple

ITELV	P4	E2	GLY	CHOL	TG	TP	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	0,812 ***												
GLY	-0,364 *	-0,354 *											
CHOL	0,186	0,085	0,197										
TG	0,742 ***	0,616 ***	-0,187	0,124									
TP	-0,141	0,038	0,305 *	0,238	-0,084								
ALB	0,038	0,191	0,235	0,380 *	0,095	0,447 **							
GLO	-0,180	-0,093	0,168	-0,007	-0,158	0,778 ***	-0,214						
UREE	-0,642 ***	-0,602 ***	0,524 ***	0,213	-0,481 **	0,244	0,124	0,180					
CREA	0,011	0,070	0,530 ***	0,301	0,170	0,418 **	0,357 *	0,206	0,233				
ASAT	-0,290	-0,113	0,344 *	0,331 *	-0,219	0,233	0,466 **	-0,073	0,433 **	0,109			
ALAT	-0,391 *	-0,170	0,527 ***	0,310	-0,312*	0,513 ***	0,440 **	0,251	0,534 ***	0,286	0,732 ***		
PAL	-0,264	-0,151	0,431 **	-0,175	-0,140	0,420 **	0,012	0,451 **	0,362 *	0,184	0,234	0,481 **	

c. Brebis à portée double

ITELV	P4	E2	GLY	CHOL	TG	PT	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	0,834 ***												
GLY	-0,705 ***	-0,606 ***											
CHOL	0,090	0,148	0,293										
TG	0,359 *	0,512 **	-0,307	0,091									
PT	-0,176	-0,039	0,155	-0,043	-0,245								
ALB	-0,168	0,121	0,288	0,237	0,254	0,154							
GLO	-0,093	-0,093	0,019	-0,149	-0,352 *	0,894 ***	-0,306						
UREE	-0,472 **	-0,445 **	0,469 **	0,099	-0,260	0,328	-0,009	0,320					
CREA	0,087	0,015	0,202	0,285	0,240	-0,211	0,325	-0,351 *	-0,069				
ASAT	-0,587 ***	-0,314	0,667 ***	0,164	-0,239	0,541 ***	0,399 *	0,340 *	0,486 **	-0,034			
ALAT	-0,353 *	-0,088	0,457 **	0,237	-0,135	0,453 **	0,260	0,318	0,466 **	-0,191	0,629 ***		
PAL	-0,341 *	-0,182	0,362 *	-0,027	-0,107	0,338 *	0,103	0,278	0,305	0,008	0,386 *	0,482 **	

d. Brebis non gestantes

ITELV	P4	E2	GLY	CHOL	TG	TP	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	-0,202												
GLY	0,320	0,075											
CHOL	-0,023	0,153	0,040										
TG	0,135	0,036	-0,125	-0,193									
TP	0,124	0,110	-0,054	0,178	0,186								
ALB	0,203	0,041	0,303	0,311	0,030	0,231							
GLO	-0,042	0,065	-0,270	-0,075	0,139	0,697 ***	-0,537 **						
UREE	-0,030	-0,441 *	-0,099	0,115	-0,305	0,279	0,383	-0,040					
CREA	0,501 *	-0,052	0,077	-0,043	0,544 **	0,252	0,285	0,008	0,150				
ASAT	0,081	-0,103	0,218	0,178	-0,150	0,511 **	0,398	0,149	0,570 **	0,313			
ALAT	-0,002	-0,258	0,159	0,134	-0,186	0,396 *	0,322	0,106	0,620 ***	0,287	0,762 ***		
PAL	-0,150	-0,212	-0,071	-0,026	-0,426 *	0,030	-0,097	0,097	0,577 **	-0,148	0,246	0,334	

Pour les paramètres du métabolisme énergétique aucune corrélation significative n'est enregistrée au site semi-aride entre la glycémie, cholestérolémie et la triglycéridémie pour tous les groupes. Cependant en région aride, une corrélation négative hautement significative existe entre la glycémie et les teneurs en TG ($p < 0,001$; $r = -0,318$) pour tout le lot et aussi pour les groupes portées simples et doubles pris chacun à part. Ceci traduirait une lipomobilisation pour couvrir les besoins énergétiques croissants de la gestation.

Concernant les paramètres du métabolisme azoté, en région semi-aride on observe des corrélations significatives des protéines totales avec l'albumine, globuline et urée avec respectivement ($r = 0,319$, $p < 0,01$; $r = 0,722$, $p < 0,001$ et $r = 0,289$, $p < 0,001$). Alors que la créatinine est corrélée à l'albumine ($p < 0,001$; $r = 0,309$).

En région aride les PT sont corrélées à l'albumine et à la globuline ($p < 0,001$; $r = 0,345$ et $r = 0,869$). Alors que l'urée est corrélée négativement à la créatinine ($p < 0,001$; $r = -0,267$) ASAT et ALAT sont corrélées dans les deux régions, plus fortement en région semi-aride pour tous les groupes. La PAL est corrélée aux deux transaminases en zone semi-aride et à l'ALAT en zone aride.

Tableau 30 (a, b, c, d) : Les analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres étudiés en région aride (OD)

a. Toutes les brebis

OD	P4	E2	GLY	CHOL	TG	TP	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	0,779 ***												
GLY	-0,547 ***	-0,457 ***											
CHOL	0,144	0,166 *	-0,088										
TG	0,637 ***	0,467 ***	-0,318 ***	0,095									
TP	-0,079	0,053	0,085	-0,123	-0,159								
ALB	0,041	-0,060	-0,002	0,035	0,114	0,345 ***							
GLO	-0,105	0,087	0,090	-0,148	-0,227 **	0,869 ***	-0,164 *						
UREE	-0,164 *	-0,318 ***	-0,081	-0,055	-0,224 **	-0,152	0,069	-0,196 *					
CREA	0,294 ***	0,543 ***	-0,087	0,192 *	-0,029	0,182 *	-0,081	0,234 **	-0,267 ***				
ASAT	0,141	0,145	-0,156	0,268 ***	0,038	-0,076	0,108	-0,137	0,219 **	0,149			
ALAT	0,275 ***	0,331 ***	-0,108	0,273 ***	0,271 ***	-0,011	0,130	-0,080	-0,060	0,174 *	0,448 ***		
PAL	0,166 *	0,174 *	0,037	0,152	0,081	-0,067	0,038	-0,090	0,050	0,264 **	0,100	0,249 **	

b. Brebis à portée simple

OD	P4	E2	GLY	CHOL	TG	TP	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	0,777 ***												
GLY	-0,619 ***	-0,454 ***											
CHOL	0,120	0,203	-0,064										
TG	0,614 ***	0,417 ***	-0,262 **	0,108									
PT	0,053	0,127	0,032	-0,056	-0,006								
ALB	0,022	-0,175	0,037	0,074	0,216	0,339 **							
GLO	0,045	0,217	0,016	-0,094	-0,109	0,895 ***	-0,116						
UREE	-0,213	-0,373 ***	-0,072	-0,182	-0,304 *	-0,057	0,196	-0,153					
CREA	0,329 **	0,639 ***	-0,176	0,211	0,118	0,083	-0,153	0,160	-0,353 **				
ASAT	-0,054	0,064	-0,036	0,067	-0,089	0,166	0,144	0,108	0,109	0,183			
ALAT	0,191	0,407 ***	-0,111	0,379 ***	0,223	0,093	0,064	0,067	-0,207	0,330 **	0,488 ***		
PAL	-0,012	0,075	-0,037	0,158	0,079	-0,205	0,097	-0,263*	0,092	0,196	0,236 *	0,382 ***	

c. Brebis à portée double

OD	P4	E2	GLY	CHOL	TG	TP	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
P4													
E2	0,819 ***												
GLY	-0,566 ***	-0,478 ***											
CHOL	0,096	0,150	-0,206										
TG	0,691 ***	0,585 ***	-0,435 **	0,003									
TP	-0,154	-0,011	0,220	-0,045	-0,360 *								
ALB	0,079	0,020	0,041	0,228	0,064	0,279 *							
GLOB	-0,199	-0,023	0,195	-0,176	-0,394 **	0,833 ***	-0,299 *						
UREE	-0,166	-0,285 *	-0,212	0,063	-0,218	-0,159	0,124	-0,229					
CREA	0,410 **	0,611 ***	-0,072	0,305 *	0,036	0,321 *	0,037	0,298 *	-0,173				
ASAT	0,183	0,222	-0,355 *	0,357 *	0,091	-0,310 *	0,177	-0,410 **	0,274 *	0,187			
ALAT	0,425 **	0,344 *	-0,171	0,197	0,367 **	-0,118	0,363 **	-0,327 *	0,066	0,141	0,368 **		
PAL	0,214	0,249	0,107	0,087	0,091	0,290*	0,060	0,253	-0,107	0,424 **	-0,185	0,139	

d. Brebis non gestantes

OD	P4	E2	GLY	CHOL	TG	TP	ALB	GLO	UREE	CREA	ASAT	ALAT	PAL
E2	0,021												
GLY	-0,006	-0,422 *											
CHOL	-0,288	-0,081	0,230										
TG	0,157	-0,033	-0,134	-0,155									
PT	0,037	0,181	-0,084	-0,227	-0,228								
ALB	-0,041	0,173	-0,190	-0,388	-0,278	0,547 **							
GLO	0,071	0,099	0,028	-0,008	-0,084	0,825 ***	-0,022						
UREE	0,020	-0,385 *	0,239	0,058	0,153	-0,494 **	-0,295	-0,391 *					
CREA	-0,177	0,113	0,149	0,055	-0,521 **	0,207	-0,082	0,302	-0,271				
ASAT	-0,079	-0,333	0,158	0,356	-0,166	-0,085	-0,089	-0,041	0,432 *	0,039			
ALAT	0,131	-0,057	0,117	0,073	-0,021	-0,091	-0,098	-0,042	0,184	-0,169	0,584 ***		
PAL	0,211	-0,206	0,344	0,122	-0,244	-0,077	-0,099	-0,025	0,290	0,196	0,105	-0,025	

L'observation des résultats reliant les paramètres du métabolisme énergétique à ceux du métabolisme protéique et à l'activité enzymatique, fait ressortir quelques différences entre la région aride et semi-aride. En effet, chez les brebis de l'ITELV la glycémie se trouve corrélée aux TP ($p < 0,01$), à l'albumine ($p < 0,05$), urée ($p < 0,01$), créatinine ($p < 0,05$) et aux enzymes : ASAT et ALAT ($p < 0,001$) et PAL ($p < 0,01$) pour toutes les brebis, alors qu'en région aride ces corrélations sont très faibles et non significatives.

Les TG sont corrélés négativement et significativement à l'urée dans les deux sites pour toutes les brebis et pour les portées simples, positivement à la créatinine en région semi-aride,

négativement ($p < 0,05$) avec l'ALAT, ASAT en zone semi-aride et positivement à l'ALAT en zone aride. Alors que l'urée est corrélée négativement à la créatinine en région aride ($p < 0,001$, $r = -0,267$) pour toutes les brebis et pour les portées simples ($p < 0,01$; $r = -0,353$).

Des corrélations positives et hautement significatives sont observées entre les PT et les trois enzymes en région semi- aride mais pas en région aride. Par contre les corrélations entre l'urée et ces enzymes existent dans les deux sites expérimentaux pour la totalité des brebis mais elles sont variables pour les groupes pris séparément.

Ainsi, la relation étroite entre le métabolisme énergétique et protéique se trouve confirmée par les résultats des corrélations de Pearson et que les profils sanguins reflètent le rapport entre les besoins des femelles en fonction du stade physiologique et les apports alimentaires. Ainsi tout déficit énergétique est compensé selon le besoin par mobilisation des réserves lipidiques ou protéiques, exprimées par les variations des paramètres sanguins observées dans la présente étude dans deux zones à conditions d'élevage différentes.

III.4 Paramètres de la reproduction

III.4.1 Performances de reproduction

Dans le tableau 31 sont répertoriés les détails des échantillons objets de notre étude. Ainsi, dans les deux régions (semi-aride et aride) le pourcentage des femelles gestantes est de 75% et 80 % respectivement contre 25% et 20% pour celui des femelles non gestantes. A la mise bas, le nombre d'agneaux nés est de 22 et 34 avec un ratio mâles /femelles de 7 /15 représentant 31,82% et 68,18% en région semi-aride, et un ratio mâles /femelles de 18 /16 représentant 52,94% et 47,06% en région aride. Notons que le taux de mortalité est nul dans les deux lots expérimentaux.

La fertilité est définie par le nombre de femelles ayant mis bas et avorté rapporté au nombre de femelles mises à la reproduction (Benyounes et al., 2013a). La prolificité représente le nombre de petits nés rapporté au nombre de femelles ayant mis bas.

Tableau 31 : Répartition des effectifs et des agnelages

	Effectif	Femelles gestantes		Femelles vides	Nombre d'agneaux nés	
		Portée simple	Portée double		Mâles	Femelles
Semi-aride	20	8	7	5	22	
					7	15
Aride	30	14	10	6	34	
					18	16

Tableau 32 : Paramètres de la reproduction

Paramètres Zones	Effectif		Taux de fertilité (%)	Taux de prolificité(%)	Taux de fécondité(%)
	Total	Femelle ayant agnelé			
Semi-aride	20	15	75	146,66	110
Arde	30	24	80	141,66	113,33
Significativité Khi-2			NS	NS	NS

Tableau 33 : Analyse comparative entre les lots expérimentaux et le reste du troupeau

Zone		Effectif brebis	Brebis ayant agnelé	Nombre agneaux nés	Taux de fertilité (%)	Taux de prolificité (%)	Taux de fécondité (%)
Zone semi- aride	Lot essai	20	15	22	75	146,66	110
	Reste troupeau	60	37	48	62	129,73	80
	Effectif total	80	52	70	65	134,62	87,5
Signification Khi-2					NS	p<0,05	p<0,05
Zone aride	Lot essai	30	24	34	80	141,67	113,33
	Reste troupeau	100	81	116	81	143,21	116
	Effectif total	130	105	150	81	142,86	115,38
Signification Khi-2					NS	NS	NS
Signification Khi-2 zone semi-aride vs aride (lots essai)					NS	NS	NS

III.4.1.1 La fertilité

Le taux de fertilité enregistré dans la ferme expérimentale ITELV concernant la totalité du cheptel est inférieur à celui du lot d'essai (65 vs 75%) mais l'analyse statistique par le test Khi-2 a révélé l'absence de significativité entre les deux groupes. Cette différence pourrait être attribuée à l'âge, à l'état corporel des femelles du reste du cheptel, ou éventuellement à la lactation car les brebis du lot expérimental ont été sélectionnées en bon état de chair et non allaitantes. Les effets potentiellement inhibiteurs de l'allaitement et de la lactation sur la reprise de l'activité sexuelle étant bien connus (De et al., 2016).

Le taux enregistré pour la totalité du cheptel (65%), est proche de celui relevé par Lamrani et al. (2008) à la lutte du printemps avec l'effet bélier seul avec 66,67%, et également du résultat obtenu par Safsaf (2014) à la même saison de lutte (63,06%) dans la même station d'élevage. Ce taux reste inférieur à ceux obtenus par Lamrani et al. (2008) aux luttes d'été et

d'automne avec l'effet bélier seul avec 71,42% et 90,0% respectivement, et également à celui obtenu par Safsaf et Tlidjane (2010) au niveau de la steppe (région de Boussaâda) avec 79%, et par Belkasmi et al. (2010) en lutte libre (90%). De plus, nos résultats dans les deux sites demeurent inférieurs à ceux mentionnés par Litim et Bereksi (2011) (87%) sur œstrus et lutte naturels dans la région semi-aride de Naâma (sud-ouest algérien). De leur part, Chemmam et al. (2014) ont signalé l'absence d'influence de l'avancement de la saison de lutte sur les résultats reproductifs de la brebis Ouled Djellal. Les taux de fertilité des luttes d'avril et de mai (78,7 vs 80,9%) sont proches de nos résultats en zone aride mais supérieurs à ceux de l'ITELV.

Quant à la saison de lutte, Dekhili et Benkhilif (2005) rapportent dans leur étude, réalisée au niveau des hauts plateaux, que la lutte de printemps enregistre les meilleures performances par rapport aux autres saisons. Ils mentionnent aussi, que les résultats obtenus varient d'un mois à l'autre et que les plus faibles taux de productivité numérique sont observés durant les mois de juillet, août et septembre avec des moyennes de 87% et pour le mois de décembre (74%).

De leur part, en région steppique, dans les conditions naturelles, Safsaf et Tlidjane (2010) et Belkasmi et al. (2010) ont relevé des taux de 91 et 90% respectivement en lutte de printemps. Quant à Mennani et al. (2011), ils ont rapporté des valeurs plus basses en lutte naturelle (75%) contre 43% en lutte contrôlée avec synchronisation des chaleurs et 17% pour le lot ayant subi une insémination artificielle ($P < 0,0001$). Sachant que Belkasmi et al (2010) ont trouvé de meilleurs résultats à l'IA (43%). Alors que Allaoui et al. (2014) ont enregistré un taux de fertilité de 86,70% pour la lutte libre du printemps contre 64% pour l'IA ($p < 0,02$). De plus, Arbouche et al. (2013) avancent que le mois de lutte a un effet hautement significatif ($p < 0,001$) sur la fertilité. Le taux maximal est à attribuer aux mois de mai et juillet (69,4 et 69 % respectivement), alors que les taux les plus bas sont signalés aux mois d'avril et août (53,2 et 51 % respectivement). De leur part, Benyounes et al. (2013a), en étudiant le comportement repro-productif de la brebis OD soumise à deux luttes naturelles et libres en deux saisons de reproduction par an, ont constaté une variabilité des taux de fertilité d'année en année mais les meilleurs taux de fertilité et de prolificité ont été observés durant l'automne ($p < 0,05$).

Dans leur étude en région aride, Deghnouche et al. (2017) ont relevé une augmentation significative des taux de prolificité, de fertilité, de productivité numérique, et de fécondité en saison humide comparée à la saison sèche ; et ce, probablement en relation avec l'état des pâturages pauvres en saison sèche conduisant à une sous-alimentation des animaux qui ne reçoivent aucune complémentation. Cependant, Taherti et Kaidi (2018) ont rapporté, dans la

région de Chlef, des taux de fertilité et de productivité des brebis OD significativement plus élevées ($P < 0,0001$) au printemps qu'en automne : respectivement 80,75 et 89,03% contre 35,31%. De plus, l'étude a révélé une fertilité de 91,04% dans le mode de reproduction d'un agnelage par an à lutte exclusive de printemps, contre 59,35% dans le système traditionnel à agnelages étalés sur l'année (lutte permanente, le bélier est présent en permanence dans le troupeau). Ce dernier résultat étant inférieur au notre dans le site aride où aucun isolement des mâles n'est pratiqué.

En concordance avec nos résultats dans la région aride, des moyennes de fertilité de 83,3 % ont été signalées par Mefti- Korteby et al. (2017) chez la brebis OD type Djellalia dans la région de Biskra. Selon ces auteurs, la brebis OD peut réaliser deux agnelages par an sans traitement de synchronisation, et certaines peuvent donner, sur une année, 4 agneaux, deux au mois de janvier (Elawal) et deux au mois d'août (Elaidoudi). Néanmoins, cette situation est liée essentiellement à la disponibilité des aliments (application du flushing) et à la capacité de l'éleveur d'entretenir les brebis. Ils rajoutent que ce paramètre est meilleur chez les multipares (88,56 % contre 68,45 % chez les primipares). Notons toutefois que, cet effet de la parité n'a pas été mis en évidence par Safsaf (2014) dans son étude à l'ITELV de Ain M'lila.

Concernant la fertilité obtenue en zone aride sur œstrus induit par synchronisation aux éponges vaginales FGA et 400UI d'eCG, le taux réalisé (80%) est similaire à celui du reste du troupeau mené en lutte naturelle. On peut déduire que la synchronisation n'a pas amélioré la fertilité dans cette région en concordance avec les résultats d'Ameur Ameur et Boukherrouba (2015), qui ont relevé des taux de fertilité allant de 79,16% à 92% sans différence significative entre les traitements à différentes doses d'eCG employées (400 UI, 500 et 600 UI) aussi bien chez les primipares que les multipares

Selon Benyoucef et al. (2000) et Benyounes et al. (2013a), la brebis OD présente une fertilité et des performances significativement différentes d'une année à l'autre montrant qu'il est difficile de réaliser des performances de reproduction de façon régulière (Benyoucef et al., 2000).

Les résultats obtenus sont meilleurs que ceux de Harkat et Lafri (2007) qui, en étudiant l'effet de la dose de PMSG sur les paramètres de reproduction des brebis OD, ont confirmé que le taux de fertilité n'augmente pas avec la dose de PMSG employée (60, 75 et 60% pour des doses de 400 UI, 500 UI et 600 UI respectivement) pour un taux de fertilité de 60% dans le lot témoin. Un résultat similaire a été avancé par Abdelli et al. (2012) où la dose de PMSG

(400, 500 et 600 UI) ou l'âge n'ont pas influencé le paramètre fertilité ($P > 0,05$) des brebis OD dans la région de Laghouat durant la saison sexuelle de l'automne. De leur part, Sahraoui et al. (2014) chez les brebis croisées Ouled-Djellal x Rumbi ont abouti au même résultat par utilisation de traitement hormonal à base de progestatif associé à différentes doses d'eCG (0, 350, 500 et 700 UI). Cependant, selon Moumène et al. (2014), un programme de synchronisation des chaleurs par l'utilisation de progestagènes combinés à l'eCG et associés à l'effet bélier, améliore fortement les performances reproductrices de la brebis OD au printemps, et que les doses de 400 UI d'eCG sont largement suffisantes pour obtenir d'excellents résultats. Conclusions partagées par Narimane et al. (2016) qui ont relevé des taux meilleurs de fertilité en lutte de printemps par synchronisation au FGA 40mg combinée à l'administration de 300 et 400UI PMSG avec 96% et 100% respectivement. Par ailleurs, Titaouine (2015) a rapporté des taux variables de fertilité au niveau des 3 sites d'altitudes différentes : le site à 150 m a présenté le meilleur taux de fertilité (90% vs 68 et 62% pour les sites respectifs à 600 m et à 1000 m). Les faibles valeurs enregistrées dans les troupeaux ont été attribués à la conduite d'élevage surtout alimentaire durant la période de lutte (absence de flushing) et à la sécheresse de la région d'étude. En effet, on a démontré que la fertilité moyenne des brebis est améliorée par un apport d'une alimentation adéquate durant la période de lutte, et qu'un taux d'ovulation de 2,5-3 % a été rapporté pour chaque kg de poids vif en plus (Gordon, 1997 cité par Lafri et Harkat, 2007).

III.4.1.2 La prolificité

D'après les résultats du tableau 33, on note que la prolificité des brebis du lot expérimental de l'ITELV est supérieure de 12 % à celle enregistrée pour la totalité du troupeau et de 16,93 % comparativement au reste du troupeau, alors qu'en région aride, des résultats similaires sont observés dans les deux groupes. La différence en zone semi-aride pourrait être attribuée à l'état d'embonpoint des femelles du reste du troupeau, à leur âge ou éventuellement à la lactation.

L'analyse statistique au test khi deux ne montre pas de différence significative entre les deux régions ni entre les lots expérimentaux et le reste du troupeau. A l'opposé, Dekhili et Aggoun (2007) ont relevé un taux de prolificité significativement plus élevé dans le sud en comparaison au nord ($p < 0,000$) avec des résultats inférieurs aux nôtres dans les deux sites (109% au Nord contre 123% au Sud). Ces auteurs ont confirmé que les brebis du Sud ont sevré plus d'agneaux (18%), ont été plus prolifiques (14%) et ont produit plus d'agneaux (27%) que les brebis du Nord, représentant ainsi des gains de productivité assez appréciables. Ils ont

conclu que la variation observée entre les deux troupeaux serait d'origine environnementale ou géographique essentiellement et que la supériorité productive des brebis du Sud a été prouvée, d'une année à l'autre pour les trois variables (fertilité, prolificité et fécondité) et aussi d'un âge à l'autre. Cet avantage du Sud s'est confirmé avec le mode de naissance (sevrage) avec plus de 0,11 (simples) et de plus de 0,24 (doubles). Ainsi, la meilleure adaptation du mouton OD au sud serait liée d'une part, aux conditions du milieu aride qui se rapprochent beaucoup du milieu naturel de la race Ouled-Djellal, et d'autre part, aux conditions alimentaires qualitatives (20 % en sec), quantitative (durée plus longue de 8 mois) et climatiques favorisant l'extériorisation des capacités reproductives (Deghnouche et al., 2017). D'autre part, en régions semi-aride et aride en lutte libre, Belkasmi et al. (2010) et Allaoui et al. (2014) ont enregistré des taux de prolificité respectifs de 108% et 116, 54% contre 152% et 103% suite à l'IA ($p < 0,001$ et $p < 0,02$) respectivement. De leur part, Safsaf et Tlidjane (2010) ont relevé des valeurs proches avec une prolificité de 115% en lutte libre en région aride de Ouled Djellal. Ces résultats sont également inférieurs aux nôtres dans les deux zones où la lutte a été libre.

En étudiant les paramètres de reproduction dans la zone aride de Biskra à différentes altitudes, Titaouine (2015) a rapporté des moyennes de prolificité inférieures aux nôtres dans les trois sites étudiés avec respectivement 1,18 ; 1,29 et 1,07 pour les brebis des troupeaux de la plaine, des hauts plateaux et de la montagne. Cependant, Mefti-Korteby et al. (2017) dans la même région aride en lutte libre ont relevé des taux similaires avec (143%). Ces derniers rajoutent que l'écart de prolificité chez les multipares est meilleur de 10 points comparativement aux primipares. D'autre part, Deghnouche et al. (2017) ont également rapporté une prolificité avoisinant les 147% en région aride en saison sèche contre un taux nettement supérieur en saison humide 162% ($p < 0,05$) en relation avec la sous-alimentation liée aux pâturages pauvres en saison sèche et l'absence de complémentation.

Selon Hawken et al. (2005), l'exposition permanente des femelles aux mâles a une influence négative sur le taux de prolificité par rapport à celles qui étaient isolées des mâles. Toutefois, les résultats dans les deux zones contredisent ces conclusions car les brebis du sud ont présenté une meilleure prolificité que celle obtenue par effet bélier à l'ITELV. De plus, la prolificité est supérieure à celle indiquée par Safsaf et Tlidjane (2010) sur chaleurs induites par effet male dans la région semi-aride de Boussaâda (110%).

Dans leur investigation dans les conditions semi-arides de Chlef sur l'impact du mode de lutte sur les performances reproductives, Taherti et Kaidi (2018) ont observé avec la

meilleure condition corporelle des brebis, une prolificité de 115% chez les troupeaux menés en lutte unique de printemps, contre 103,64 et 100% aux luttes printemps et automne respectivement dans le système traditionnel à agnelages étalés sur l'année ($P < 0,0017$). Ces résultats étant inférieurs aux nôtres dans les deux zones d'étude.

En tenant compte du mode d'induction des chaleurs, et en comparant nos résultats avec d'autres travaux principalement effectués sur les brebis OD, la synchronisation aux éponges intra-vaginales à FGA associée à l'injection de 400UI eCG ne semble pas améliorer la prolificité des brebis dans le site aride étant donné que les taux dans le lot expérimental et le reste du cheptel sont similaires. De leur part, Moumene et al. (2014) trouvent eux aussi des résultats qui vont dans le même sens quant à la prolificité obtenue par FGA + eCG 500 UI. Au contraire, Harkat et Lafri (2007), Abdelli et al. (2012) et Sahraoui et al. (2014) ont avancé que le taux de prolificité est significativement influencé par les différentes doses et ont pu obtenir un taux meilleur avec une dose de 500 UI d'eCG. Toutefois, Narimane et al. (2016) ont indiqué en lutte de printemps un taux de prolificité significativement plus élevé (180,95%) pour le lot de brebis traitées par des éponges vaginales à FGA associées à des doses 400 UI d'eCG que celui ayant reçu 300 UI d'eCG (166,66%). Par ailleurs, Ameer Ameer et Boukherrouba (2015) ont relevé en plus de l'effet significatif de la dose d'eCG associée au traitement progestatif, une influence de la parité à la faveur des multipares. Ainsi, avec la dose de 500 UI, la prolificité était de 142% vs 109% chez les multipares et les primipares respectivement. Parallèlement, ils ont enregistré une corrélation positive entre le nombre de produits nés et l'augmentation de la dose d'eCG injectée dans les deux catégories de brebis.

III.4.1.3 La fécondité

Dans notre travail le taux de fécondité obtenu pour le lot expérimental de l'ITELV (110%) est supérieur à celui du reste du troupeau de 30%. Ce paramètre étant directement lié à la fertilité et à la prolificité (Safsaf, 2014) ; la différence notée pourrait être liée à l'âge des autres brebis du troupeau, à leur état corporel ou encore au statut physiologique (lactation). Il est également tout proche de celui obtenu en zone aride. Notons toutefois que les taux enregistrés à Ouled Djellal sont meilleurs que ceux de l'ITELV si on considère la totalité des cheptels.

En région semi-aride et en comparaison avec les résultats d'autres études menées dans les mêmes conditions, les taux obtenus pour la totalité du cheptel sont supérieurs à ceux enregistrés par Harkat et Lafri (2007) pour le lot témoin et celui synchronisé aux éponges FGA

et ayant reçu 400UI PMSG (75 % et 65 % respectivement). Ils dépassent également les valeurs décrites en lutte libre par Belkasmi et al. (2010), Safsaf et Tlidjane (2010) et Litim et Bereksi (2011).

Concernant l'effet des traitements de synchronisation effectués sur la fécondité, le taux observé dans notre étude à OD, avec la dose 400UI administrée au retrait des éponges (113%), est supérieur à celui noté par Harkat et Lafri (2007) avec les doses 400 et 600UI (75 % et 95%) mais inférieur à celui obtenu avec la dose 500 UI (130,00 %). Ces auteurs ont attribué les résultats insatisfaisants dans leur expérimentation aux fluctuations environnementales de l'animal (entretien, alimentation, stress, l'absence de flushing). D'autre part, nos résultats dans les deux régions sont également assez faibles si on les compare à ceux de Narimane et al. (2016) qui ont obtenu des taux de fécondité respectifs de 146,66% et 176,19% dans leur essai de synchronisation aux éponges vaginales à FGA associée à 300 ou 400 UI eCG.

En région aride, les valeurs obtenues sont supérieures à celles de Titaouine (2015) qui a relevé des moyennes de fécondité variables avec l'altitude avec respectivement 106% , 88 et 66 % pour des troupeaux de la plaine , les hauts plateaux et la montagne avec une moyenne de 86% pour les trois sites de la zone aride de Biskra. La conduite extensive et la sous-alimentation surtout durant la période de lutte expliqueraient ce faible rendement reproductif. Pour Mefti-Korteby et al. (2017), la fécondité enregistrée chez les brebis OD de type Djellalia a été de 119% avec une supériorité chez les multipares avec un écart de 36 points par rapport aux primipares.

III.4.1.4 Relation entre les performances de reproduction et les paramètres sanguins hormonaux et biochimiques étudiés

Selon Pesántez-Pacheco et al. (2019) les performances productives des exploitations dépendent étroitement du statut métabolique adéquat des animaux. Dans le présent travail les valeurs moyennes des paramètres étudiés chez la brebis OD sont restées dans les limites des intervalles de référence décrites dans la littérature indiquant l'absence de troubles métaboliques susceptibles d'influencer les performances de reproduction des brebis. Ainsi, l'évaluation des profils sanguins hormonaux (P4 et E2 ; tableaux 15-16) et des paramètres biochimiques liés aux métabolismes énergétique et protéique et à l'activité de certaines enzymes en période de lutte (tableaux 18-28) n'a pas permis de prédire a priori la fertilité ou la prolificité ultérieures des brebis. En effet, l'analyse statistique n'a pas permis de déceler des différences significatives entre le profil sanguin des brebis qui ont réussi à concevoir par la suite et celles qui sont restées

vides, et ce malgré les variations significatives enregistrées pour quelques paramètres (glycémie, albuminémie, globulinémie et créatininémie) entre les deux régions d'étude. Il est à noter qu'au début de l'expérimentation dans les deux zones, les brebis devenues gestantes ont présenté un EC (état corporel) meilleur que celui des femelles qui n'ont pas réussi à concevoir. En effet, il a été rapporté que la cinétique de l'état corporel avant, pendant et après la lutte exerce une influence sur le taux d'ovulation, la mortalité embryonnaire, et donc la fertilité et la prolificité des brebis (Atti et al., 2001 ; Madani et al., 2009 ; Slavova et al., 2015) en saison sexuelle et à contre-saison (Serin et al., 2010). Par conséquent le statut nutritionnel des brebis autour de la période de lutte agit sur l'activité ovarienne et sur les taux d'agnelage chez plusieurs races ovines (Lassoued et al., 2004).

Selon Petrovic et al. (2012), la nutrition est l'un des facteurs les plus importants influençant la fertilité. Une sous-nutrition avant la période de lutte réduit le taux d'ovulation et une nutrition inadéquate après l'accouplement induit un taux de perte en ovules plus élevé (Rhind et al., 1989, Lassoued et al., 2004, Sen et al., 2016a), et des modifications de la croissance folliculaire entraînant la production de petits follicules dont peu deviennent dominants. Ainsi, chez les ovins, la folliculogénèse et le taux d'ovulation peuvent être facilement augmentés par manipulation nutritionnelle par le "flushing". Une supplémentation énergétique allongerait l'onde folliculaire par suppression de la sécrétion d'œstradiol par le follicule dominant, lui permettant de conserver sa dominance plus longtemps (Scaramuzzi et al., 2006). Elle entraînerait une augmentation du taux de certains métabolites circulants (glucose, insuline et leptine) qui serait associée à l'accroissement du nombre de follicules dont le diamètre dépasse 2 à 3 mm (Scaramuzzi et al., 2006 ; Vinales et al., 2011).

D'autre part, la nutrition a un impact considérable sur le métabolisme des hormones stéroïdes (Renquist et al., 2008 ; Lemley et al., 2014; Lemley et al., 2018 ; Meikle et al., 2018). Une restriction nutritionnelle diminue le taux de clairance de la P4 (Parr et al., 1993) et de l'E2 (Adams, 1994 , Grazul-Bilska et al., 2007, Renquist et al., 2008) d'où l'augmentation de la progestéronémie et de l'œstradiolémie observée chez les brebis sous-alimentées (Meikle et al., 2018). Au contraire, un apport énergétique excessif diminue les performances de reproduction des brebis (Renquist et al., 2008), augmente le risque de mortalité embryonnaire (Parr et al., 1987 ;Vinales, 2012), par stimulation du métabolisme des hormones ovariennes entraînant une élévation du taux de clairance de la progestérone (Parr et al., 1993) et de l'œstradiol-17 β (Renquist et al., 2008). Selon Parr et al. (1987), un taux de clairance de la P4 élevé peut entraîner

des progestéronémies inférieures aux seuils requis pour le maintien de la gestation. De même, une clairance élevée de l'E2 peut éliminer les signaux embryonnaires essentiels à la reconnaissance de la gestation par la mère (Geisert et al., 1982). Sachant que 96% de la progestérone et 85% des œstrogènes sont métabolisés au niveau du foie (Parr et al., 1993). Par conséquent, l'augmentation du flux sanguin hépatique, associée à l'amélioration de la nutrition, est directement liée au taux de clairance des hormones stéroïdiennes (Sangsritavong et al., 2002). L'effet de la suralimentation sur la sécrétion de LH a également été rapporté, spécialement à court terme (Forcada et Abecia, 2006). Par ailleurs, de faibles concentrations de progestérone chez la brebis en début de gestation peuvent entraîner un développement embryonnaire défectueux (Nephew et al., 1991). Selon Dixon et al. (2007), des taux plasmatiques maternels en P4 inférieurs à 2ng/ml au 25^{ème} jour post insémination augmenteraient les pertes embryonnaires partielles ou totales, alors qu'un apport supplémentaire en P4 en début de gestation peut améliorer la croissance et réduire les pertes embryonnaires (Satterfield et al., 2006), augmenter le taux de gestation et la fertilité des brebis (Ataman et al., 2013). D'autre part, une supplémentation protéique à court terme (6 à 9 jours) des brebis avec des grains de lupin pourrait augmenter les taux d'ovulation de 20 à 30% environ (Oldham et Lindsay, 1984). De plus, Lassoued et al. (2004) ont montré des interactions importantes entre le génotype et le niveau de nutrition. Ainsi, pour la race très prolifique D'Man, une supplémentation avant et pendant la lutte est associée à une amélioration des performances de reproduction. Pour les brebis modérément (D'Man × Queue fine de l'Ouest) ou peu prolifiques (Queue fine de l'Ouest), augmenter l'apport nutritionnel en concentré n'améliorait pas le taux d'ovulation (Lassoued et al., 2004 ; Rekik et al., 2007).

La relation entre la fertilité et les métabolites sanguins a fait l'objet de plusieurs études qui ont abouti à des conclusions controversées. En effet, certains auteurs associent une faible glycémie post-partum chez la vache à un retard de la reprise de l'activité cyclique d'où allongement de l'intervalle vêlage-insémination fécondante (Reist et al., 2003). Alors que d'autres ne soulignent aucun lien entre la glycémie et les paramètres de reproduction (Catunda et al., 2013). Le cholestérol par contre est un précurseur de la synthèse de l'œstradiol et de la progestérone et peut donc altérer leur concentration dans le sang affectant positivement ou négativement les aspects de la reproduction (Rahbar et al., 2014). Les concentrations sanguines croissantes du cholestérol conduisent à une augmentation des progestéronémies au cours de la phase lutéale du cycle (Ozpinar et al., 1995). La relation entre la cholestérolémie et la fertilité chez les ruminants a été mise en évidence par plusieurs auteurs (Westwood et al., 2002 ; Serin

et al., 2010). Par ailleurs, il a été rapporté que les niveaux adéquats de protéines associés à un bon profil d'acides aminés sont essentiels pour le fonctionnement des mécanismes spécifiques du processus de reproduction. Ils sont nécessaires pour améliorer le bilan énergétique de l'animal (réduction de la synthèse de l'urée), et pour la synthèse des lipoprotéines, agents essentiels du transport du cholestérol nécessaire à la stéroïdogénèse, en plus du rôle direct de stimulation de la sécrétion d'IGF-I par les cellules lutéales (Rodrigues et al., 2015) . Les corrections des rations s'avèrent efficaces aux périodes clés du cycle reproductif. Toutefois, des conséquences néfastes de l'hyperurémie sur la fertilité ont été rapportées. Selon Marton et al. (2009), une urémie dépassant le seuil de 7 mmol/l est considérée comme critique du point de vue performances reproductives. Une suralimentation protéique la première semaine de gestation conduit à une altération de l'environnement utérin et par conséquent des troubles de nidation et de développement embryonnaire (Marton et al., 2009).

Sachant que le taux d'ovulation est influencé par des facteurs hormonaux, génétiques et environnementaux, la progestérone reste la principale hormone déterminant le taux d'ovulation : des taux de progestérone plus bas augmentent le taux d'ovulation indépendamment de la gestion nutritionnelle (Goodman et Inskeep, 2015). Johnson et al. (1996) ont rapporté que les faibles progestéronémies augmentent le taux d'ovulation. Selon Bartlewski et al. (1999 ; 2011) les races prolifiques ont des taux de progestérone plus bas par rapport aux races non prolifiques et possèdent des corps jaunes plus nombreux mais plus petits, et que les taux d'ovulation élevés chez certaines races prolifiques seraient liés aux follicules des deux dernières vagues folliculaires. Alors que les gros follicules développés de l'avant-dernière vague sont conservés, les petits follicules de la dernière vague atteignent la taille et la capacité d'ovuler d'où une double ovulation. Dans une étude récente chez la brebis Akkaramen, Kocakaya et Özbeyaz (2019) ont indiqué que les niveaux bas de progestérone sont nécessaires pour augmenter les taux d'ovulation et que de faibles niveaux de progestérone associés aux faibles taux d'estrogènes durant le cycle œstral sont essentiels pour augmenter le nombre d'agneaux. Ils suggèrent qu'il y aurait une relation négative entre les niveaux de progestérone et le taux de gémellité.

D'autre part, l'influence du niveau alimentaire sur la prolificité est évidente du fait de sa relation avec le taux d'ovulation et la survie embryonnaire, mais les effets des facteurs nutritionnels sur les performances reproductives sont contradictoires (Safsaf, 2014). Selon Parr et al. (1987) le niveau nutritionnel ne semble pas affecter le nombre des fœtus par portée. Ainsi, et indépendamment du facteur génétique, la plupart des auteurs observent que la prolificité croît

quand l'état corporel, reflet du niveau nutritionnel, à la lutte augmente. Gaskins et al. (2005) ont signalé que l'accroissement du poids des brebis à la lutte augmente la probabilité de gestations multiples ($P < 0,004$) chez les races Colombie, Polypay, Rambouillet et Targhee. Idris et al. (2010) ont affirmé, dans leur étude sur les brebis élevées dans les conditions désertiques du Soudan, qu'une supplémentation énergétique et protéique aux périodes clés de la lutte et au prépartum réduit le taux d'avortement, augmente la fertilité, la prolificité, la fécondité et le taux de sevrage. Un résultat similaire a été noté par Aktaş et Doğan (2014) sur des brebis Akkaraman ayant un poids ≥ 65 kg avait le taux le plus élevé de naissances multiples (30,9%). De leur part, Aliyari et al. (2012), ont rapporté chez les brebis Afshari que, la taille de portée la plus élevée (1,40) a été obtenue chez les brebis à note corporelle 3,0 contre des tailles de portée de 1,24 ; 1,30 et 1,05 pour des NEC de 2,0 ; 2,5 ; 3,5 respectivement. Dans ce contexte, Taherti et Kaidi (2017) ont obtenu des taux de fertilité et de prolificité de 100 % et 130 % chez les brebis OD dont la NEC à la mise à la lutte a été supérieure ou égale à 3 , contre respectivement 76 % et 100 % pour celles dont la NEC à la mise à la lutte a été inférieure à 3.

III.4.2 Performances de croissance des agneaux

La détermination des facteurs qui influencent la viabilité et la croissance des agneaux permet l'adoption d'une meilleure conduite d'élevage qui réduirait au maximum l'incidence des facteurs limitant le développement et la croissance des agneaux (Chniter et al., 2011).

III.4.2.1 Effet du mode de naissance et du sexe sur la croissance pondérale des agneaux

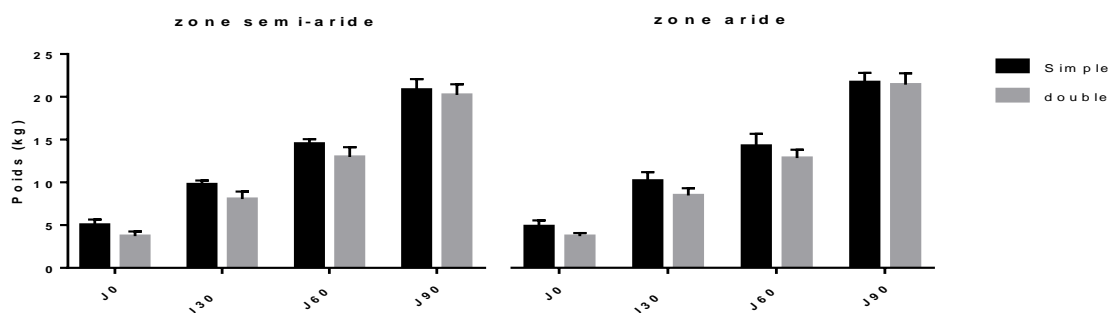
III.4.2.1.1 Effet du mode de naissance sur le poids des agneaux

Les comparaisons entre les poids des agneaux à âges types : naissance, 30, 60 et 90 jours en fonction de la taille de la portée aux deux sites sont reportées au tableau 34 et la figure 21.

Les résultats obtenus font apparaître que les agneaux issus des portées simples dans les deux sites expérimentaux présentent des poids plus élevés que ceux nés doubles. L'analyse statistique révèle des différences très significatives ($p < 0,01$) à hautement significatives ($p < 0,001$) entre les agneaux nés simples et doubles pour les pesées 1, 2 et 3 correspondant respectivement à la naissance, 30 et 60 jours dans les deux régions. La différence est cependant non significative pour la dernière pesée correspondant à 90 jours.

Tableau 34 : Poids moyens (kg) des agneaux (moyenne \pm écart-type) en fonction de l'âge et de la taille de portée en régions aride et semi-aride

Zone	Portée	P naissance	J30	J60	J90
Semi-aride	Simple	5,04 \pm 0,61	9,76 \pm 0,45	14,51 \pm 0,53	20,83 \pm 1,24
	Double	3,71 \pm 0,54	8,06 \pm 0,87	12,97 \pm 1,14	20,23 \pm 1,25
	Simple vs double	**	***	**	NS
Aride	Simple	4,79 \pm 0,68	10,05 \pm 1,00	14,08 \pm 1,42	21,43 \pm 1,10
	Double	3,67 \pm 0,35	8,36 \pm 0,84	12,69 \pm 0,97	21,18 \pm 1,31
	Simple vs double	**	***	***	NS
Semi-aride vs aride	Simple	NS	NS	NS	NS
	Double	NS	NS	NS	*

**Figure 21** : Evolution du poids des agneaux en fonction de l'âge et du mode de naissance en régions aride et semi-aride**Tableau 35** : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge- taille de portée"

Région	Age	Portée	Interaction âge*portée
Semi-aride	***	***	NS
Aride	***	***	*

Tableau 36 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge - région"

Portée	Age	Région	Interaction âge* région
Simple	***	NS	NS
Double	***	NS	NS

L'analyse de la variance (tableau 35) à deux facteurs avec comme facteurs " âge des agneaux " et " taille de portée " et leur association " âge * type de portée " fait apparaître une influence très marquée de l'effet ' type de portée ' et l'effet ' âge sur le poids des agneaux. Toutefois, en région semi-aride l'association des deux facteurs est sans aucune influence, tandis qu'en région aride l'interaction est significative ($p < 0,05$).

Le tableau 36 de l'analyse de variance à deux facteurs : âge type des agneaux et région et leur association montre l'effet hautement significatif de l'âge des agneaux pour les naissances simples et doubles. Cependant l'effet région et l'interaction âge - région n'ont aucune influence pour les deux modes de naissance.

En concordance avec la plupart des travaux, les agneaux Ouled Djellal issus de portées simples ont tendance à avoir des poids vifs plus élevés par rapport aux jumeaux de la naissance jusqu'au sevrage (Boussena et al., 2013 ; Safsaf, 2014 ; Zidane et al., 2015 ; Mefti- Korteby et al., 2017 ; Meredef, 2017). Cette supériorité a été également rapportée pour diverses races ovines (Tariq et al., 2013 chez la race Mengali ; Lupi et al., 2015, chez la race Segureño). Elle serait expliquée par plus d'espace dans l'utérus lors d'une portée unique et la disponibilité en éléments nutritifs pendant la gestation (Tariq et al., 2013). En effet, le poids des agneaux à la naissance est la résultante du génotype de l'agneau, de l'alimentation de sa mère dans les deux derniers mois de gestation (steaming) et de la taille de la portée (simple ou gémellaire). Ce poids à son tour détermine largement celui de l'agneau au sevrage (Narimane et al., 2016).

Les poids moyens des agneaux à la naissance à Ouled Djellal sont légèrement inférieurs à ceux obtenus dans la ferme ITELV pour les agneaux simples et doubles ($4,79 \pm 0,68$ et $3,67 \pm 0,35$ kg vs $5,04 \pm 0,61$ et $3,71 \pm 0,54$ kg). La différence entre les 2 régions est statistiquement insignifiante et pourrait être attribuée au meilleur état corporel des brebis de l'ITELV en fin de gestation suite au steaming réalisé sur les chaumes.

Le poids moyen des agneaux nés simples enregistré dans la présente étude à l'ITELV est supérieur aux moyennes enregistrées dans la même ferme par Boussena et al. (2013) ($4,87 \pm 0,29$ kg), et par Safsaf (2014) avec $4,05 \pm 0,72$ kg. Toutefois le poids relevé pour les agneaux issus de gestation gémellaire est inférieur aux valeurs rapportées par les mêmes auteurs ($4,28 \pm 0,17$ et $3,81 \pm 0,57$ kg). De sa part, Chachoua (2015) a enregistré un poids moyen de naissance de 3,80 kg contre 4,55 kg respectivement pour les agneaux issus de mères alimentées à base de paille non traitée et traitée à l'urée. Alors que Meredef (2017) a relevé un poids moyen de $4,24 \pm 0,89$ kg au niveau de la même ferme avec des variations d'année en année. Ces études ont concerné un nombre différent d'animaux et des régimes différents, ce qui pourrait expliquer les variations pondérales observées.

Comparativement aux études réalisées en milieu semi-aride, le poids des agneaux simples et doubles est supérieur à celui obtenu par Harkat et Lafri (2007) avec respectivement $3,93 \pm 0,53$ kg et $3,46 \pm 0,63$ kg. De plus, les poids moyens des deux types de portées, sont également supérieurs à ceux enregistrés par Chemmam et al. (2009) aux saisons d'agnelage du

printemps et de l'automne (3,36 et 3,48 kg) et aussi aux trois niveaux de complémentation réalisée en fin de gestation et début de lactation (3,45 ; 3,41 ; 3,50 kg, respectivement pour une supplémentation 0g, 250 g et 500 g de concentré ONAB). Nos résultats sont supérieurs à ceux relevés par Benyounes et al. (2013) avec $3,64 \pm 0,13$ kg. Alors que, Narimane et al. (2016) ont obtenu un poids moyen avoisinant les 3,7 kg, résultat similaire au notre pour les agneaux doubles mais très inférieur si on le compare au poids des agneaux simples. Cependant, dans la région de Bordj Bou Arréridj, Djellal et al. (2016) ont enregistré des poids de naissance meilleurs avec une moyenne de $5,30 \pm 0,48$ kg. Selon ces derniers les agneaux nés en automne ont tendance à avoir des poids de naissance supérieurs à ceux nés au printemps. Supériorité due, en partie, au bon état corporel des brebis au moment de la lutte et durant la période de la gestation. En effet, à cette période de l'année, les ovins disposent d'un calendrier fourrager relativement meilleur et riche (jachère pâturée, chaumes, paille, foin de vesce avoine, son de blé, etc.) comparativement au reste de l'année (Djellal et al., 2016).

En région aride de Biskra, Titaouine (2015) a noté un poids moyen à la naissance se rapprochant du notre concernant les portées doubles, mais inférieur à celui des agneaux simples ($3,63 \pm 0,41$ kg). De plus, les poids de naissance obtenus pour les deux types de portées sont supérieurs à ceux enregistrés par Mefti- Korteby et al. (2017) chez les primipares et les multipares avec des valeurs respectives pour les portées simples et doubles de $3,04 \pm 0,48$ et $2,08 \pm 0,40$ vs $3,67 \pm 0,48$ et $3,13 \pm 0,08$ kg. Ils ont conclu que le faible poids des nés serait la cause de mortalité chez les agneaux doubles (primipare) et triples (multipare). En effet, il a été prouvé dans plusieurs études que les agneaux nés de brebis multipares sont plus lourds à la naissance et au sevrage que les agneaux des primipares (Dekhili et Mahane, 2004 ; Safsaf, 2014).

A 30 jours, l'analyse statistique des données révèle l'existence d'une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les poids des agneaux simples et doubles dans les deux zones. Cependant la comparaison des deux types de naissances entre les régions ne donne aucune signification statistique. Une légère supériorité est notée en région aride. De sa part, Boussena (2013) a relevé dans son étude à l'ITELV d'Ain M'lila un poids plus élevé chez les agneaux simples ($p < 0,05$) comparativement aux jumeaux. Toutefois les valeurs retrouvées sont inférieures aux nôtres dans les 2 sites avec respectivement $7,86 \pm 0,37$ vs $6,17 \pm 0,29$ kg. Le même constat a été fait par Safsaf (2014) au niveau de la même ferme où une différence très significative ($p < 0,02$) à la 2^{ème} pesée correspondant au 21^{ème} jour a été notée entre les deux catégories. Un poids moyen dépassant les valeurs relevées à l'ITELV a été noté par Meredef (2017) à 30 jours ($10,74 \pm 2,96$ kg). Alors que, Titaouine (2015) a rapporté dans son étude en région aride un poids moyen de $9,5 \pm 0,78$ kg au même âge. D'autre part, les résultats obtenus

dans les deux zones à 30 jours pour les deux types de naissance sont inférieurs à ceux signalés par Djellal et al. (2016) concernant les agneaux nés en automne ($11,62 \pm 0,24$ kg). Une moyenne pondérale plus faible a été notée par ces auteurs pour les naissances de printemps ($9,89 \pm 0,40$ kg).

À 60 jours d'âge, Dekhili et Mahane (2004) et Titaouine (2015) ont avancé des moyennes de $13,00 \pm 0,45$ et $13,36 \pm 0,71$ kg respectivement. La comparaison entre les poids des deux catégories (simple et double) fait apparaître des différences très significatives dans la région semi-aride ($p < 0,01$) à hautement significative ($p < 0,001$) en région aride, mais avec une légère supériorité dans le 1^{er} site en faveur des naissances simples. Toutefois, aucun effet significatif de la région n'est enregistré. Les agneaux simples sont plus lourds que les doublés. En effet, les résultats obtenus dans les deux sites corroborent les travaux cités dans la bibliographie traitant du même sujet. Ainsi, Boussena (2013) a trouvé des valeurs proches des nôtres dans les 2 régions pour les portées simples et plus faibles pour les portées doubles ($14,11 \pm 0,6$ vs $11,75 \pm 0,74$ kg) mais sans différence significative. Cependant, Safsaf (2014) a enregistré une différence significative entre l'accroissement pondéral des agneaux nés simples et doubles à la 9^{ème} semaine ($p < 0,001$; $14,80 \pm 2,31$ vs $12,93 \pm 1,43$).

À 90 jours, et d'après le tableau 35, on remarque des poids plus élevés chez les agneaux doubles de la région aride ($p < 0,05$) comparativement à ceux de la même catégorie en région semi-aride. Cependant l'effet de taille de portée n'a révélé aucune significativité à la pesée correspondant au 90^{ème} jour dans les 2 zones. Contrairement à nos résultats, Dekhili et Mahane (2004) ont indiqué une supériorité significative des naissances simples et ont relevé au même âge dans la région de Sétif des performances plus faibles aux nôtres avec $17,80 \pm 0,42$ kg. Pour Boussena (2013), il y a été noté une supériorité non significative mais en faveur des agneaux simples avec des poids respectifs de $22,07 \pm 0,94$ kg contre $19,15 \pm 1,15$ kg pour les agneaux doubles. Par ailleurs, Chachoua (2015) a observé à 90 jours d'âge un poids moyen significativement plus élevé ($P < 0,05$) chez les agneaux issus de mères ayant reçu de la paille traitée à l'urée comparativement au lot témoin ($22,80$ kg vs $19,60$ kg).

En région aride, Titaouine (2015) a indiqué un poids moyen de $16,92 \pm 1,22$ kg qui est nettement inférieur aux résultats de la présente dans les deux zones. De leur part, Zidane et al. (2015) ont mentionné une différence entre les poids des agneaux simples et doubles nés au printemps qui passe de $0,78$ à la naissance à $1,5$ kg à 90 jours alors qu'en automne, la différence moins prononcée à la naissance ($0,33$ kg) augmente à $1,38$ kg à 90 jours. Ces pesées restent

équivalentes à celles relevées par Djellal et al. (2016) pour les agneaux nés en automne et même au printemps ($20,02 \pm 0,59$ et $20,03 \pm 0,61$ kg).

III.4.2.1.2 Effet du sexe sur le poids des agneaux

L'évolution pondérale des agneaux mâles et femelles à différents âges est représentée dans le tableau 37 et la figure 22.

Tableau 37 : Poids moyens (kg) des agneaux (moyenne \pm écart-type) en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride

Zone	Sexe	P naissance	J30	J60	J90
Semi-aride	Males	$4,04 \pm 0,82$	$8,73 \pm 1,18$	$14 \pm 0,88$	$21,76 \pm 0,66$
	Femelles	$4,27 \pm 0,89$	$8,65 \pm 1,12$	$13,31 \pm 1,31$	$19,83 \pm 0,95$
	Male vs Femelles	NS	NS	NS	***
Aride	Males	$4,17 \pm 0,87$	$9,19 \pm 1,34$	$13,53 \pm 1,29$	$22,1 \pm 0,81$
	Femelles	$4,08 \pm 0,63$	$8,76 \pm 1,08$	$12,95 \pm 1,39$	$20,36 \pm 0,88$
	Males vs Femelles	NS	NS	NS	***
Semi-aride vs aride	Males	NS	NS	NS	NS
	Femelles	NS	NS	NS	NS

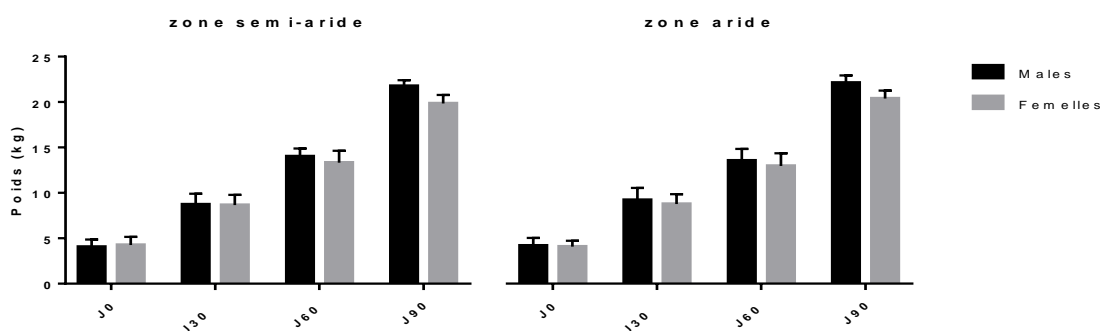


Figure 22 : Evolution du poids des agneaux en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride

On observe dans le tableau 37, que les mâles présentent des poids plus élevés à toutes les pesées et à toutes les périodes d'étude comparés aux femelles. Toutefois cette différence n'est significative qu'à la pesée correspondant au 90^{ème} jour. Soulignons que la légère supériorité pondérale à la naissance observée chez les agnelles de l'ITELV serait due au nombre plus important des femelles par rapport aux mâles (15 vs 7).

Tableau 38 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge– sexe"

Région	Age	Sexe	Interaction âge*sexe
Semi-aride	***	*	**
Aride	***	***	*

Tableau 39 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge– région"

Sexe	Age	Région	Interaction âge*région
Mâles	***	NS	NS
Femelles	***	NS	NS

L'analyse de la variance (tableau 38) à deux facteurs (âge des agneaux-sexe) et leur association fait apparaître une influence très marquée de l'effet "âge des agneaux et l'effet "sexe" sur le poids des agneaux. Toutefois, l'interaction est significative ($p < 0,05$) et très significative ($p < 0,01$) en région aride et semi-aride respectivement.

Le tableau 39 de l'analyse de variance à deux facteurs : âge des agneaux et région et leur association montre l'effet hautement significatif de l'âge des agneaux pour les naissances mâles et femelles. Cependant l'effet région et l'interaction âge type- région n'ont aucune influence pour les deux sexes.

Contrairement aux résultats obtenus dans notre étude, Dekhili et Mahane (2004) ont démontré une supériorité des poids des mâles sur les femelles durant toutes les périodes de leur essai (naissance, 30, 60 et 90 jours). De leur part, Chemmam et al. (2009) ont rapporté des poids de naissance inférieurs à nos résultats dans les deux sites et ont confirmé que pour les deux périodes de mise bas (automne et printemps), le poids vif à la naissance des mâles est significativement plus élevé que celui des femelles (3,53 vs 3,43 kg et 3,43 vs 3,29, respectivement pour l'automne et le printemps et pour les mâles et les femelles. Ils ont conclu que le poids vif au sevrage et le gain moyen quotidien des mâles sont significativement plus élevés que ceux des femelles quelle que soit la période de mise bas (20,34 ; 18,15 kg et 22,18 ; 20,07 kg de poids vif pour des GMQ de 218 ; 191g et 243 ; 218g, respectivement pour les mâles et les femelles et pour la mise bas de l'automne et du printemps). Par ailleurs, à la naissance, le sexe n'a pas affecté le poids des agneaux en accord avec les résultats de Safsaf (2014) mais avec des pesées plus élevées chez les femelles dans notre étude ($3,67 \pm 0,49$ vs $4,27 \pm 0,89$ kg). Cependant, ce même auteur a indiqué des différences allant de non significative pour la 2^{ème} pesée (3^{ème} semaine d'âge) à significative ($p < 0,05$) et très significative ($p < 0,02$) au pesées de la 6^{ème} et 9^{ème} semaine.

III.4.2.2 Le gain moyen quotidien

III.4.2.2.1 Effet du mode de naissance sur le gain moyen quotidien

Le tableau 40 et la figure 23 présentent les résultats des gains moyens quotidiens de la naissance jusqu'à 3 mois. Il apparaît que les agneaux simples ont tendance à avoir des GMQ plus élevés par rapport aux jumeaux de la naissance à 30 jours réalisant ainsi une croissance plus accélérée que ceux nés multiples. L'inverse est observé durant les périodes 30- 60 jours et 60-90 jours mais la différence reste non significative dans les deux régions à l'exception du GMQ 60-90 jours en région aride ($p < 0,01$). Il en découle une variation très significative entre les agneaux double des deux régions durant cette période. Aucune différence significative des GMQ n'a été décelée entre les deux zones pour les autres périodes.

Le gain moyen quotidien global le plus faible est enregistré en zone aride chez les agneaux issus de portées simple avec $134,3 \pm 38,82$ g/j suivis de ceux issus de portée doubles $144 \pm 34,26$ durant le 2^{ème} mois (30-60 j). Ainsi, jusqu'à l'âge de 60 jours, les performances observées dans le cadre de cette expérience dans les deux zones sont comprises dans l'intervalle rapporté par Chellig (1992) pour le mouton OD (120 à 200 g / jour).

Tableau 40 : Variations des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge et de la taille de la portée en régions aride et semi-aride (moyenne \pm écart type)

		GMQ1	GMQ2	GMQ3
semi-aride	Simple	157,5 \pm 31,66	158,3 \pm 18,17	210,4 \pm 36,84
	Double	144,8 \pm 31,12	163,8 \pm 53,38	241,9 \pm 46,46
	Simple vs Double	NS	NS	NS
Aride	Simple	175,2 \pm 33,12	134,3 \pm 38,82	245 \pm 43,87
	Double	156,7 \pm 32,62	144 \pm 34,26	283 \pm 35,41
	Simple vs double	NS	NS	**
Semi-aride vs aride	Simple	NS	NS	NS
	Double	NS	NS	**

GMQ1 : Naissance-30 jours ; GMQ2 : 30-60 jours GMQ3 : 60-90 jours

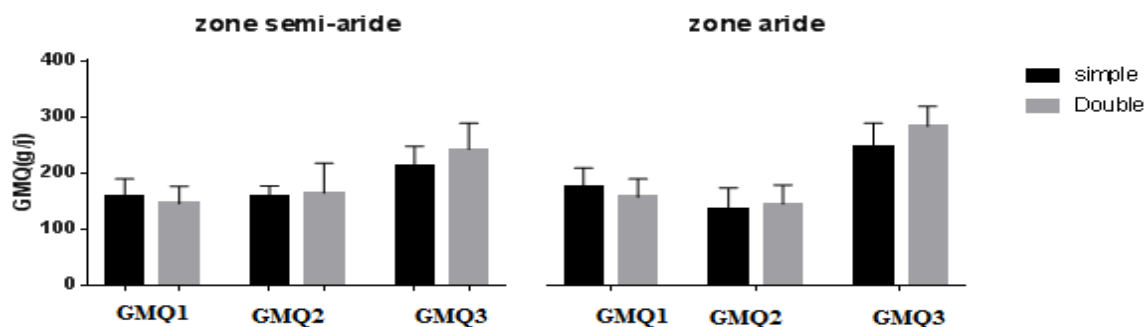


Figure 23 : Gains moyens quotidiens (Naissance-30 j ; 30-60 j ; 60-90 j) en fonction du mode de naissance en régions aride et semi-aride

L'analyse de variance (tableau 41) à deux facteurs (âge - portée) leur association fait apparaître une influence marquée de l'effet "âge type" sur le GMQ des agneaux. Toutefois la taille de portée est sans influence dans les 2 sites alors que l'association des deux facteurs montre une influence très marquée dans la région aride.

Le tableau 42 de l'analyse de variance à deux facteurs : âge type des agneaux et région et leur association montre l'effet significatif de l'âge type des agneaux sur le GMQ des agneaux simples et doubles. La région n'a aucune significativité sur le GMQ pour les deux sexes. Cependant l'interaction âge type- région est significative à très significative pour les agneaux simples et doubles.

Tableau 41 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge- taille de portée "

	Age	Portée	Interaction âge *Portée
Semi-aride	***	NS	NS
Arde	***	NS	**

Tableau 42 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge- région"

	Age	Région	Interaction âge*région
Simple	***	NS	*
Double	***	NS	**

Globalement, nos résultats dans les deux zones sont en accord avec ceux de Safsaf (2014) qui a relevé des gains moyens quotidiens plus élevés chez les agneaux issus de gestation simple le premier mois, et chez les jumeaux les mois suivants. Selon Chniter et al. (2011), les GMQ(s) les plus importants sont réalisés par les agneaux nés simples, suivis par les doubles, ensuite les triples et enfin les quadruples. Cet effet est plus prononcé durant la période 10-30 jours d'âge où les agneaux sont en compétition pour le lait maternel.

Une tendance à la diminution du GMQ durant la période 30- 60 jours est observée en région aride pour les deux catégories d'agneaux pouvant être attribuée à l'insuffisance des ressources alimentaires ou d'abreuvement ou éventuellement à la chaleur qui diminuerait l'appétit des brebis et par conséquent la production laitière. Cependant, en région semi-aride on note un accroissement plus important chez les agneaux doubles en relation probable avec un apport alimentaire satisfaisant et une production laitière conséquente.

Les GMQ les plus importants sont notés entre 60 et 90 jours dans les deux sites avec des valeurs significativement plus élevées chez les agneaux doubles comparativement aux simples à OD d'une part et aux agneaux doubles de l'ITELV d'autre part.

Les gains moyens quotidiens aux différentes périodes (Naissance-30 j ; 30-60 j ; 60-90 j) (tableau 40) sont globalement plus élevés chez les agneaux issus de gestation simple le premier mois, et chez les jumeaux les mois suivants. Dans leur investigation, Lamrani et al. (2015) ont rapporté des GMQ de $155,42 \pm 7,65$ g/jour de la naissance à 30 jours. De leur part, Zidane et al. (2015) ont démontré l'effet incontestable de la saison ($p < 0,01$) sur le gain quotidien moyen des agneaux OD, avec une moyenne de 146 g / j au printemps et de 125 g / j en automne. Ces valeurs sont inférieures aux performances enregistrées dans les deux sites. De plus, une tendance légèrement à la baisse a été enregistrée par ces auteurs entre le groupe d'âge de 0 à 30 jours et le groupe d'âge de 30 à 90 jours au cours des deux saisons. Le gain quotidien moyen est passé de 152 g/j à 139 g/j au printemps et de 132 g/j à 123g/j en automne. La différence dans le gain quotidien moyen entre les naissances d'automne simples et doubles a passé de 19,7 g/j à 0-30 jours à 15,4 g/j à 60-90 jours. Ces résultats sont en partie en accord avec ceux de la zone aride, où une décroissance est observée pour l'âge 30-60 jours. Cette diminution serait principalement liée à l'alimentation des agneaux, basée exclusivement sur le lait maternel le premier mois d'âge. Après 30 jours, la productivité laitière diminuée de la mère et la transition progressive vers des aliments solides entraîneraient un gain quotidien inférieur (Zidane et al., 2015).

Par ailleurs, le gain quotidien moyen des naissances simples est supérieur au gain quotidien moyen de jumeaux sur la période allant de 0 à 30 jours ; alors que, pour les périodes suivantes l'inverse est constaté. D'autres auteurs ont cependant confirmé la supériorité du gain quotidien moyen des agneaux uniques sur les jumeaux sur toute la période allant de 0 à 90 jours (Dekhili et Mahnane, 2004 ; Bendiab et Dekhili, 2012 ; Boussena et al., 2013 ; Zidane et al. 2015). Ces différences auraient pour origine la concurrence des agneaux dès la vie fœtale (Bendiab et Dekhili, 2012). D'autre part, les gains moyens quotidiens entre la naissance et 30

jours pour les deux modes de naissance et dans les deux zones sont inférieurs à la moyenne de gain indiquée par Titaouine (2015) (195 g/j). Toutefois, les périodes entre 30 et 60 jours et entre 60 et 90 jours ont montré des moyennes inférieures aux nôtres (128g/j et 118g/j respectivement).

Entre la naissance et 30 jours, Boussena (2013) a enregistré à l'ITELV d'Ain M'lila des GMQ plus élevés ($p < 0,05$) chez les agneaux simples que doubles. Ces gains sont supérieurs aux résultats obtenus aux 2 sites ($206,67 \pm 19,01$ g), contrairement à ceux des jumeaux ($139,33 \pm 15,59$ g). Durant la période de 30 à 60 jours, et en accord avec nos observations, les agneaux doubles ont présenté des gains supérieurs aux simples ($201,33 \pm 14,39$ vs $150 \pm 22,88$, $p < 0,05$). Alors que, pour la période 60 à 90 jours l'auteur a noté une supériorité non significative en faveur des agneaux simples ($250,55 \pm 31,99$ vs $181 \pm 14,25$ g) contrairement aux résultats observés. Les différences de croissance des agneaux durant le premier mois entre ces études s'expliqueraient par la quantité différente de lait maternel produite par les brebis dans chaque zone d'étude elle-même liée au niveau nutritionnel des mères.

Le GMQ3 pour les deux modes de naissance au site semi-aride est inférieur par rapport au site aride. Le froid durant cette période de l'année (Novembre- Décembre) serait à l'origine de cette différence car la plus grande partie de l'énergie de ces agneaux serait dépensée pour la thermorégulation et le réchauffement du corps. En région aride, l'amélioration du GMQ3 serait due à l'apport en concentré pour les agneaux et leurs mères. En effet, selon Chemmam et al. (2009), le gain moyen quotidien des agneaux nés de brebis supplémentées en fin de gestation et début de lactation est significativement ($P < 0,01$) plus élevé que celui des agneaux nés de brebis non supplémentées (178 ; 234 ; 242 g, respectivement pour une complémentation : 0, 250 et 500g de concentré). Ainsi, pour divers auteurs, le GMQ dépend du type et de la saison de naissance (Rekik et al., 2008 ; Chemmam et al., 2009 ; Bendiab et Dekhili, 2012 ; Zidane et al., 2015 ; Djellal et al. 2016), de la race et du type génétique des mères (Momoh et al., 2013 ; Koritiaki et al., 2013) et également de la production laitière de la mère (Benchohra et al., 2013).

III.4.2.2.2 Effet du sexe sur le gain moyen quotidien

Les résultats de croissance des agneaux par phase et sexe sont reportés dans le tableau 43 et la figure 24.

Malgré une supériorité des performances de croissance des mâles, l'analyse statistique fait apparaître, au niveau des deux régions, des différences non significatives ($p > 0,05$) entre gain moyen quotidien des agneaux et agnelles durant toutes les périodes de l'essai à l'exception

de la dernière période correspondant à 60-90 jours au site aride. La comparaison entre régions n'a montré aucune différence significative.

Tableau 43 : Variations des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge et du sexe en régions aride et semi-aride

		GMQ1	GMQ2	GMQ3
Semi-aride	Mâles	156,2± 35,46	175,7± 48,48	258,6± 25,38
	Femelle	146,2± 29,78	155,3± 40,90	217,3± 46,77
	Mâles vs Femelle	NS	NS	NS
Aride	Mâles	167,4± 36,77	144,6± 35,09	285,6± 33,63
	Femelle	156± 30,12	139,6± 35,11	246,9± 43,84
	Mâles vs Femelle	NS	NS	**
Semi-aride vs aride	Mâles	NS	NS	NS
	Femelles	NS	NS	NS

GMQ1 : Naissance-30 jours ; *GMQ2* : 30-60 jours ; *GMQ3* : 60-90 jours

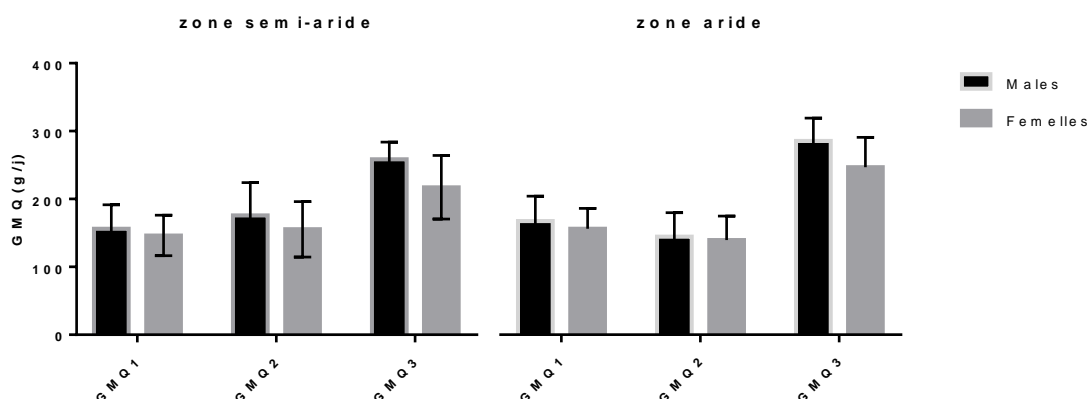


Figure 24 : Gains moyen quotidiens (Naissance-30 j ; 30-60 j ; 60-90 j) en fonction du sexe en régions aride et semi-aride

L'analyse de la variance (tableau 44) à deux facteurs (âge type – sexe) leur association " âge type des agneaux* sexe " fait apparaître une influence marquée de l'effet sexe et très marquée de l'effet âge type sur le GMQ des agneaux. Toutefois d'association des deux facteurs est sans aucune influence dans les deux régions.

Tableau 44 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge type– sexe"

	Age type	Sexe	Interaction âge*sexe
Semi-aride	***	*	NS
Aride	***	*	NS

Tableau 45 : Résultats de l'ANOVA deux facteurs "âge type– région"

	Age type	région	Interaction âge*région
Mâles	***	NS	*
Femelles	***	NS	NS

Le tableau 45 de l'analyse de variance à deux facteurs : âge type des agneaux et région et leur association montre l'effet significatif de l'âge des agneaux sur le GMQ des agneaux mâles et femelles. La région n'a aucune significativité sur le GMQ pour les deux sexes. Cependant l'interaction âge type- région est significative pour les agneaux males uniquement.

Il semble que les mâles OD acquièrent du poids d'une façon plus rapide que les femelles (Tableau 43), et réalisent une croissance plus accélérée que les agnelles confirmant les résultats déjà rapportés dans la littérature (Dekhili et Mahane, 2004 ; Chemmam et al., 2009 ; Bendiab et Dekhili, 2012 ; Safsaf, 2014). En effet, plusieurs auteurs (Chikhi et Boujenane, 2004 ; Dikmen et al., 2007 ; Rekik et al., 2008 ; Chniter et al., 2011) ont rapporté que les mâles de plusieurs races ovines (Boujaâd, Awassi, D'man) réalisent des poids et des gains moyens quotidiens significativement plus élevés que les femelles. Globalement, la différence de croissance entre les sexes réside dans la conformation et le métabolisme. Cette supériorité s'explique par des gènes liés au sexe, des différences de conformation (muscles du cou, os de tête, ensemble du squelette) et notamment l'avance progressive des organes digestifs des mâles (Bendiab et Dekhili, 2012).

Notons qu'en région aride, une légère supériorité des gains est enregistrée dans les deux sexes durant la première période (naissance- 30 jours), et qui serait attribuée à une meilleure production laitière des brebis. Dans leur étude, Bendiab et Dekhili (2012) ont noté un effet significatif du sexe sur le GMQ ($p < 0,05$) durant la période 30-60 jours seulement. Alors que Benchohra et al. (2013) n'ont signalé aucun effet significatif du sexe sur les performances de croissance des agneaux Rembi. Cela en accord avec nos résultats au site semi-aride durant toutes les périodes. Cependant, Safsaf (2014) au niveau de la même ferme a relevé une influence du sexe sur le gain de poids qui va de la simple significativité ($p < 0,05$) à la période 4-6 semaines à la significativité très marquée aux périodes 1-3 et 7-9 semaines avec respectivement ($p < 0,02$) et ($p < 0,025$) en faveur des mâles.

Les gains de poids moyens observés à 30 jours se rapprochent de ceux relevés pour les naissances d'automne à la période 20-30 jours par Djellal et al. (2016) pour les mâles (164,5 g/j) mais supérieurs dans les deux sites aux GMQ des femelles (127,2 g/j). Notons que ces auteurs ont enregistré des valeurs plus élevées pour la période (naissance-10 jours) avec

respectivement 203 et 184,7 g/j pour les mâles et femelles. A 60 jours d'âge, nos résultats pour les deux sexes aux deux sites sont inférieurs à la moyenne de gain de poids moyen rapportée par Djellal et al. (2016) avec 187,8 et 186,1 g/j pour les mâles et femelles. L'évolution des gains moyens quotidiens selon les différents âges types montre une diminution dans les deux sexes durant la période 30-60 jours en région aride suggérant une diminution de la production laitière des mères. Cependant, durant la même phase, les agneaux nés au site semi-aride enregistrent un GMQ supérieur à la première période chez les deux sexes, ce qui dénote leur bonne adaptation à l'alimentation solide à partir d'un mois d'âge.

Concernant la période 60-90 jours, nos résultats sont nettement supérieurs à ceux de Djellal et al. (2016) qui ont indiqué un GMQ plus élevé chez les femelles mais sans signification statistique (132,1 et 167,6 g/j pour les mâles et femelles). Ces auteurs ont noté une influence significative du sexe ($p=0,009$) uniquement durant la période 20- 30 jours. Ainsi, la croissance pondérale importante enregistrée durant la dernière période serait liée à la pratique d'engraissement notamment à la ferme privée de la région aride.

Ainsi, on peut conclure que la taille de la portée affecte significativement la croissance pondérale des agneaux OD de la naissance jusqu'à 60 jours d'âge. Au sevrage (90 jours), les agneaux simples et doubles ne présentent pas de différences pondérales. Par contre le sexe et la région d'élevage ne semblent pas influencer ce paramètre. Les mâles réalisent des poids et des gains moyens quotidiens plus élevés que ceux des femelles entre la naissance et le sevrage. Les naissances simples présentent de meilleurs GMQ le premier mois et les doubles marquent une croissance compensatrice à partir de 30 jours.

III.4.2.3 Corrélations entre le profil hormonal et biochimique des brebis et le poids des agneaux à la naissance

Les corrélations entre le poids de naissance des agneaux et le profil sanguin hormonal (P4 et E2) et biochimique sont représentées dans le tableau 46. L'analyse de ce dernier nous donne :

- En région semi-aride une corrélation positive et significative moyenne du poids de naissance avec la progestéronémie en fin de gestation ($r=0,518$, $p<0,05$) d'une part, et significative ($r=0,542$, $p<0,05$) et hautement significatives ($r=0,816$, $p<0,001$) avec l'œstradiol au début et milieu de gestation respectivement, d'autre part.

- Au site aride des corrélations positives plus significatives sont observées pour la progestéronémie aux différentes périodes de gestation avec $r= 0,712$ ($p<0,001$) au milieu de gestation et $r=0,664$ ($p<0,001$) en fin de gestation. Des corrélations plus faibles sont notées entre le poids de naissance et l'œstradiolémie aux périodes de l'échantillonnage.

Tableau 46 : Corrélations entre le poids de naissance des agneaux et les hormones (P4, E2) et les paramètres biochimiques à différentes périodes en régions semi-aride et aride

	Région semi-aride				Région aride			
	Lutte	DG	MG	FG	Lutte	DG	MG	FG
P4	-0,125	0,304	0,443	0,518 *	0,321	0,448 *	0,712 ***	0,664 ***
E2	-0,027	0,542 *	0,816 ***	0,223	0,074	0,451 *	0,455 *	0,413 *
Gly	0,081	-0,145	-0,199	-0,019	0,099	-0,181	-0,041	0,034
Chol	0,062	0,051	-0,043	0,214	0,017	-0,014	-0,103	-0,011
TG	0,164	0,319	-0,123	0,044	-0,007	-0,182	-0,064	0,253
PT	0,061	0,075	-0,57*	0,022	0,195	0,116	-0,125	-0,209
ALB	-0,034	-0,322	0,118	-0,216	-0,029	0,057	-0,298	-0,095
GLO	0,080	0,279	-0,444	0,127	0,206	0,104	0,017	-0,186
UREE	0,090	-0,028	0,156	0,294	0,333	-0,006	0,227	0,248
CREA	0,244	-0,279	-0,080	0,207	0,409*	-0,005	0,097	0,266

* $p<0,05$; *** $p<0,001$. P4 : progestérolone ; E2 : Œstradiol 17- β ; Gly : glycémie ; Chol : cholestérolémie ; TG : triglycéridémie ; PT : protéines totales ; Alb : albuminémie ; Glo : globulinémie ; Créa : créatininémie ; DG : Début de gestation ; MG : milieu de gestation ; FG : fin de gestation

Il a été démontré que les taux plasmatiques de P4 et E2 sont fortement corrélés avec la taille de la portée (Butler et al., 1981 ; Manalu et Sumaryadi, 1998a). De même, la relation entre ces hormones de la reproduction et le poids des agneaux a fait l'objet de plusieurs investigations. Ainsi, Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992) ont rapporté une faible corrélation entre la production totale de P4 et le poids des agneaux à la naissance ($r = 0,24$), mais ces conclusions n'ont pas été partagées par d'autres auteurs. En effet, Ranilla et al. (1994) ont trouvé une relation positive entre la concentration de P4 et le poids des agneaux à la naissance chez les brebis Churra (18 à 20 semaines de gestation) mais pas chez les brebis Mérinos. Dans une étude ultérieure, Ranilla et al. (1997) ont noté, entre 9 et 19 semaines de gestation, une corrélation positive ($P < 0,10$) entre les taux de progestérolone et le poids des agneaux à la naissance. Par ailleurs, une corrélation positive a été enregistrée par Wallace et al. (1997) entre la progestéronémie en seconde moitié de gestation d'une part et le poids du placenta à terme et le poids des agneaux à la naissance d'autre part. Manalu et Sumaryadi (1998b) confirment ces constatations et ajoutent que les brebis ayant présenté des progestéronémies les plus élevées durant toute la période de gestation donnent des agneaux plus lourds ($r^2 : 0,76, 0,42$ et $0,46$, pour les brebis à 1, 2 ou 3 fœtus respectivement). Indépendamment de la taille de portée, Manalu

et Sumaryadi (1999) et Manalu (2004) ont rapporté de fortes corrélations significatives entre la progestéronémie, l'œstradiolémie et le poids total de la portée, durant la phase embryonnaire de la gestation. Cet effet au début de gestation serait lié à l'action des deux hormones sur le développement de l'utérus et du placenta sources de nutriments, d'hormones et de facteurs de croissance requis par le conceptus en développement. Les hormones ovariennes stéroïdes (progestérone et œstradiol) en association avec les protéines, prostaglandines et stéroïdes synthétisés par le conceptus jouent un rôle critique au début de la gestation dans la modification de la biochimie et la morphologie utérines. Cependant les concentrations élevées en P4 et E2 en fin de gestation ne sont pas significativement corrélées au poids de naissance (Manalu et Sumaryadi, 1999). Ces résultats sont en désaccord avec les nôtres notamment dans la zone aride. Ces auteurs ont également trouvé de faibles corrélations entre le poids de portée et les concentrations en β hydroxy butyrate et l'urée sanguine indicateurs du métabolisme énergétique et azoté (Manalu et Sumaryadi, 1999).

Concernant le profil biochimique en région semi-aride, aucune corrélation significative n'est observée entre le poids de naissance et les différents métabolites à l'exception des PT où une corrélation négative est soulignée au milieu de gestation ($r=-0,57$; $p<0,05$). De même en région aride l'analyse statistique a montré des corrélations positives ou négatives avec les métabolites énergétiques et protéiques mais elles sont faibles et non significatives. Les résultats rapportés en littérature sont controversés quant à l'effet du profil métabolique des brebis donc du statut nutritionnel sur le poids de naissance des agneaux.

L'effet de la restriction alimentaire sur le poids de naissance est variable et dépend de la période, l'intensité de la restriction, sa nature et sa durée. Ainsi, Edwards et al. (2005) n'ont pas trouvé d'effet significatif d'une restriction de 30% en énergie chez des brebis en période de péri-conception sur le poids des agneaux nés de gestations uniques ou doubles, mais lorsque la restriction a concerné l'ensemble de la gestation, les jumeaux issus de mères restreintes ont pesé 35% de moins à la naissance par rapport à des jumeaux nés de mères bien nourries, alors que les agneaux uniques, nés de mères restreintes ou non, pèsent le même poids. Ce résultat est en accord avec Sen et al. (2016a) qui ont confirmé que lors de restriction de 50% des besoins des brebis en péri-conception, le poids de naissance des agneaux n'était pas modifié. Toutefois, sous-alimenter de 40% des brebis Romanov pendant les deux derniers tiers de gestation (j50 jusqu'à terme) a pour conséquence une diminution du poids de naissance des agneaux (Scheaffer et al., 2004). Cependant, des périodes de restrictions alimentaires au début et milieu de gestation, suivies d'une nutrition adéquate, ne semblent pas influencer ni le poids du fœtus

à terme (Field et al., 2015), ni le poids à la naissance des agneaux nés simples (Sen et al., 2016b). Une restriction nutritionnelle de 50% des besoins durant toute la gestation entraîne une réduction de 15% du poids corporel des fœtus issus de gestations simples et double (Kwon et al., 2004). Alors qu'un déficit de 50 à 70% en besoins énergétiques en fin de gestation peut diminuer de 10-18% le poids de naissance des agneaux (Khanal et Nielsen, 2017). Au contraire pour Hoffmann et al. (2018), le poids de naissance était inchangé pour les agneaux nés de mères restreintes de 50% du 100^{ème} jour de gestation jusqu'à l'agnelage comparativement aux agneaux nés de mères nourries de façon adéquate.

En général les périodes de restriction à court ou à long terme autour de la conception, chez les brebis à portées multiples, ne semblent pas affecter le poids et la morphométrie des fœtus, le poids et l'efficacité placentaires au cours du second tiers (MacLaughlin et al., 2005 ; Cleal et al., 2007), ou du dernier tiers de la gestation (Steyn et al., 2001; Quigley et al., 2008; Rumball et al., 2008; Field et al., 2015), ainsi qu'à la naissance (Cleal et al., 2007; Smith et al., 2010).

De leur part, Neville et al. (2010), montrent que les femelles et les mâles réagissent différemment à une sous ou suralimentation de la brebis, entre j50 et j147. Chez les mâles, une suralimentation globale de 40% et une sous-alimentation de 40% entraînent un même poids de naissance, qui est inférieur à celui des agneaux nés de brebis convenablement nourries. Chez les femelles, la sous-alimentation entraîne une diminution du poids de naissance par rapport aux agneaux nés de mères suralimentées, qui eux pèsent le même poids que les agneaux nés de mères nourries de façon adéquate. Par ailleurs un excès d'énergie (150% des besoins) en péri-conception n'aurait pas d'effet sur le poids de naissance chez les ovins (Ford et al., 2009). Il semblerait aussi qu'une suralimentation globale chez des agnelles en milieu et fin de gestation diminue le poids de naissance des agneaux. En effet, un apport alimentaire excessif de 140% chez des agnelles Rambouillet de j 50 jusqu'à terme diminue le poids de naissance des agneaux (Yunusova et al., 2013). D'autre part, un excès global de nutriments en milieu et/ou fin de gestation n'entraîne pas de modifications du poids de naissance des descendants chez les brebis multipares (Hoffmann et al., 2014 : 126%; Sen et al., 2016 : 175% des besoins énergétiques). Alors qu'une suralimentation globale sur l'ensemble de la gestation ne modifie pas le poids de naissance chez les ovins, primipares (Peel et al., 2012) ou multipares (Long et al., 2015).

CONCLUSION
RECOMMANDATIONS
PERSPECTIVES

CONCLUSION

La comparaison des résultats des deux régions d'élevage durant la lutte de printemps fait ressortir :

- A la mise à la lutte les brebis de la zone aride ont présenté un meilleur état corporel que celui de la région semi-aride. Les rations distribuées durant cette période étaient légèrement déficitaires en énergie et déséquilibrées en PDIE/PDIN. En fin de gestation, les rations ont présenté dans les deux zones un déficit en apports énergétiques et un déséquilibre plus marqué en apports protéiques (exprimés par des valeurs très négatives du Rmic) malgré l'augmentation de la quantité de concentré dans les rations distribuées.
- Chez les brebis des deux sites, les variations de l'état corporel sont la conséquence directe de la disponibilité alimentaire et de la période de gestation.
- Le profil hormonal de la progestérone et de l'œstradiol 17- β chez les brebis vides traduit une activité œstrale continue confirmant la non saisonnalité des femelles OD.
- Chez les brebis fertiles, les taux des hormones stéroïdiennes (P4 et E2) sont significativement affectés ($p < 0,001$) par le statut physiologique, la taille de la portée et la région. Les teneurs plus élevées chez les femelles gestantes (à portée simple et double) en zone aride comparée à la zone semi-aride traduisent l'état nutritionnel des brebis plutôt que les conditions environnementales.
- La gestation a significativement affecté le profil métabolique des brebis dans la région aride plus que celles de la région semi-aride. Alors que la taille de la portée n'a pas beaucoup influencé les différents paramètres biochimiques dans les deux sites.
- En région aride, la fin de gestation a accusé un déclin de la note d'état corporel des brebis et des glycémies et une augmentation de la cholestérolémie et de la triglycéridémie. Ce qui indique une lipomobilisation chez les mères en réponse à la croissance fœtale maximale et à l'apport nutritionnel déficitaire.
- Les valeurs des paramètres sanguins (énergétique, protéique et enzymatique) comprises dans les intervalles de référence confirment que la brebis OD adapte son métabolisme aux conditions nutritionnelles et environnementales existantes afin d'assumer la fonction de reproduction tout en maintenant les fonctions vitales.
- En région aride malgré les profils sanguins altérés, les performances reproductives des brebis sont meilleures même en l'absence d'une conduite de reproduction précise et de synchronisation des œstrus. Les poids des agneaux au sevrage sont aussi meilleurs comparativement au site semi-aride. Ceci traduit l'adaptation parfaite des brebis OD aux conditions difficiles des régions arides.

RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Il ressort de cette étude réalisée en deux sites représentatifs de l'élevage ovin en Algérie que certaines contraintes au développement de ce secteur pourraient être levées, moyennant la prise en compte de certaines recommandations, et que le critère le plus important à considérer pour optimiser le processus de production ovine reste l'alimentation. Il est donc recommandé d' :

- Apporter une supplémentation adéquate en quantité et en qualité aux brebis en période de péri-conception (flushing) et en fin de gestation (steaming) en tenant compte de la composition chimique des aliments, de l'apport énergétique et azoté des rations et de l'équilibre PDIE- PDIN.
- Assurer un apport nutritionnel suffisant après agnelage pour une production laitière optimale et un croît important des agneaux surtout le 1^{er} mois et par conséquent un poids élevé au sevrage.
- Améliorer de la gestion des ressources alimentaires et gérer le rapport ressources disponibles/besoins (entretien et production)
 - en adoptant une stratégie de conduite alimentaire qui assure l'adéquation entre les besoins aux différents stades physiologiques et les apports alimentaires
 - en procédant à la séparation des brebis lors de distribution des rations surtout en période de péri-conception et en fin de gestation.
- Limiter les périodes d'agnelages par l'effet bélier afin de faire coïncider la saillie et l'agnelage avec la disponibilité alimentaire.

Pour de mieux comprendre les interactions entre l'aspect génétique, la nutrition, les conditions environnementales et la reproduction, il serait intéressant de :

- Réaliser des travaux sur des effectifs plus grands et sur des profils biochimiques et hormonaux plus variés : GH, LH, FSH, Prolactine, Insuline, IGF-1, leptine, les hormones thyroïdiennes (T3, T4), cortisol, BHB (β hydroxy butyrate), AGNE (acides gras non estérifiés), les minéraux.....
- Tracer des programmes d'amélioration génétique et de sélection pouvant se faire en parfaite adéquation avec les orientations des systèmes d'élevage et les réalités socio-économiques des régions steppiques.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abd El Hameed, A.R., Mahmoud, K.G.M., Nawito, M., Sosa, A., Ezzo, O.H. 2018.** Progesterone concentration, oxidants and antioxidants indices in singleton and multiple bearings ewes and does. *Bioscience Research*, 15, 3869-3875.
- Abdelli, A., Benadjila, O., Boukharouba, H., Souames, S. 2012.** Effet de l'injection des différentes doses d'eCG après le retrait des éponges vaginales sur les performances de reproduction chez des brebis et des agnelles de race Ouled Djellal. *Renc. Rech. Ruminants*, 19, 361.
- Abdel-Mageed, I. 2009.** Body condition scoring of local Ossimi ewes at mating and its impact on fertility and prolificacy. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences*, 4, 37-44.
- Abdel Rahman, H., Baraghit, G., Abu El-Ella, A., Omar, S., Abo Ammo, F.F., Kommona, O. 2012.** Physiological Responses of Sheep to Diet Supplementation with Yeast Culture. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences*, 65, 1-25.
- Abdelrahman, M., Aljumaah, R. 2012.** Metabolic blood profiles and milk compositions of peri-parturient and early lactation periods in sheep. *Asian J. Anim. Vet. Adv*, 7, 1130-1138.
- Abdoli, R., Zamani, P., Mirhoseini, S.Z., Ghavi Hossein-Zadeh, N., Nadri, S. 2016.** A review on prolificacy genes in sheep. *Reprod Domestic Anim*, 51(5), 631-637.
- Abdullah, A.Y., Husein, M.Q., Kridli, R.T. 2002.** Protocols for estrus synchronization in Awassi ewes under arid environmental conditions. *Asian-Australas J Anim Sci*, 15(7), 957-962.
- Abecia, J.A., Forcada, F., Zuniga, O. 2002.** The effect of melatonin on the secretion of progesterone in sheep and on the development of ovine embryos in vitro. *Vet Res Commun*, 26, 151-158.
- Abecia, J.A., Forcada, F., Casao, A., Palacín, I. 2008.** Effect of exogenous melatonin on the ovary, the embryo and the establishment of pregnancy in sheep. *Animal*, 2(3), 399-404.
- Abecia, J.A., Forcada, F., Gonzalez-Bulnes, A. 2011.** Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Vet. Clin North Am Food Anim Pract*, 27, 67-79.
- Abecia, J.A., Forcada, F., González-Bulnes, A. 2012.** Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Anim reprod Sci*, 130(3-4), 173-179.
- Abecia, J.A., Forcada, F., Vázquez, M.I., Muño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J. A., Pérez-Pe, R., Casao, A. 2019.** Role of melatonin on embryo viability in sheep. *Reprod Fert Develop*, 31(1), 82-92.
- Adnane, M., Miroud, K., Hanzen, C., Kaidi, R. 2018.** The PGF2 α , a less costly and invasive means than progestogens to manipulate the sexual activity in out-breeding season of the "Ouled Djellal" Algerian ewes. *Livestock Research for Rural Development* 30. Consulté le 14 Décembre, 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd30/11/adnan30188.html>.
- Aktaş, A. H., Doğan, Ş. 2014.** Effect of live weight and age of Akkaraman ewes at mating on multiple birth rate, growth traits, and survival rate of lambs. *Turk J Vet Anim Sci*, 38(2), 176-182.
- Alaçam E., Dinç D.A, Güler M, Eröz S, AN, S. 1988.** Use of a radioimmunoassay method for early pregnancy diagnosis in ewes after oestrus synchronization with MAP, PMS and GnRH. *Selçuk Üniv Vet Fak Derg*, 4, 91-98.
- Al-Dawood, A. 2017.** Towards heat stress management in small ruminants—a review. *Ann Anim Sci*, 17(1), 59-88.

- Al-Eissa, M.S., Saad, A., Al-Farraj, S.A., Saud, A.A., Al-Dahmash, B., Hamad, A. 2012.** Seasonal variation effects on the composition of blood in Nubian ibex (*Capra nubiana*) in Saudi Arabia. *Afr J Biotechnol*, 11, 1283-1286.
- Al-Hadithy, H.A.H., Badawi, N.M. 2015.** Determination of serum proteins and glucose concentrations in clinically normal and anemic Awassi sheep. *World Vet J*, 5, 1-6.
- Al -Haidary, A.A., Aljumaah, R.S., Alshikh, M.A., Abdoun, K.A., Samara, E.M., Okah, A.B., Aluriji, M.M. 2012.** Thermoregulatory and physiological responses of Najdi sheep exposed to environmental heat load prevailing in Saudi Arabia. *Pak. Vet. J.*, 32, 515-519.
- Ali, B.H.A. 2015.** The effect of pregnancy and lactation on blood biochemical and immunological values in ewes after enterotoxaemia vaccination. *AL-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences*, 14(1), 65-68.
- Aliyari, D., Moeini, M.M., Shahir, M.H., Sirjani, M.A. 2012.** Effect of body condition score, live weight and age on reproductive performance of Afshari ewes. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 7, 904-909.
- Allaoui, A., Tlidjane, M., Safsaf, B., Laghrour, W. 2014.** Comparative Study between Ovine Artificial Insemination and Free Mating in Ouled Djellal Breed. *APCBEE Procedia* 8, 254-259.
- Alonso, A.J., De Teresa, R., Garcia, M., Gonzalez, J.R., Vallejo, M. 1997.** The effects of age and reproductive status on serum and blood parameters in Merino breed sheep. *J Vet Med A*, 44(1-10), 223-231.
- Alwan, A., Amin, F., Ibrahim, N. 2010.** Blood progesterone and estrogen hormones level during pregnancy and after birth in Iraqi sheep and goat. *Basrah Journal of Veterinary Research*, 9, 153-157.
- Ameur Ameur, A., Boukherrouba, H. 2015.** Effect of various doses of PMSG administrations and on reproductive performance in Ouled Djellal sheep of Algeria *Global Veterinary Summit (Volume 4, issue 6) August 31- September 02, 2015 Orlando-FL, USA DOI : 10.4172/2325-9590.C1.003*
- Andrews A. 1997.** Pregnancy toxemia in the ewe, *In Pract.* 19, 306-312
- Anel, L., Kaabi, M., Abroug, B., Alvarez, M., Anel, E., Boixo, J. C., de la Fuente, L. F., de Paz, P. 2005.** Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology*, 63(4), 1235-1247.
- Annett, R. W., Carson, A. F. 2006.** Effect of plane of nutrition during the first month of pregnancy on conception rate, foetal development and lamb output of mature and adolescent ewes. *Anim. Sci.*, 82: 947-954.
- Anoushepour, A., Mottaghian, P., Sakha M. 2014.** The comparison of some biochemical parameters in hyperketonemic and normal ewes. *Euro J Exp Bio*, 4(3): 83-87.
- Antunović, Z., Senčić, D., Šperanda, M., Liker, B. 2002.** Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters. *Small Rumin Res*, 45, 39-44.
- Antunović, Z., Šperanda, M., Steiner, Z. 2004.** The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. *Arch Anim Breed*, 47, 265-273.
- Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Vegara, M., Pavić, V., Mioč, B., Djidara, M. 2011.** Changes in biochemical and hematological parameters and metabolic hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation. *Arch Anim Breed*, 54, 535-545.

- AOAC (1990).** Official Methods of Analysis, 15th ed, VA: AOAC International, Arlington (USA).
- Arab, H., Haddi, M., Mehennaoui, S. 2009.** Evaluation de la valeur nutritive par la composition chimique des principaux fourrages des zones aride et semi-aride en Algérie. Sciences & Technologie. C, Biotechnologies, 50-58.
- Arbouche, R., Arbouche, H., Arbouche, F., Arbouche, Y. 2013.** Facteurs influençant les paramètres de reproduction des brebis Ouled Djellal. Archivos de zootecnia, 62, 311-314.
- Aref, N.-E.M., Hamdon, H.A. 2012.** Some indices of metabolic profile and oxidative stress in sohagi ewes during transition period. Assiut Veterinary Medical Journal, 58, 1-13.
- Ashmawy, N.A. 2015.** Blood Metabolic Profile and Certain Hormones Concentrations in Egyptian Buffalo During Different Physiological States. Asian J. Anim. Vet. Adv., 10 (6): 271-280.
- Ataman, M.B., Akoz. M., Sarıbay, M.K., Erdem, H. , Bucak, M.N. 2013.** Prevention of embryonic death using different hormonal treatments in ewes. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 37, 6-8.
- Atti, N., Abdennebi, L. 1995.** Etat corporel et performances de la race ovin e Barbarine. In : Caja G. (ed.), Djemali M. (ed.), Gabiña D . (ed.), Nefzaoui A. (ed.). L'Élevage ovin en zones arides et semi-arides. Zaragoza: CIHEAM. (Cahiers Options Méditerranéennes n . 6) p. 75-80
- Atti, N., Thériez, M., Abdennebi, L. 2001.** Relationship between ewe body condition at mating and reproductive performance in the fat-tailed Barbarine breed. Anim Res, 50, 135-144.
- Attia, N.E.S. 2016.** Physiological, hematological and biochemical alterations in heat stressed goats. Benha Vet. Med. J, 31, 56-62.
- Ayad, A., benhanifia, M., Benbarek,H . 2018.** The ability of human electrochemiluminescence immunoassay to measure testosterone and progesterone in plasma ovine. Malaysian Journal of Veterinary Research, 9, 22-30
- Badinga, L., Thatcher, W., Diaz, T., Drost, M., Wolfenson, D. 1994.** Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. Theriogenology, 39, 797–810.
- Balikci, E., Yildiz, A., Gürdoğan, F. 2007.** Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. Small Rumin Res,67, 247-251.
- Balikci, E., Yildiz, A., Gurdogan, F. 2009.** Investigation on some biochemical and clinical parameters for pregnancy toxemia in Akkaraman ewes. J Anim Vet Adv. 8: 1268-1273.
- Banerjee, D., Upadhyay, R. C., Chaudhary, U. B., Kumar, R., Singh, S., Ashutosh, Das, T. K., De, S. 2015.** Seasonal variations in physio-biochemical profiles of Indian goats in the paradigm of hot and cold climate. Biol Rhythm Res, 46(2), 221-236
- Baril, G., Chemineau, P., CogniéY.,Guerin, Y., Leboeuf, B. 1993.** Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Etude FAO, Production et Santé Animale, 83, Italie (Rome), p .264
- Bartlewski, P. M., Beard, A. P., Rawlings, N. C. 1999.** An ultrasonographic study of luteal function in breeds of sheep with different ovulation rates. Theriogenology, 52(1), 115-130.
- Bartlewski, P.M., Baby, T.E., Giffin, J.L. 2011.** Reproductive cycles in sheep. Anim Reprod Sci, 124, 259-268.

- Bashandy, M.M., Mostapha, D.S.M., Rahman G.H.A. 2010.** Some biochemical, cytogenetic and reproductive studies associated with the use of hormones and flushing with lupine grains in sheep. *Glob Vet*, 5(2), 88-96.
- Batavani, R. A., Ansari, M. H., Asri, S. 2006.** Concentrations of serum total protein and protein fractions during diestrus and pregnancy in Makui ewes. *Comp Clin Path*, 15(4), 227-230.
- Bauman, D.E., Currie, W.B. 1980.** Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci*, 63, 1514-1529.
- Baumgartner, W., Pernthaner, A. 1994.** Influence of age, season, and pregnancy upon blood parameters in Austrian Karakul sheep. *Small Rumin Res*, 13(2), 147-151.
- Belkacemi, L., Nelson, D.M., Desai, M., Ross, M.G. 2010.** Maternal undernutrition influences placental-fetal development. *Biology of reproduction*, 83(3), 325-331
- Belkasmı F., Madani T., Semara L., Allouche L., Mouffok C. 2010.** Effet de la synchronisation et de l'insémination artificielle sur la productivité de l'élevage ovin dans la région semi-aride algérienne. *Renc. Rech. Ruminants*, 17, 171.
- Benchohra, M., Amara, K., Hemida, H., Kalbaza, A.Y. , Aggad, H. 2013** Assessing dairy potential and lamb growth performance in Algerian Rembi sheep. *Livestock Research for Rural Development* 25 (12) Art.#218. Consulté le 10 février 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd25/12/benc25218.html>
- Bendiab, N., Dekhili, M. 2012.** Facteurs influençant la croissance des agneaux dans le nord est algérien. *Revue Agriculture*, 4, 3-4.
- Benyoucef, M.T., Madani, T., Abbas, K. 2000.** Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. In : Gabiña D . (ed.). *Analysis and definition of the objectives in genetic improvement programmes in sheep and goats. An economic approach to increase their profitability* . Zaragoza : CIHEAM,. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n . 43) p. 101-109
- Benyounes, A., Lamrani, F., de Sousa, N.M., Sulon, J., Folch, J., Beckers, J.-F., Guellati, M. 2006.** Suivi de la gravidité chez la brebis Ouled Djellal par dosage de la protéine associée à la gestation et de la progestérone. *Rev élev méd vét pays trop*, 59, 65-73.
- Benyounes, A., Fakheth S., Lamrani F. 2013a** Comportement reproductif des brebis Ouled Djellal soumises à deux luttes naturelles par an. *Recherche Agronomique* 26, 7-14.
- Benyounes, A., Rezaiguia, M., Lamrani, F. 2013b.** Effet de la saison d'agnelage sur la mortalité des agneaux chez les races ovines Ouled Djellal et Taâdmit élevées dans le nord est d'Algérie. *Revue Agriculture*, 05, p. 5-9. <http://revue-agro.univ-setif.dz>
- Benyounes, A., Fakheth, S., Lamrani, F. 2015.** Réponse des brebis Ouled Djellal à l'effet mâle après isolement physique simple des béliers. *Nature et Technology. Série B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, 12, 36-43.
- Berkani, A., Mahdi, D., Allaoua, S.A., Benbott, A. 2018.** Changes in Blood Biochemical and Mineral Parameters of Ouled Djellal Ewes under the Semi-Arid Environment of North-Eastern Algeria during Late Pregnancy and Early Post-Partum. *World J Environ Biosci*, 7, 71-76.
- Blache, D., Martin, G. 2009.** Focus feeding to improve reproductive performance in male and female sheep and goats: how it works and strategies for using it, *Options Méditerranéennes, Series A, Mediterranean seminars, Citeseer*, pp. 351-364.

- Blache, D., Bickell, S. L. 2011.** External and internal modulators of sheep reproduction. *Reprod Biol*, 11, 61-77.
- Bocquier, F., Theriez, M., Prache, S., Brelurut, A. 1988.** In: Alimentation des bovins, ovins et caprins (R. Jarrige, ed.) INRA publications. Paris. p. 249-280.
- Bodin, L., Elsen, J. M., Hanocq, E., Francois, D., Lajous, D., Manfredi, E., Mialon, M. M., Boichard, D., Foulley, J. L., Sancristobal-Gaudy, M., Teyssier, J., Thimonier, J., Chemineau, P. 1999.** Genetics of reproduction in ruminants. *INRA Prod Anim*, 12, 2, 87-100.
- Boscós, C.M., Samartzi, F.C., Dellis, S., Rogge, A., Stefanakis, A., Krambovitis, E. 2002.** Use of progestagen-gonadotrophin treatments in estrus synchronization of sheep. *Theriogenology*, 58, 1261-1272.
- Boscós, C., Samartzi, F., Lymberopoulos, A., Stefanakis, A., Belibasaki, S. 2003.** Assessment of progesterone concentration using enzyme immunoassay, for early pregnancy diagnosis in sheep and goats. *Reprod domest anim*, 38, 170-174.
- Boubsil, S., Abdennour, C., Taguig, A. 2017.** Studies on some biochemical markers of Ouled Djellal ewes from semi-arid zone. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 11, 274-283.
- Boudebza, A. 2015.** Etude de l'influence des paramètres sanguins sur les performances de la reproduction chez la brebis. Thèse de Doctorat Es Science. Université Constantine 1. PP 216.
- Boudouma, D. 2007.** Valeur nutritionnelle du son de blé chez le poulet de chair soumis au stress thermique. *Cahiers Agricultures*, 16(6), 465-468.
- Boujenane, I., Chikhi, A. 2006.** Paramètres génétiques et phénotypiques des performances de reproduction des brebis des races Boujaâd et Sardi au Maroc. *Rev élev méd vét pays trop*, 59(1-4), 51-57.
- Boussena, S. 2013** Performances de reproduction chez les ovins Ouled Djellal : Avènement de la puberté et évolution des caractéristiques séminales chez le mâle jusqu'à l'âge de 1 an. Thèse de doctorat en Sciences, université de Constantine. 210 p.
- Boussena, S., Bouaziz, O., Zerougui, S., Derquaoui, L., Tainturier, D. 2013.** Performances de croissance corporelle et testiculaire avant le sevrage chez les agneaux de race Ouled Djellal. *Rev Med Vet*, 164 (4), 191-199.
- Bouzenzana, M. 2015.** Etude des profils biochimique et minéral des brebis de la race Ouled Djellal en fonction des différents stades physiologiques et la taille des portées. Mémoire de Magister en sciences vétérinaires. Université de Batna. 147p.
- Brugere-Picoux, J. 2002.** Maladies métaboliques des ruminants, cours 2002.
- Butler, W., Fullenkamp, S., Cappiello, L., Handwerger, S. 1981.** The relationship between breed and litter size in sheep and maternal serum concentrations of placental lactogen, estradiol and progesterone. *J Anim Sci*, 53, 1077-1081.
- Cal, L., Borteiro, C., Benech, A., Rodas, E. Abreu, M.N., Cruz, J.C., González Montaña, J. R. 2009.** Histological changes of the liver and metabolic correlates in ewes with pregnancy toxemia. *Arq. Bras Med Vet Zootec*; 61 (2), 306-312.
- Calavas, D., Sulpice, P., Lepetitcolin, E., Bugnard, F. 1998.** Appréciation de la fidélité de la pratique d'une méthode de notation de l'état corporel des brebis dans un cadre professionnel. *Veterinary Research* 29(2), 129-138.

- Caldeira, R., Belo, A., Santos, C., Vazques, M., Portugal, A. 2007a.** The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rumin Res*, 68, 233-241.
- Caldeira, R., Belo, A., Santos, C., Vazques, M., Portugal, A. 2007b.** The effect of long-term feed restriction and over-nutrition on body condition score, blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rumin Res*, 68, 242-255.
- Cal-Pereyra, L., Acosta-Dibarrat, J., Benech, A., Silva, S.d., Martin, A., González-Montaña, J. 2012.** Ewe pregnancy toxemia. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3, 247-264.
- Castillo, C., Hernandez, J., Lopez-Alonso, M., Miranda, M., Benedito, J.L. 1999.** Effect of physiological stage and nutritional management on some serum metabolite concentrations in Assaf ovine breed. *Arch Anim Breed*, 42, 377-386.
- Catunda, A.G.V., Lima, I.C.S., Bandeira, G.C., Gadelha, C.R.F., Pereira, E.S., Salmito-Vanderley, C.S.B., Araujo, A.A., Martins, G.A., Campos, A.C.N. 2013.** Blood leptin, insulin and glucose concentrations in hair sheep raised in a tropical climate. *Small Rumin Res*, 114(2-3), 272-279.
- Chachoua, I. 2015.** L'urée dans l'alimentation des ovins : conséquences sur la gestation, la parturition et le croît. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de Batna, 132p
- Chanvallon, A, Sagot, L, Pottier, E, Debus, N, François, D, Fassier, T Scaramuzzi, R. J., Fabre-Nys C. 2011.** New insights into the influence of breed and time of the year on the response of ewes to the 'ram effect'. *Animal*, 5: 1594–1604.
- Chellig, R. 1992.** Les races ovines algériennes. Office de publications universitaires, (ed.) OPU Ben aknoun Alger, Algerie, 80p.
- Chemineau, P., Vandaele, E., Brice, G. , Jardon C. 1991.** Utilisation des implants de melatonine pour l'amélioration des performances de reproduction chez la brebis. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, 167(3-4), 227–239.
- Chemineau, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J. 1992.** Control of sheep and goats reproduction: use of light and melatonin. *Anim Reprod Sci.*, 30, 157–184.
- Chemineau, P., Berthelot, X., Malpaux, B., Guérin, Y., Guillaume, D., Pelletier, J. 1993.** La maîtrise de la reproduction par la photopériode et la mélatonine chez les mammifères d'élevage. *Cahiers Agricultures*, 2(2), 81-92.
- Chemineau, P., Malpaux, B., Pelletier, J., Leboeuf, B., Delgadillo, J.A., Deletang, F., Pobel, T., Brice, G. 1996.** Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *INRA Prod. Anim.* 9, 45–60.
- Chemineau, P., Malpaux, B., Brillard, J. P., Fostier, A. 2010.** Traitements photopériodiques et reproduction chez les animaux d'élevage. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 163 (1), 19-26.
- Chemmam, M., Guellati, M.A., Bairi, A., Ouali, K. 2003.** Variations annuelles du poids vif et de la notation corporelle de brebis Ouled Djellel au cours des principales phases physiologiques. *Journal Algérien des Régions Arides*. 2, 73-75.
- Chemmam, M., Moujahed, N., Ouzrout, R. , Kayouli, C. 2009.** Variations des performances chez la brebis "Ouled Djellel" sur pâturage dans le Sud-est de l'Algérie: Effets de la saison

- et de la complémentation. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 21, Article #84. Consulté le 2 Octobre 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd21/6/chem21084.htm>.
- Chemmam M., Meftah N., Boudechiche M. L. 2014.** Effets de l'avancement de la saison sexuelle sur les performances de reproduction et le poids des agneaux Ouled Djellal au sevrage dans le nord-est de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. 26, Art #142. Consulté le 2 Octobre, 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd26/8/mabr26142.htm>
- Chibani, C. 2013.** Eléments princeps de la valeur alimentaire des fourrages algériens pour le ruminant. Thèse de Doctorat en Sciences école nationale supérieure agronomique d'El-Harrach (Alger). 176p
- Chikhi A., Boujenane I. 2004.** Paramètres génétiques des performances de croissance des agneaux de race Boujaâd. *Renc Rech Ruminants*, 11, 408.
- Chilliard, Y. 1987.** Revue bibliographique: Variations quantitatives et métabolisme des lipides dans les tissus adipeux et le foie au cours du cycle gestation-lactation 2e partie: chez la brebis et la vache. *Reprod Nutr Dev*, 27, 327-396.
- Chilliard, Y. 1999.** Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. In: Martinet J, Houdebine LM, Head HH, editors. *Biology of lactation*. France, Paris: Inserm/INRA; p. 503–552.
- Chniter, M., Hammadi, M., Khorchani, T., Ben Sassi, M., Harab, H., Krit, R., Ben Hamouda, M. 2011.** Performances de croissance et de mortalité des agneaux D'man élevés dans la ferme de l'OEP à Chenchou. *Mutations des Systèmes D'élevage Ovins et Perspectives de Leur Durabilité*, Zaragoza : CIHEAM / IRESA / OEP. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n . 97) p. 1 61 -1 63.
- Cleal, J.K., Poore, K.R., Newman, J.P., Noakes, D.E., Hanson, M.A., Green, L.R. 2007.** The effect of maternal undernutrition in early gestation on gestation length and fetal and postnatal growth in sheep. *Pediatric Research* 62, 422.
- Contreras-Solis, I., Vasquez, B.; Diaz, T.; Letelier, C.; Lopez-Sebastian, A., Gonzalez-Bulnes, A. 2009.** Efficiency of estrous synchronization in tropical sheep by combining short-interval cloprostenol-based protocols and "male effect". *Theriogenology*, 71(6), 1018-1025.
- Courot, M., Volland-Nail, P. 1991.** Conduite de la reproduction des mammifères domestiques: présent et futur. *INRA Prod Anim*, 4(1), 21-29
- Da Silva, R. G., da Costa, M. J. P., Sobrinho, A. G. S. 1992.** Influence of hot environments on some blood variables of sheep. *Int J Biometeorol*, 36(4), 223-225.
- Dardente, H., Lomet, D., Robert, V., Decourt, C., Beltramo, M., Pellicer-Rubio, M. T. 2016.** Seasonal breeding in mammals: from basic science to applications and back. *Theriogenology*, 86(1), 324-332.
- Davies, K. L., Bartlewski, P. M., Pierson, R. A., Rawlings, N. C. 2006.** Computer assisted image analyses of corpora lutea in relation to peripheral concentrations of progesterone: a comparison between breeds of sheep with different ovulation rates. *Anim Reprod Sci*, 96(1-2), 165-175.
- De, K., Kumar, D., Balaganur, K., Gulyani, R., Naqvi, S. M. K. 2016.** Effect of breeding season on fertility of sheep following estrus synchronization and fixed-time artificial insemination under field conditions in semi-arid tropical region. *Biol Rhythm Res*, 47(5), 787-795.

- De Rensis, F., Scaramuzzi, R.J. 2003.** Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. *Theriogenology*, 60, 1139-1151.
- Deghnouche K. 2011.** Etude de certains paramètres zootechniques et du métabolisme énergétique de la brebis dans les régions arides (Biskra). Thèse de Doctorat ES science. Université de Batna. p271.
- Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T., Touabti, A. 2011.** Influence du stade physiologique sur divers paramètres biochimiques sanguins chez la brebis Ouled Djellal des zones arides du sud-est algérien. *Rev Méd Vét*, 162 (1): 3-7.
- Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T., Touabti, A. 2013a.** Influence of physiological stage and parity on energy, nitrogen and mineral metabolism parameters in the Ouled Djellal sheep in the Algerian southeast arid area. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (18): 1920-1924.
- Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T. 2013b.** Variations de l'activité enzymatique et du métabolisme minéral chez la brebis Ouled Djellal des zones steppiques de l'Algérie en fonction de la saison et du stade reproductif. *Livestock Research for Rural Development* 25 (9), Art #152. Consulté le 5 octobre 2017, <http://www.lrrd.org/lrrd25/9/degh25152.htm>.
- Deghnouche, K., Aissaoui, M., Meziane, T., Tlidjane, M. 2017.** Performances de reproduction des brebis Ouled Djellal dans une zone aride de l'Algérie. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, CSIEA* (29), 2815-2819
- Dekhili, M. 2002.** Performances reproductives des brebis de race Ouled Djellal nées simples et doubles. *Renc. Rech. Ruminants*, 9 : 155.
- Dekhili, M. 2004.** Étude de la productivité d'un troupeau de brebis de race Ouled Djellal. *Renc. Rech. Ruminants* 11, 151.
- Dekhili, M., Mahane, S. 2004.** Facteurs de l'accroissement en poids des agneaux (Ouled-Djellal) de la naissance au sevrage. *Renc. Rech. Ruminants*, 11, 235.
- Dekhili, M., Benkhelif, R. 2005.** Bilan portant sur les performances reproductives d'un troupeau de brebis Ouled Djellal. *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 162.
- Dekhili, M., Aggoun, A. 2006.** Productivité pondérale des brebis Ouled Djellal dans la zone Tellienne (nord) de l'Algérie. *Renc. Rech. Ruminants*, 13, 391.
- Dekhili, M., Aggoun, A. 2007.** Performances reproductives des brebis de race Ouled Djellal, dans deux milieux contrastés. *Arch. Zootech.*, 56 (216), 963-966.
- Dias, I.R., Viegas, C.A., Silva, A., Pereira, H., Sousa, C., Carvalho, P., Cabrita, A., Fontes, P.J., Silva, S., Azevedo, J.M.T.d. 2010.** Haematological and biochemical parameters in Churra-da-Terra-Quente ewes from the northeast of Portugal. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 62, 265-272.
- Dikmen, S., Turkmen, I.I., Ustuner, H., Alpay, F., Balci, F., Petek, M. , Ogan M. 2007.** Effect of weaning system on lamb growth and commercial milk production of Awassi dairy sheep. *Czech J Anim Sci*, 52(3),70-76.
- Dimauro, C., Bonelli, P., Nicolussi, P., Rassu, S.P., Cappio-Borlino, A., Pulina, G. 2008.** Estimating clinical chemistry reference values based on an existing data set of unselected animals. *The Veterinary Journal*. 178: 278-281.
- Dixon, A. B., Knights, M., Winkler, J. L., Marsh, D. J., Pate, J. L., Wilson, M. E., Dailey, RA, Seidel, G, Inskip, E. K. 2007.** Patterns of late embryonic and fetal mortality and association with several factors in sheep. *J Anim Sci*, 85(5), 1274-1284.

- Djaalab, I. 2011.** Statut minéral des brebis reproductrice en relation avec leurs rations alimentaires. Mémoire de Magistère en sciences vétérinaires. Université de Batna. p 100.
- Djaalab, I. 2017.** Influence de l'alimentation sur la reproduction des petits ruminants. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de Constantine. 275p.
- Djellal, F., Kadi, S.A., Mouhous, A., Berchiche, M. 2016.** Effet de la saison de naissance et du sexe sur la croissance avant sevrage des agneaux de la race Ouled Djellal (Algérie) . In: Napoléon e M. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Boutonn et J.P. (ed.), López-Fran cos A. (ed.), Gabiña D . (ed.). The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems. Zaragoza : CIHEAM, 2 01 6. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n . 115). p. 441 - 445
- Drouilhet, L., Mansanet, C., Sarry, J., Tabet, K., Bardou, P., Woloszyn, F., Lluch J, Harichaux G, Vigiú C, Monniaux D, Bodin L, Mulsant P, Fabre, S. 2013.** The highly prolific phenotype of Lacaune sheep is associated with an ectopic expression of the B4GALNT2 gene within the ovary. PLoS Genetics, 9, e1003809.
- Dubreuil, P., Arsenault, J., Belanger, D. 2005.** Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. Vet. Rec. 14, 636-638.
- Duehlmeier, R., Fluegge, I., Schwert, B., Ganter, M. 2013.** Insulin Sensitivity during Late Gestation in Ewes Affected by Pregnancy Toxemia and in Ewes with High and Low Susceptibility to this Disorder. J Vet Intern Med. 27, 359-366.
- Durak, M.H., Altiner, A. 2006.** Effect of energy deficiency during late pregnancy in Chios ewes on free fatty acids, β -hydroxybutyrate and urea metabolites. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 30, 497-502.
- Dursun, Ş. 2019.** Effect of different short term synchronization protocols on estrus and fertility in non-pregnant ewes during the breeding season. J Hell Vet Med Soc, 70(2), 1461-1466.
- Dwyer, C.M., Dingwall, W.S., Lawrence, A.B., 1999.** Physiological correlates of maternal-offspring behaviour in sheep: a factor analysis. Physiol behav, 67, 443-454.
- Edwards, L.J., Mcfarlane, J.R., Kaute,r K.G., Mc Millen, I.C. 2005.** Impact of periconceptional nutrition on maternal and fetal leptin and fetal adiposity in singleton and twin pregnancies. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 288(1), 39-45.
- El-Darawany, A.H.A., Marai, I.F.M., Elwan, K.M., El-Tarabany, A.A.S., 2005.** Mucus and hormonal traits in three gestation patterns (pre-, full-and post-term) of Egyptian Nubian (Zaraibi) crossbred doe goats. Anim Sci J ,76, 541-547.
- El Fadili, M., Lakhsassi, K. 2016.** Evaluation de l'état corporel des brebis de races locales marocaines, en utilisant les techniques ultrasons et note d'état corporel, durant un cycle de production. Renc. Rech. Ruminants, 23
- El-Far, A. H., Mahfouz, M.K., Abdel maksoud, H. A. 2010.** Biochemical changes in glutathione redox system and glucose regulation in late pregnant Ossimi ewes. Journal of American Science. 6(11), 742-748.
- El-Sherif, M.M.A., Assad, F. 2001.** Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. Small Rumin Res. 40 (3), 269-277.
- El-Tarabany, A., 2012.** Physiological Changes in Ewes Conceived Single or Twins Fetuses Related with Survivability of Lambs. Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications, 45, 223-235.

- El-Zarkouny, S., El-Din, A.N., Ghobashy, H., Abdel-Gawad, E., 2008.** Accuracy of early pregnancy diagnosis and detection of twins using real-time ultrasonography compared to progesterone concentration in barki goats. *Egyptian J. Anim. Prod* ,45, 131-138.
- Emesih, G.C., Newton, G.R., Weise, D.W., 1995.** Effects of heat stress and oxytocin on plasma concentrations of progesterone and 13,14-dihydro-15-ketoprostaglandin F_{2α} in goats. *Small Rumin Res*, 16, 133-139.
- Evans, A.C., Duffy, P., Crosby, T.F., Hawken, P.A., Boland, M.P., Beard, A.P. 2004.** Effect of ram exposure at the end of progestagen treatment on estrus synchronisation and fertility during the breeding season in ewes. *Anim Reprod Sci*, 84:349–58.
- Fabre-Nys, C., Kendrick, K. M., Scaramuzzi, R. J. 2015.** The “ram effect”: new insights into neural modulation of the gonadotropic axis by male odors and socio-sexual interactions. *Frontiers in neuroscience*, 9, 111. doi: 10.3389/fnins.2015.00111.
- Farghaly, H., El-Sayed, A., Nada, T. 2011.** Effect of breed of female local sheep on blood biochemical and sexual hormonal levels during mating, pregnancy and lactation. *J Rad Res Appl Sci* 4, 1317-1332.
- Farzin, N., Seraj, A., Moazzei, N. 2018.** The effect of ewe body condition score at mating on lamb body weights and litter size in purebred and crossbred Zel sheep. *Veterinary Researches and Biological Products* 121, 18-25
- Field, M.E., Anthony, R.V., Engle, T.E., Archibeque, S.L., Keisler, D.H., Han, H. 2015.** Duration of maternal undernutrition differentially alters fetal growth and hormone concentrations. *Dom Anim Endocrinol*, 51, 1-7.
- Fierro, S., Olivera-Muzante, J., Gil, J., Viñoles, C. 2011.** Effects of prostaglandin administration on follicular dynamics, conception, prolificacy and fecundity in sheep. *Theriogenology* 76, 630–639.
- Fierro, S., Gil, J., Viñoles, C., Olivera-Muzante, J. 2013.** The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: a review. *Theriogenology* 79, 399–408.
- Fierro, S., Vinales, C., & Olivera-Muzante, J. 2016.** Concentrations of steroid hormones, estrous, ovarian and reproductive responses in sheep estrous synchronized with different prostaglandin-based protocols. *Anim Reprod Sci*, 167, 74-82.
- Fierro, S., Viñoles, C., Olivera-Muzante, J. 2017.** Long term prostaglandin based-protocols improve the reproductive performance after timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*, 90, 109-113.
- Firat, A., Özpınar, A. 2002.** Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakız. Changes in plasma glucose, β-hydroxybutyrate and cortisol levels. *Ann. Nutr. Metab.* 46, 57-61.
- Forcada, F., Abecia, J.A. 2006.** The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reprod. Nutr. Dev.* 46(4) ,355-365.
- Ford, S.P., Hess, B.W., Schwope, M.M., Nijland, M.J., Gilbert, J.S., Vonnahme, K.A., Means, WJ., Han, H., Nathanielsz, P.W. 2007.** Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. *J Anim Sci*, 85(5), 1285-1294.
- Ford, S.P., Zhang, L., Zhu, M., Miller, M.M., Smith, D.T., Hess, B.W., Moss, G.E., Nathanielsz, P.W., Nijland, M.J. 2009.** Maternal obesity accelerates fetal pancreatic β-cell

- but not a-cell development in sheep : prenatal consequences. *American Journal of Physiology : Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 297(3), 835–843.
- Freitas-de-Melo, A., Ungerfeld, R., Orihuela, A., Hötzel, M. J., Pérez-Clariget, R. 2018.** Restricción alimenticia durante la gestación y vínculo madre-cría en ovinos: una revisión. *Veterinaria (Montevideo)*, 54(210), 27-36.
- Fukui, Y., Kohno, H., Okabe, K., Katsuki, S., Yoshizawa, M., Togari, T., Watanabe, H. 2010.** Factors affecting the fertility of ewes after intrauterine insemination with frozen-thawed semen during the non-breeding season. *J Reprod and Develop*, 56, 4, 460-466.
- Galloway, S. M., McNatty, K. P., Cambridge, L. M., Laitinen, M. P., Juengel, J. L., Jokiranta, T. S., McLaren, R J., Luuro, K, Dodds, K G., Montgomery, G W., Beattie, A.E., Davis, G. H., Ritvos, O. 2000.** Mutations in an oocyte derived growth factor gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage sensitive manner. *Nature Genetics*, 25, 279–283.
- Gamit, K.C., Rao, T., Patel, N.B., Kumar, N., S. Chaudhary, S., H. Solanki, T., D. Manat, T. 2019.** Blood biochemical and hormonal profiles vis-a-vis production performance of single and twin kid bearing Surti goats (*Capra hircus*). *Indian J Anim Res*, 53 (2), 270-274
- Ganaie, B., Khan, M., Islam, R., Makhdoomi, D., Qureshi, S., Wani, G. 2009.** Evaluation of different techniques for pregnancy diagnosis in sheep. *Small Rumin Res*, 85, 135-141.
- Gao, F., Hou, X.Z., Liu, Y.C., Wu, S.Q., Ao, C.J. 2008.** Effect of Maternal Under-nutrition during Late Pregnancy on Lamb Birth Weight. *Asian-Australas J Anim Sci*, 21, 371-375.
- Gaskins, C.T., Snowden, G.D., Westman, M.K., Evans, M. 2005.** Influence of body weight, age and weight gain on fertility and prolificacy in four breeds of ewe lambs. *J Anim Sci*, 83, 1680–1689.
- Geisert, R. D., Thatcher, W. W., Michael Roberts, R., Bazer, F. W. 1982.** Establishment of pregnancy in the pig: III. Endometrial secretory response to estradiol valerate administered on day 11 of the estrous cycle. *Biol Reprod*, 27(4), 957-965
- Gonzalez-Bulnes, A., Veiga-Lopez, A., Garcia, P., Garcia-Garcia, R.M., Ariznavarreta, C., Sanchez, M.A., Tresguerres, J.A.F., Cocero, M.J., Flores, J.M., 2005.** Effects of progestagens and prostaglandin analogues on ovarian function and embryo viability in sheep. *Theriogenology* , 63 (9), 2523–2534.
- González-García, E., Tesniere, A., Camous, S., Bocquier, F., Barillet, F., Hassoun, P. 2015.** The effects of parity, litter size, physiological state, and milking frequency on the metabolic profile of Lacaune dairy ewes. *Dom Anim Endocrinol*, 50: 32-44.
- Goodman, R.L. , Inskeep, K.E. 2006** Neuroendocrine Control of the Ovarian Cycle of the Sheep in Neill JD, editor. *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction Vol 2 3rd ed.* Elsevier Amsterdam. p2389–2447.
- Goodman, R.L., Inskeep, K.E. 2015.** Neuroendocrine Control of the Ovarian Cycle of the Sheep in Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction Vol 2 4th ed* Elsevier P 1259-1305.
- Gootwine, E., Spencer, T.E., Bazer, F.W. 2007.** Litter-size-dependent intrauterine growth restriction in sheep. *Animal*, 1(4), 547-564.
- Gray, C.A., Bartol, F.F., Tarleton, B.J., Wiley, A.A., Johnson, G.A., Bazer, F.W., Spencer, T.E., 2001.** Developmental biology of uterine glands. *Biol reprod*, 65, 1311-1323.

- Grazul-Bilska, A.T., Johnson, M.L., Borowicz, P.P., Baranko, L., Redmer, D.A., Reynolds, L.P. 2013.** Placental development during early pregnancy in sheep: Effects of embryo origin on fetal and placental growth and global methylation. *Theriogenology*, 79(1): 94-102.
- Green, D., Brink, D., Bauer, M. 1994.** Characterization of feed intake and estradiol-17 β during gestation and lactation in twin-bearing ewes. *Small Rumin Res* 13, 153-158.
- Green, A., Macko, A.R., Rozance, P.J., Yates, D.T., Xiaochuan, C., William, W. H., Limesand, S.W. 2011.** Characterization of glucose-insulin responsiveness and impact of fetal number and gender on insulin response in the sheep fetus. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 300(5), E817-E823.
- Greenfield, R.B., Cecava, M.J., Johnson, T.R., Donkin, S.S. 2000.** Impact of dietary protein amount and rumen undegradability on intake, peripartum liver triglyceride, plasma metabolites, and milk production in transition dairy cattle. *J Dairy Sci*, 83(4), 703-710.
- Grummer, R. R. 1993.** Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci*, 76(12), 3882-3896.
- Gupta, A.K., Savopoulos, C.G., Ahuja, J., Hatzitolios, A.I. 2011.** Role of phytosterols in lipid-lowering: current perspectives. *QJM: An International Journal of Medicine*, 104(4), 301-308.
- Gür, S., Türk, G., Demirci, E., Yüce, A., Sönmez, M., Özer, Ş., Aksu, E. 2011.** Effect of pregnancy and foetal number on diameter of corpus luteum, maternal progesterone concentration and oxidant/antioxidant balance in ewes. *Reprod domest anim*, 46, 289-295.
- Gürgöze, S.Y., Zonturlu, A.K., Özyurtlu, N., Icen, H. 2009.** Investigation of some biochemical parameters and mineral substance during pregnancy and postpartum period in Awassi ewes. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15, 957-963.
- Gururaj, P.M., Veena, T., Narayana Swamy, M., Jayashankar, M.R., Ramesh, P.T., Shridhar, N.B. 2014.** Studies on Certain Serum Metabolites in non Pregnant and Pregnant Bannur Ewes. *Theriogenology Insight*, 4(1): 1-7.
- Gwazdauskas, F., Thatcher, W., Kiddy, C., Paape, M., Wilcox, C. 1981.** Hormonal patterns during heat stress following PGF 2α -tham salt induced luteal regression in heifers. *Theriogenology*, 16, 271-285.
- Haffaf, S. 2011.** Étude des profils biochimique et minéral peripartum des brebis de la race Ouled Djellal. Mémoire de magistère en sciences vétérinaires. l'Université de Batna. 86p.
- Haffaf, S. 2017 .** Etude des variations de la composition biochimique et minérale des liquides fœtaux et du plasma maternel durant les différents stades de gestation chez la brebis. Thèse de Doctorat ES sciences. Université de Batna 1. 289 p.
- Hamadeh, M.E., Bostedt, H.; Failing, K. 1996.** Concentration of metabolic parameters in the blood of heavily pregnant and non pregnant ewes. *Berliner Munchener Trierarztlichewochenschrift*. 109: 81-86.
- Hamadeh, S.K., Rawda, N., Jaber, L.S., Habre, A., Abi Said, M., Barbour, E.K. 2006.** Physiological responses to water restriction in dry and lactating Awassi ewes. *Livest Sci*, 101, 101-109.
- Hamon, M., Heap, R. 1990.** Progesterone and oestrogen concentrations in plasma of Barbary sheep (aoudad, *Ammotragus lervia*) compared with those of domestic sheep and goats during pregnancy. *Reproduction* 90, 207-211.

- Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Albanell, E., Such, X., Caja, G. 2013.** Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *J. Dairy Sci.*, 96, 6355-6365.
- Hanrahan, J.P., Gregan, S.M., Mulsant, P., Mullen, M., Davis, G.H., Powell, R., Galloway, S.M. 2004.** Mutations in the genes for oocyte derived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and Belclare sheep (*Ovis aries*). *Biol Reprod*, 70, 900–909.
- Harkat, S., Lafri, M. 2007.** Effet des traitements hormonaux sur les paramètres de reproduction chez des brebis «Ouled-Djellal». *Courrier du savoir*, 8, 125-132.
- Harmeyer, J., Schlumbohm, C. 2006.** Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. *Res Vet Sci*, 81: 254-264.
- Hashemi, M., Safdarian, M., Kafi, M. 2006.** Estrous response to synchronization of estrus using different progesterone treatments outside the natural breeding season in ewes. *Small Rumin Res*, 65(3), 279-283.
- Hassoun P., Bocquier F. 2007.** Alimentation des ovins dans Alimentation des bovins, ovins. INRA édition QUAE 307p.
- Hawken, P.A.R., Beard, A.P., O’Meara, C.M., Duffy, K.M., Quinn, K.M., Crosby, T.F., Boland, M.P., Evans, A.C.O. 2005.** The effects of ram exposure during progestagen oestrus synchronisation and time of ram introduction post progestagen withdrawal on fertility in ewes. *Theriogenology*, 63, 860-871.
- Hawken, P.A.R., Beard, A.P, Esmaili, T., Kadokawa, H., Evans, A.C.O., Blache, B, Martin, G.B. 2007.** The introduction of rams induces an increase in pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. *Theriogenology*, 68, 56-66
- Hawken, P. A. R., Martin, G. B. 2012.** Sociosexual stimuli and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone secretion in sheep and goats. *Domest anim endocrinol*, 43(2), 85-94.
- Helal, A., Hashem, A.L.S., Abdel-Fattah, M.S., El-Shaer, H.M. 2010.** Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. *Am-Eurasian J Agric Environ Sci.*, 7, 60-69.
- Henderson, D.C., Robinson, J.J. 2007.** The Reproductive Cycle and its Manipulation. In : *Diseases of Sheep. Fourth Edition. I.D Aitken.* pp. 43-53.
- Herdt, T.H. 2000.** Ruminant adaptation to negative energy balance. *Vet Clin N Am-Food A.*, 16, 215-230.
- Hoffman, M.L., Rokosa, M.A., Zinn, S.A., Hoagland, T.A., Govoni, K.E. 2014.** Poor maternal nutrition during gestation in sheep reduces circulating concentrations of insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor binding protein-3 in offspring. *Domest Anim Endocrinol*, 49, 39-48.
- Hoffman, F., Boretto, E., Vitale, S., Gonzalez, V., Vidal, G., Pardo, M. F., Flores, MF, Garcia, F, Bagnis, G, Queiroz, O.C.M., Rabaglino, M. B. 2018.** Maternal nutritional restriction during late gestation impairs development of the reproductive organs in both male and female lambs. *Theriogenology*, 108, 331-338.
- Horoz, H , Kaşıkçı, G . Ak, K., Alkan, S., Sonmez, C. 2003.**Controlling the Breeding Season Using Melatonin and Progestagen in Kıvrıkcık Ewes. *Turk J Vet Anim Sci*, 27(2), 301-305.

- Husted, S.M., Nielsen, M.O., Blache, D., Ingvarsten, K.L. 2008.** Glucose homeostasis and metabolic adaptation in the pregnant and lactating sheep are affected by the level of nutrition previously provided during her late fetal life. *Domest anim endocrinol*, 34, 419-431.
- Ibrahim, M., Jalel, A., Gley, K. 2013.** Influence of Nutritional Supplementation “Flushing” on Reproduction Performances of Barbarine Sheep. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 2(4), 123-131
- Idamokoro, E. M., Masika P. J. and Muchenje V. 2017.** Peri- and post-parturient consequences of maternal undernutrition of free ranging does: A review. *Livestock Research and Rural Development*, Volume 29, Article #202. Consulté le 8 Octobre, 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd29/10/mond29202.html>
- Iriadam, M. 2007.** Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does. *Small Rumin Res*, 73, 54-57.
- Ismaeel, M., Awad, A., Dhahir, N. 2018.** Assessment of alterations in some blood biochemical and mineral contents concentration before and during pregnancy period in Iraqi ewes of Salah-edin province. *Iraqi J Vet. Med.* 32, 161-165.
- Jainudeen, M., Hafez, E. 2000.** Gestation, prenatal physiology, and parturition, in *Reproduction in farm animals*, (B. Hafez and E. S. E. Hafez, Eds.), Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. pp. 140-155.
- Jalilian, M.T., Moeini, M.M. 2013.** The effect of body condition score and body weight of Sanjabi ewes on immune system, productive and reproductive performance. *Acta agriculturae Slovenica* 102(2), 99 -106.
- Jaquiere, A.L., Oliver, M.H., Rumball, C.W., Bloomfield, F.H., Harding, J.E. 2009.** Undernutrition before mating in ewes impairs the development of insulin resistance during pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*, 114(4), 869-876.
- Jaquiere, A. L., Oliver, M. H., Bloomfield, F. H., Harding, J. E. 2011.** Periconceptual events perturb postnatal growth regulation in sheep. *Pediatric Research*, 70(3), 261.
- Jarrige R. Ed. 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, 476p.
- Jodan, W.M., Al-Hamedawi, T.M. 2017.** Gestational variations in the metabolites of the fetal amniotic fluid and maternal blood serum in Iraqi ewes at different stages of pregnancy. *Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences*, 8(1), 45-49.
- Johnson, S.K., Sailey, R.A., Inskeep, E.K., Lewis, P.E. 1996.** Effect of peripheral concentrations of progesterone on follicular growth and fertility in ewes. *Domest Anim Endocrin* 13, 69-79.
- Kadzere, C., Llewelyn, C., Chivandi, E. 1997.** Plasma progesterone, calcium, magnesium and zinc concentrations from oestrus synchronization to weaning in indigenous goats in Zimbabwe. *Small Rumin Res*, 24, 21-26.
- Kalkan, C., Çetin, H., Kaygusuzoglu, E., Yilmaz, B., Çiftçi, M., Yildiz, H., Yildiz, A., Deveci, H., Apaydin, A., Ocal, H. 1996.** An investigation on plasma progesterone levels during pregnancy and at parturition in the Ivesi sheep. *Acta Veterinaria Hungarica* 44, 335-340.
- Kandiel, M.M., Watanabe, G., Sosa, G.A., El-Roos, M.E.A., Abdel-Ghaffar, A.E., Li, J.Y., Manabe, N., Abd, E.S., Taya, K. 2010.** Profiles of circulating steroid hormones, gonadotropins, immunoreactive inhibin and prolactin during pregnancy in goats and

- immunolocalization of inhibin subunits, steroidogenic enzymes and prolactin in the corpus luteum and placenta. *J Reprod a Develop*, 56, 243-250.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Brus, M.L. 2008.** *Clinical biochemistry in domestic animals*. 6th Ed. Elsevier Inc., 904p.
- Karapehlivan, M., Atakisi, E., Atakisi, O., Yucayurt, R., Pancarci, S.M. 2007.** Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small Rumin res*, 73 (1-3), 267-271.
- Karen, A., Beckers, J.-F., Sulon, J., De Sousa, N.M., Szabados, K., Reczigel, J., Szenci, O. 2003.** Early pregnancy diagnosis in sheep by progesterone and pregnancy-associated glycoprotein tests. *Theriogenology*, 59, 1941-1948.
- Karen, A., El Amiri, B., Beckers, J.-F., Sulon, J., Taverne, M.A., Szenci, O. 2006.** Comparison of accuracy of transabdominal ultrasonography, progesterone and pregnancy-associated glycoproteins tests for discrimination between single and multiple pregnancy in sheep. *Theriogenology*, 66, 314-322.
- Kaskous, S., Gruen, E., Mansour, M., Saloum, A. 2001.** The Level of Progesterone in The Plasma of Yearling Awassi Ewes During Pregnancy and Lactation. *Damascus university journal for the agricultural sciences*, 17 (1), 98-114..
- Kaskous, S., Grün, E., Gottschalk, J., Hippel, T. 2003.** The behavior of lactogenic and steroid hormones in the blood of Awassi ewes in Syria during lactation. *Berliner und Munchener tierärztliche Wochenschrift*, 116, 117-123.
- Kenyon, P., Blair, H., Jenkinson, C., Morris, S., Mackenzie, D., Peterson, S., Firth, E., Johnston, P. 2009.** The effect of ewe size and nutritional regimen beginning in early pregnancy on ewe and lamb performance to weaning. *New Zeal J Agr Res*, 52, 203-212.
- Kenyon, P. R., Blair, H. T. 2014.** Foetal programming in sheep—effects on production. *Small Rumin Res*, 118(1-3), 16-30.
- Kenyon, P., Maloney, S., Blache, D. 2014.** Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zeal J Agr Res*, 57, 38-64.
- Khan, J., Ludri, R. 2002.** Hormonal profiles during periparturient period in single and twin fetus bearing goats. *Asian-Australas J Anim Sci*, 15, 346-351.
- Khan, M.S., Ahmad, S., Khan, M.S., Zeb, M.T. 2014.** Hormonal profile of Kari ewes with variable gestation length. *Pak Vet J*, 34, 548-550.
- Khanal, P., Nielsen, M.O. 2017.** Impacts of prenatal nutrition on animal production and performance : a focus on growth and metabolic and endocrine function in sheep. *J Anim Sci Biotechno*, 8(1), [75]. 10.1186/s40104-017-0205-1
- Khatun, A., Wani, G., Bhat, J., Choudhury, A., Khan, M. 2011.** Biochemical indices in sheep during different stages of pregnancy. *Asian J Anim Vet Adv*, 6(2), 175-181.
- Khnessi, S., Lassoued, N., Ben Salem, H., Rekik, M. 2013.** Blood parameters and feed intake in pregnant and lactating Barbarine ewes subjected to water deprivation. *Options Méditerranéennes*. 107:289-292.
- Kiran, S., Bhutta, A. M., Khan, B. A., Durrani, S., Ali, M., Iqbal, F. 2012.** Effect of age and gender on some blood biochemical parameters of apparently healthy small ruminants from Southern Punjab in Pakistan. *Asian Pac J Trop Biomed*, 2(4), 304-306.

- Kocakaya, A., Özbeyaz, C. 2019.** The Effects of Progesterone and Estrogen Hormone Levels on Some Reproductive Characteristics of The Akkaraman Sheep. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22, 424-430.
- Kochewad, S.A., Traghanandan, K.R., Rao, K., Reddy, K.K., Kumari, N., Ramana, D.B.V., Singh, S.P. 2018.** Reproductive performance and body condition score of Deccani sheep during various physiological stages in different farming systems. Indian J Anim Sci, 88(12), 1379-1382.
- Koritiaki, N. A., Ribeiro, E.L.D.A., Mizubuti, I. Y., Silva, L.D.D.F.D., Barbosa, M.A.A.D.F., Bumbieris Junior, V.H., Boscaro de Castro, F.A., Constantino, C. 2013.** Influence of environmental factors on ponderal performance and morphometric characteristics of lambs of different genetic groups from birth to weaning. Revista Brasileira de Zootecnia, 42(7), 463-470.
- Krajničáková, M., Kováč, G., Kostecký, M., Valocký, I., Maraček, I., Šutiaková, I., Lenhardt, E. 2003.** Selected clinico-biochemical parameters in the puerperal period of goats. Bull. Vet. Inst. Pulawy, 47, 177-182.
- Kridli, R.T., Abdullah, A.Y., Husein, M.Q. 2009.** The effect of breed type and lactation status on reproductive performance in. S Afr J Anim Sci, 39(suppl 1), 15-18.
- Kulcsár, M., Dankó, G., Magdy, H., Reiczigel, J., Forgach, T., Proháczik, A., Delavaud, C., Magyar, K., Chilliard, Y., Solti, L. 2006.** Pregnancy stage and number of fetuses may influence maternal plasma leptin in ewes. Acta Vet Hung, 54, 221-234.
- Kuźnicka, E., Rant, W., Radzik-Rant, A., Kunowska-Slósarz, M., Balcerak, M. 2016.** The ovulation rate, plasma progesterone and estradiol concentration, and litter size of a local ewe breed kept in a barn vs. those kept under an overhead shelter. Arch Anim Breed, 59, 145-150.
- Kwon, H., Ford, S.P., Bazer, F.W., Spencer, T.E., Nathanielsz, P.W., Nijland, M. J., Hess, B.W., Wu, G. 2004.** Maternal nutrient restriction reduces concentrations of amino acids and polyamines in ovine maternal and fetal plasma and fetal fluids. Biol Reprod, 71(3), 901-908.
- Lamrani, F., Benyounes, A., Elbouyahiaoui, R., Toumi Fedaoui, K., Sebbagh, L. 2008.** Effet du mode d'induction et de synchronisation des chaleurs sur le rendement reproductif des brebis Ouled Djellal. Rev. Rech. Agronom. INRA, Algérie, n° 21, juin, 59-71.
- Lamrani F, Benyounes A., Benyounes A. 2015.** Croissance d'agneaux Ouled Djellal élevés sur chaumes de céréales dans la région de Guelma, Algérie. Livestock Research for Rural Development.27,Art #43. Consulté 2 Octobre 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd27/3/lamr27043.html>
- Lamraoui, R., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda, Z. 2016.** Biochemical Blood Parameters and Body Weight Change During Postpartum Period of Ouled Djellal Ewes in Algerian Semi-Arid Area. Global Veterinaria 17(6):532-538.
- Lassoued, N.; Rekik, M.; Mahouachi, M. and Ben, H. M. 2004.** The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheep breeds. Small Rumin Res., 52 (1-2), 117-125.
- Lassoued, N., Khnissi, S., Ben Salem, I., Rekik, M., Matoufi, F. 2017.** La réponse physiologique et chimique des brebis de race barbarine à l'exposition au soleil durant l'été. Revue des Régions Arides, 42, 1-14.

- Lea, R.G., Wooding, P., Stewart, I., Hannah, L.T., Morton, S., Wallace, K., Aitken, R.P., Milne, J.S., Regnault, T.R., Anthony, R.V. 2007.** The expression of ovine placental lactogen, StAR and progesterone-associated steroidogenic enzymes in placentae of overnourished growing adolescent ewes. *Reproduction*, 133, 785-796.
- Lemley, C., Camacho, L., Hallford, D., Vonnahme, K. 2018.** Uteroplacental secretion of progesterone and estradiol-17 β in an ovine model of intrauterine growth restriction. *Anim Reprod Sci*, 193, 68-78.
- Lemley, C., Meyer, A., Neville, T., Hallford, D., Camacho, L., Maddock-Carlin, K., Wilmoth, T., Wilson, M., Perry, G., Redmer, D. 2014.** Dietary selenium and nutritional plane alter specific aspects of maternal endocrine status during pregnancy and lactation. *Domest anim endocrinol*, 46, 1-11.
- Letelier, C., García-Fernández, R.A., Contreras-Solis, I., Sanchez, M.A., Garcia-Palencia, P., Sanchez, B., Gonzalez-Bulnes A, Flores, J.M. 2010.** Progestogen treatments for cycle management in a sheep model of assisted conception affect the growth patterns, the expression of luteinizing hormone receptors, and the progesterone secretion of induced corpora lutea. *Fertility and sterility*, 93(4), 1308-1315.
- Litim, M., Bereksi, R. 2011.** Efficacité de l'insémination artificielle ovine chez la race Ouled Djellal de la région de Naâma. *Renc. Rech. Ruminants*, 18, 101.
- Long, N.M., Rule, D.C., Tuersunjiang, N., Nathanielsz, P.W., Ford, S.P. 2015.** Maternal obesity in sheep increases fatty acid synthesis, upregulates nutrient transporters, and increases adiposity in adult male offspring after a feeding challenge. *PLoS One*, 10(4), e0122152.
- Louacini, B. K., Dellal, A., Halbouche, M., Ghazi, K. 2012.** Effect of incorporation of the spineless *Opuntia ficus indica* in diets on biochemical parameters and its impact on the average weight of ewes during the maintenance. *Global Veterinaria*, 8(4), 352-359.
- Lucidi P, B. Barboni and M. Mattioli, 2001.** Ram induced ovulation to improve artificial insemination efficiency with frozen semen in sheep. *Theriogenology*, 55, 1797-1805.
- Lupi, T. M., Nogales, S., León, J. M., Barba, C., Delgado, J. V. 2015.** Analysis of the non-genetic factors affecting the growth of Segureño sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 14(1), 3683.
- Luther, J., Aitken, R., Milne, J., Matsuzaki, M., Reynolds, L., Redmer, D., Wallace, J. 2007.** Maternal and fetal growth, body composition, endocrinology, and metabolic status in undernourished adolescent sheep. *Biology of Reproduction*, 77, 343-350.
- Ly, S.J., Yang, Y., Li, F.K., 2016.** Parity and litter size effects on maternal behavior of Small Tail Han sheep in China. *Anim Sci J*, 87, 361-369.
- MADR (ministère de l'agriculture et du développement rural), 2014.** Statistiques agricoles (superficies et productions) Série B.
- MacLaughlin, S. M., Walker, S. K., Roberts, C.T., Kleemann, D.O., McMillen, I.C. 2005.** Periconceptional nutrition and the relationship between maternal body weight changes in the periconceptional period and feto-placental growth in the sheep. *J Physiol*, 565(1), 111-124.
- MacLaughlin, S.M., McMillen, I.C. 2007.** Impact of periconceptional undernutrition on the development of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis: does the timing of parturition start at conception?. *Current drug targets*, 8(8), 880-887.

- Madani, T., Chouia, F., Abbas, K. 2009.** Effect of oestrus synchronisation and body condition on reproduction of anoestrous ouled djellal ewes. *Asian J. Anim. Vet. Adv*, 4, 34-40.
- Mahmoud G.B., Hussein H.A. 2019.** Ovarian activity and reproductive performance of mature ossimi ewes as affected by presence of ram Egyptian *J Anim Prod.* 56(1):19-24.
- Malpaux B., Moenter S.M., Wayne N.L., Woodfill C.J.I., Karsch F.J. 1988.** Reproductive refractoriness of the ewe to inhibitory photoperiod is not caused by alteration of the circadian secretion of melatonin. *Neuroendocrinol.*, 48, 264-270.
- Malpaux, B., Robinson, J. E., Wayne, N. L. , Karsch, F. J. 1989.** Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. *Journal of Endocrinology* 122(1) 269-278.
- Malpaux, B., Maurice-Mandon, F., Daveau, A., Chemineau, P. 1995.** Utilisation de la lumière et de la mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. *Renc Rech Ruminants* 2, 379 - 386.
- Malpaux, B., Viguie, C., Thiery, J.C., Chemineau, P. 1996.** Contrôle photopériodique de la reproduction. *INRA. Prod. Anim.*, 9 (1), 9-23
- Manalu, W., Sumaryadi, M., Kusumorini, N. 1995a.** The effects of fetal number on maternal serum progesterone and estradiol of ewes during pregnancy, *International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)*, pp. 237-241.
- Manalu, W., Sumaryadi, M.Y., Kusumorini, N. 1995b.** Maternal Serum Concentrations of Several Hormones in Does Bearing Different Fetal Number, *International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)*, pp. 225-229.
- Manalu, W., Sumaryadi, M.Y. 1998a.** Maternal serum progesterone concentration during gestation and mammary gland growth and development at parturition in Javanese thin-tail ewes carrying a single or multiple fetuses. *Small Rumin Res*, 27, 131-136.
- Manalu, W., Sumaryadi, M.Y. 1998b.** Maternal serum progesterone concentration during pregnancy and lamb birth weight at parturition in Javanese Thin-Tail ewes with different litter sizes. *Small Rumin Res*, 30, 163-169.
- Manat, T.D., Chaudhary, S.S., Singh, V.K., Patel, S.B., Puri, G. 2016.** Hematobiochemical profile in Surti goats during post-partum stage. *Vet World*, 9:19-24
- Marai, I.F.M., Habeeb, A.A.M., Daader, A.H., Yousef, H.M. 1995.** Effects of Egyptian subtropical conditions and the heat stress alleviation techniques of water spray and diaphoretics on the growth and physiological functions of Friesian calves. *Journal of Arid Environment*, 30, 219-225.
- Marai, I.F.M., Ayyat, M.S., Gabr, H.A., Abdel-Monem, U.M. 1996.** Effects of heat stress and its amelioration on reproduction performance of New Zealand White adult female and male rabbits, under Egyptian conditions. *Proceedings of 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, 2, 197-207.
- Marai, I. 2004.** Reproductive traits and the physiological background of the seasonal variations in Egyptian Suffolk ewes under the conditions of Egypt. *Annals of Arid Zone*, 42, 1-9.
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M. A. M. 2008.** Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8(3), 209-234.

- Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Hunzicker, G. B., Lindsay, D. R., Blache, D. 2004a.** Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim Reprod Sci*, 82, 231-245.
- Martin, G. B., Rodger, J., Blache, D. 2004b.** Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fertil Dev*, 16(4), 491-501.
- Martin, N. P., Kenyon, P. R., Morel, P. C. H., Pain, S. J., Jenkinson, C. M. C., Hutton, P. G., Blair, H. T. 2012.** Ewe nutrition in early and mid-to late pregnancy has few effects on fetal development. *Anim Prod Sci*, 52(7), 533-539.
- Martin, P., Raoul, J., Bodin, L. 2014.** Effects of the *FecL* major gene in the Lacaune meat sheep population. *Genetics Selection Evolution*, 46(1), 48.
- Marton, A. , Faigl, V. , Kerestes, M. , Kulcsar, M. , Nagy, S., Febel, H. , Novotni Danko, G. , Magyar, K. , Husveth, F. , Solti, L. , Cseh, S. , Huszenicza, G.Y. 2009.** Milk progesterone profiles, blood metabolites, metabolic hormones and pregnancy rates in Awassi ewes treated by gestagen + eCG at the early breeding season. *Veterinari Medicina*, 54 (11), 507-516.
- Marutsova, V. 2015.** Changes in blood enzyme activities in ewes with ketosis. *Int J Adv Res*, 3(6), 462-473.
- Marutsova, V.J., Binev, R.G. 2018.** Changes in blood enzyme activities and some liver parameters in goats with subclinical ketosis. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. DOI: 10.15547/bjvm.2175 . *J. Vet. Med*.
- Mazur, A., Ozgo, M., Rayssiguier, Y. 2009.** Altered plasma triglyceride-rich lipoproteins and triglyceride secretion in feed-restricted pregnant ewes. *Veterinární medicína*, 54(9), 412-418. VERI DS TEXTE
- McNeilly, A., Jonassen, J., Rhind, S. 1987.** Reduced ovarian follicular development as a consequence of low body condition in ewes. *European Journal of Endocrinology* 115, 75-83.
- Meikle, A., Chilbroste, P., Carriquiry, M., Sosa, C., Abecia, J. A., de Brun, V., Soca, P., Adrien, M. D. L. 2018.** Influences of nutrition and metabolism on reproduction of the female ruminant. *Anim. Reprod.*, 15, (Suppl.1), p.899-911.
- Mefti- Korteby, H. Koudri, Z., Saadi, M. A. 2017.** Caractérisation des performances de la race ovine Algérienne Ouled Djellal type Djellalia dans des conditions steppiques. *Nature & Technology Journal*. Vol. B : Agronomic & Biological Sciences 17, 1-5.
http://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-17/Article_B/Article_419.pdf
- Menchaca, A., Rubianes, E. 2004.** New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.* 16,403–413.
- Menchaca, A. Z., Neto, C. D. S., Cuadro, F. 2017.** Estrous synchronization treatments in sheep: brief update. *Rev Bras Reprod Anim*, 41, 340-344.
- Menegatos, J., Chadio, S., Kalogiannis, T., Kouskoura, T., Kouimtzis, S. 2003.** Endocrine events during the peri-estrous period and the subsequent estrous cycle in ewes after synchronization. *Theriogenology*, 59, 1533-1543.
- Mennani, A., Dekhili, M., Khlifi Ahmed, A. E. 2011.** Effet de mode de lutte sur la productivité des brebis de race Ouled-Djellal. *Renc Rech ruminants*, 18, 102.

- Meredef, A. 2017.** Dynamique des réserves corporelles de la brebis Ouled Djellal et son effet sur ses performances. Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques. Université de Batna 1. 136 p.
- Merrell, B., 1990.** The effect of duration of flushing period and stocking rate on the reproductive performance of Scottish Blackface ewes. BSAP Occasional Publication, 14, 138-141.
- Meyer, C. 2009.** La photopériode et la mélatonine chez les herbivores domestiques. Note bibliographique. https://agritrop.cirad.fr/550490/1/document_550490.pdf
- Meyer, A.M., Neville, T.L., Reed,, J.J., Taylor J.B., Reynolds, L.P., Redmer, D.A., Hamer, C.J., Vonnahme, K.A., Caton, J.S. 2013.** Maternal nutritional plane and selenium supply during gestation impact visceral organ mass and intestinal growth and vascularity of neonatal lamb offspring. *J Anim Sci*, 91, 2628–2639.
- Mitchell, L.M., King, M.E., Gebbie, F.E., Ranilla, M.J., Robinson, J.J. 1998.** Resumption of oestrus and ovarian cyclicity during the postpartum period in autumn-lambing ewes is not influenced by age or dietary protein content. *Anim. Sci.* 67, 65-72.
- Moallem, U., Rozov, A., Gootwine, E., Honig, H. 2012.** Plasma concentrations of key metabolites and insulin in late-pregnant ewes carrying 1 to 5 fetuses. *J Anim Sci* 90, 318-324.
- Moghaddam, G., Hassanpour, A. 2008.** Comparison of blood serum glucose, beta hydroxybutyric acid, blood urea nitrogen and calcium concentrations in pregnant and lambed ewes. *J Anim Vet Adv*, 7, 308-311.
- Mohammadi, V., Anassori, E., Jafari, S. 2016.** Measure of energy related biochemical metabolites changes during peri-partum period in Makouei breed sheep, Veterinary Research Forum, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran, p. 35.
- Momoh, O.M., Rotimi, E.A., Dim, N.I. 2013.** Breed effect and non-genetic factors affecting growth performance of sheep in a semi-arid region of Nigeria. *J Appl Biosci*, 67, 5302-5307.
- Morgan, G., Wooding, F.B.P., Godkin, J. D. 1993.** Localization of bovine trophoblast protein-1 in the cow blastocyst during implantation: An immunological cryoultrastructural study. *Placenta*. 14(6), 641 -649.
- Morgante, M. 2004 .** Digestive disturbances and metabolic nutritional disorders. In : Dairy sheep nutrition. Edited by Pulina G. and Bencini R.; CAB International.
- Moț, D., Moț,T., Tîrziu, E., Nichita, I. 2011.** The Hematological Indexes Values in Sheep Correlated with Season. *Animal Science and Biotechnologies* 44 (2), 177-179.
- Moumène, A., Khammar, F., Miroud, K., Seboussi, R., Guedaoura, S., Bister, J. 2014.** Traitements à base de progestagènes ou de mélatonine combinés à l'effet bélier chez la brebis Ouled-Djellal au printemps. *Rev Elev Méd Vét Pays Trop*, 67(1), 41-47.
- Moussi A. 2012.** Analyse systématique et étude bio-écologique de la faune des acridiens (Orthoptera, Acridomorpha) de la région de Biskra. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Mentouri Constantine. 112p
- Mukasa-Mugerwa, E., Viviani, P. 1992.** Progesterone concentrations in peripheral plasma of Menz sheep during gestation and parturition. *Small Rumin Res* 8, 47-53.

- Müller, T., Schubert, H., Schwab, M. 2003.** Early prediction of fetal numbers in sheep based on peripheral plasma progesterone concentrations and season of the year, *British Medical Journal Publishing Group*. 137-138.
- Mura, M. C., Luridiana, S., Farci, F., Di Stefano, M. V., Daga, C., Pulinas, L., Starič J., Carcangiu, V. 2017.** Melatonin treatment in winter and spring and reproductive recovery in Sarda breed sheep. *Anim Reprod Sci*, 185, 104-108.
- Narimane, K., Lakhdara, N., Benazouz, H., Bensegueni, A. 2016.** Les paramètres zootechniques de reproduction chez les brebis Ouled Djellal après synchronisation et essais de deux doses d'eCG, *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars, CIHEAM-IAMZ, zaragoza (Spain)/FAO/INRA/CIRAD/Montpellier SubAgro/ICARDA*
- Nawito, M.F., Mahmoud, K.G.M., Kandiel, M.M.M., Ahmed, Y.F., Sosa, A.S.A. 2015.** Effect of reproductive status on body condition score, progesterone concentration and trace minerals in sheep and goats reared in South Sinai, Egypt. *African Journal of Biotechnology*, 14(43), 3001-3005.
- Nazifi, S., Saeb, M., Ghavami, S. 2002.** Serum lipid profile in iranian fat-tailed sheep in late pregnancy, at parturition and during the post-parturition period. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 49, 9-12.
- Nazifi, S., Saeb, M., Rowghani, E., Kaveh, K. 2003.** The influences of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine (T 3), thyroxine (T 4) and cortisol concentrations. *Comp Clin Path*, 12(3), 135-139.
- Nedjraoui, D. 2003.** Profil fourrager. *Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediène (USTHB). Alger.*
- Nephew, K. P., McClure, K. E., Ott, T., Budois, D. H., Bazer, F. W., Pope, W. F. 1991.** Relationship between variation in conceptus development and differences in estrous cycle duration in ewes. *Biol Reprod*, 44, 536-539.
- Notter, D. R. 2000.** Effects of ewe age and season of lambing on prolificacy in U.S. Targhee, Suffolk, and Polypay sheep. *Small Rumin Res.*, 38, 1-7.
- Obidike, I., Aka, L., Okafor, C. 2009.** Time-dependant peri-partum haematological, biochemical and rectal temperature changes in West African dwarf ewes. *Small Rumin Res*, 82, 53-57.
- Ocak, S., Darcan, N., Cankaya, S., Inal, T. C. 2009.** Physiological and biochemical responses in German Fawn kids subjected to cooling treatments under Mediterranean climate conditions. *Turk J Vet Anim Sci*, 33(6), 455-461.
- O'Doherty J.V., Crosby T.F. 1990.** The effect of progestagen type, eCG dosage and time of ram introduction on reproductive performance in ewe lambs. *Theriogenology*, 33, 1279-1286.
- Ólafsdóttir, H. 2012.** Energy and protein nutrition of ewes in late pregnancy: Effect of ewe feed intake, live weight, body condition and plasma metabolites, lamb birth weight and growth rate. *Master of Science Thesis, Agricultural University of Iceland.* pp 56.
- Oldham, C. M., Lindsay, D. R. 1984.** The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. In *Reproduction in Sheep*. Lindsay, D.R. and Pearce, D.T. (eds). Australian Wool Corporation Technical Publication. Cambridge University Press: 274-276.

- Onasanya, G.O., Oke, F.O., Sanni, T.M., Muhammad, A.I. 2015.** Parameters influencing haematological, serum and bio-chemical references in livestock animals under different management systems. *Open J Vet Med* 5, 181- 189.
- Osgerby, J., Wathes, D., Howard, D., Gadd, T. 2002.** The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth. *Journal of Endocrinology*, 173(1), 131-141.
- Ouanes, I., Abdennour, C., Aouaidjia, N. 2011.** Effect of cold winter on blood biochemistry of domestic sheep fed natural pasture. *Annals of Biological Research*, 2 (2), 306-313.
- Ozawa, M., Tabayashi, D., Latief, T., Shimizu, T., Oshima, I., Kanai, Y. 2005.** Alterations in follicular dynamics and steroidogenic abilities induced by heat stress during follicular recruitment in goats. *Reproduction* 129, 621-630.
- Ozpinar, A., Firat, A., Akin, G. 1995.** The plasma cholesterol levels of ewes during prepartal and postpartal periods. *Hayvancılık Aras.tırma Derg*, 5, 32-34.
- Ozpinar, A., Firat, A. 2003.** Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakiz ewes. 2. Changes in plasma progesterone, estradiol-17 β and cholesterol. *Ann Nutr Metab*, 47, 139-143
- Parr, R., Davis, I., Fairclough, R., Miles, M. 1987.** Overfeeding during early pregnancy reduces peripheral progesterone concentration and pregnancy rate in sheep. *Reproduction* 80, 317-320.
- Parr, R., Davis, I., Miles, M., Squires, T., 1993.** Liver blood flow and metabolic clearance rate of progesterone in sheep. *Res Vet Sci*, 55, 311-316.
- Patkowski, K., Pieta, M., Lipecka, C. 2006.** Effect of maintenance system on the reproduction of sheep as well as the level of some morphological and biochemical blood indicators. *Arch Tierz*, 49, 297-304.
- Peel, R.K., Eckerle, G.J., Anthony, R.V. 2012.** Effects of overfeeding naturally-mated adolescent ewes on maternal, fetal, and postnatal lamb growth. *J Anim Sci*, 90, 3698–3708.
- Pellicer-Rubio, M.-T., Boissard, K., Grizelj, J., Vince, S., Fréret, S., Fatet, A., López-Sebastian, A. 2019.** Vers une maîtrise de la reproduction sans hormones chez les petits ruminants. *INRA Productions Animales*, 32(1), 51-66. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.1.2436>
- Pesántez-Pacheco, J.L., Heras-Molina, A., Torres-Rovira, L., Sanz-Fernández, M.V., García-Contreras, C., Vázquez-Gómez, M., Feyjoo, P., Cáceres, E., Frías-Mateo, M., Hernández, F. 2019.** Influence of Maternal Factors (Weight, Body Condition, Parity, and Pregnancy Rank) on Plasma Metabolites of Dairy Ewes and Their Lambs. *Animals* 9, 122. doi:10.3390/ani9040122.
- Petrović, M. P., Caro-Petrović, V., Ružić-Muslić, D., Maksimović, N., Ilić, Z. Z., Milošević, B., Stojković, J. 2012.** Some important factors affecting fertility in sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(3), 517-528.
- Piaggio, L., Quintans, G., San Julián, R., Ferreira, G., Ithurrealde, J., Fierro, S., Bancharo, G.E. 2018.** Growth, meat and feed efficiency traits of lambs born to ewes submitted to energy restriction during mid-gestation. *Animal*, 12(2), 256-264.
- Piccione, G., Caola, G., Giannetto, C., Grasso, F., Runzo, S.C., Zumbo, A., Pennisi, P. 2009.** Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation and dry period. *Animal Science Papers and Reports* 27, 321-330.

- Quigley, S. P., Kleemann, D. O., Walker, S. K., Speck, P. A., Rudiger, S. R., Natrass, G. S., DeBlasio, M.J., Owens, J. A. 2008.** Effect of variable long-term maternal feed allowance on the development of the ovine placenta and fetus. *Placenta*, 29(6), 539-548.
- Radostits, O., Gay, C., Blood, D., Hinchcliff, K. 2000.** *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses.* 9th ed. Saunders, 1880 p
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinchcliff K. W. Constable, P.D. 2007.** *Veterinary Medicine: A Text-book of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats.* 10th ed., Saunders Elsevier, London. 2065 p
- Rae, M.T., Rhind, S.M., Kyle, C.E., Miller, D.W., Brooks, A.N. 2002.** Maternal undernutrition alters triiodothyronine concentrations and pituitary response to GnRH in fetal sheep. *Journal of Endocrinology*, 173, 449–455.
- Rahbar, B., Safdar, A.H.A., Kor, N.M. 2014.** Mechanisms through which fat supplementation could enhance reproduction in farm animal. *Euro J Exp Bio*, 4(1), 340-348.
- Ramin, A., Asri, S., Majdani, R. 2005.** Correlations among serum glucose, beta-hydroxybutyrate and urea concentrations in non-pregnant ewes. *Small Rumin Res*, 57, 265-269.
- Ramin, A.G., Siamak, A-R., Macali, S-A. 2007.** Evaluation on serum glucose, BHB, urea and cortisol concentrations in pregnant ewes. *Medycyna Wet.* 63(6), 674-677.
- Ramos, J., Verde, M., Marca, M., Fernandez, A. 1994.** Clinical chemical values and variations in Rasa Aragonesa ewes and lambs. *Small Rumin Res*, 13, 133-139.
- Ranilla, M.-J., Sulon, J., Carro, M., Mantecon, A., Beckers, J.-F. 1994.** Plasmatic profiles of pregnancy-associated glycoprotein and progesterone levels during gestation in Churra and Merino sheep. *Theriogenology*, 42, 537-545.
- Ranilla, M.-J., Sulon, J., Mantecon, A., Beckers, J.-F., Carro, M. 1997.** Plasma pregnancy-associated glycoprotein and progesterone concentrations in pregnant Assaf ewes carrying single and twin lambs. *Small Rumin Res*, 24, 125-131.
- Raofi, A., Jafarian, M., Safi, S., Vatankhah, M. 2015.** Comparison of energy related metabolites during peri-parturition period in single and twin-bearing Lori-Bakhtiari ewes. *Iran J Vet Med*, 9, 149-154.
- Rathwa, S.D., Vasava, A.A., Pathan, M.M., Madhira, S.P., Patel, Y.G., Pande, A.M. 2017.** Effect of season on physiological, biochemical, hormonal, and oxidative stress parameters of indigenous sheep, *Vet World*, 10(6), 650-654.
- Redmer, D.A., Wallace, J. M., Reynolds, L.P. 2004.** Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domest anim endocrinol*, 27(3), 199-217.
- Reist, M., Erdin, D.K., von Euw, D., Tschümperlin, K.M., Leuenberger, H., Hammon, H. M., Blum, J.W. 2003.** Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*, 59(8), 1707-1723.
- Rekik, M., Lassoued, N., Ben Salem, H., Tounsi, I. 2007.** Reproductive traits of Tunisian Queue Fine de l'Ouest ewes fed on wheat straw supplemented with concentrate and *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage with and without polyethylene glycol (PEG). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 19, Article #174. Consulté le 9 octobre, 2017, <http://www.lrrd.org/lrrd19/11/reki19174.htm>

- Rekik, B., Ben Gara, A., Rouissi, H., Barka, F., Grami, A., Khaldi, Z. 2008** Performances de croissance des agneaux de la race D'man dans les oasis Tunisiennes. *Livestock Research for Rural Development* 20 (10) Art. # 162. Consulté le 9 octobre, 2017 <http://www.lrrd.org/lrrd20/10/reki20162.htm>
- Renquist, B.J., Adams, T.E., Adams, B.M., Calvert, C.C. 2008.** Dietary restriction reduces the rate of estradiol clearance in sheep (*Ovis aries*). *J Anim Sci*, 86(5), 1124-1131.
- Ribeiro, M. N., Ribeiro, N. L., Bozzi, R. , Costa, R. G. 2018a.** Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – a review, *J Appl Anim Res*, 46:1, 1036-1041.
- Ribeiro, N.L., Costa, R.G., Pimenta Filho, E.C., Ribeiro, M.N., Bozzi, R. 2018b.** Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. *Ital J Anim Sci*, 17, 454-461.
- Richter, M.M. 2004.** Electrochemiluminescence (ecl). *Chemical Reviews*, 104(6), 3003-3036.
- Rhind, S., Gunn, R., Doney, J., Leslie, I., 1984.** A note on the reproductive performance of Greyface ewes in moderately fat and very fat condition at mating. *Animal Science*, 38, 305-307.
- Rhind, S.M., McMillen, S., McKelvey, W.A., Rodriguez-Herrejon, F.F., McNeilly, A.S. 1989.** Effect of the body condition of ewes on the secretion of LH and FSH and the pituitary response to gonadotrophin-releasing hormone. *Journal of Endocrinology*, 120, 497-502.
- Rhind, S., Goddard, P., McMillen, S., McNeilly, A. 1993.** FSH-stimulated follicle development in ewes in high and low body condition and chronically treated with gonadotrophin-releasing hormone agonist. *Reproduction* 97, 451-456.
- Risvanli, A., Demiral, O., Abay, M., Saat, N., Bekyurek, T., Kulahci, F., Niksaroglu, S., Balci, T.A. 2010.** Effect of different forms of prostaglandin F2 α analogues administration on hormonal profile, prostaglandin F2 α binding rate and reproductive traits in Akkaraman sheep during the breeding season. *Acta Sci Vet*, 38(4), 391-398.
- Robinson, J.S., Hartwich, K.M., Walker, S.K., Erwich, J., Owens, J.A. 1997.** Early influences on embryonic and placental growth. *Acta Paediatrica*, 86, 159-163.
- Rodrigues, M., Silva, L.M., Silva, C.M.G.D., Araújo, A.A., Nunes-Pinheiro, D.C.S., Rondina, D. 2015.** Reproductive and metabolic responses in ewes to dietary protein supplement during mating period in dry season of northeast Brazil. *Ciência Animal Brasileira* 16(1), 24-36.
- Rodriguez, M.N. , Tebot, I. , Bas, A. , Niévas, C. , Leng, L. , Cirio, A. , Le Bas, A. 1996.** Renal functions and urea handling in pregnant and lactating Corriedale ewes. *Can J Anim Sci*, 76, 469–472.
- Romano, J.E., Rodas E., Ferreira, A., Lago A., Banech, A. 1996.** Effects of progestagen, eCG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Rumin Res*, 23, 157-162.
- Romano, J. E., Abella, D. F., Villegas, N. 2001.** A note on the effect of continuous ram presence on estrus onset, estrus duration and ovulation time in estrus synchronized ewes. *Appl Anim Behav Sci*, 73(3), 193-198.
- Roman-Ponce, H., Thatcher, W., Wilcox, C. 1981.** Hormonal interrelationships and physiological responses of lactating dairy cows to a shade management system in a subtropical environment. *Theriogenology* 16, 139-154.

- Rosa, H.J., Bryant, M.J. 2002.** The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. Review. *Small Rumin Res*, 45: 1-16.
- Rosenberg, M., Folman, Y., Herz, Z., Flamenbaum, I., Berman, A., Kaim, M. 1982.** Effect of climatic conditions on peripheral concentrations of LH, progesterone and oestradiol-17 β in high milk-yielding cows. *Reproduction*, 66, 139-146.
- Roubies, N., Panousis, N., Fytianou, A., Katsoulos, P., Giadinis, N., Karatzias, H. 2006.** Effects of age and reproductive stage on certain serum biochemical parameters of Chios sheep under Greek rearing conditions. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53, 277-281.
- Roy, N., Ishwar, A., Mishra, S. 2012.** Estimation of steroidal hormones in ovine during different stages of pregnancy. *Veterinary Practitioner*, 13, 93-94.
- Rubianes, E., Menchaca, A., Carbajal, B. 2003.** Response of the 1 to 5-day aged ovine corpus luteum to prostaglandin F2 α . *Anim. Reprod Sci*, 78, 47-55.
- Rumball, C.W.H., Harding, J.E., Oliver, M.H., Bloomfield, F.H. 2008.** Effects of twin pregnancy and periconceptional undernutrition on maternal metabolism, fetal growth and glucose-insulin axis function in ovine pregnancy. *J Physiol*. 586 (5),1399-1411.
- Rumball, C.W., Bloomfield, F.H., Oliver, M.H., Harding, J.E. 2009.** Different periods of periconceptional undernutrition have different effects on growth, metabolic and endocrine status in fetal sheep. *Pediatric Research* 66, 605- 613.
- Russel, A. 1984.** Body condition scoring of Sheep. In *Practice* 5, 91-93.
- Sabetghadam, F., Mogheiseh, A., Ahmadi, N., Khaksar, Z., Heidari, M. 2018.** Histo-morphologic study in fetuses and hormonal changes in fetal fluids during sex differentiation of sheep. *Small Rumin Res*, 165, 101-110.
- Safsaf, B., Tlidjane, M. 2010.** Effet du type de synchronisation des chaleurs sur les paramètres de la reproduction des brebis Ouled Djella dans la steppe algérienne. *Renc. Rech. Rum.*, 17, 170.
- Safsaf, B., Tlidjane, M., Mamache, B., Dehimi, M., Boukrous, H., Aly, A.H., 2012.** Influence of age and physiological status on progesterone and some blood metabolites of Ouled Djellal breed ewes in east Algeria. *Global Veterinaria* 9, 237-244.
- Safsaf, B. 2014.** Effet de la sous-alimentation sur certains paramètres de reproduction des brebis de race Ouled Djellal, Université de Batna, p. 274.
- Sahoo, A., Pattanaik, A.K., Goswami, T.K. 2009.** Immunobiochemical status of sheep exposed to periods of experimental protein deficit and realimentation. *J Anim Sci*, 87 (8): 2664-2673.
- Sahraoui, N., Chouya, F., Bekai, A., Tourir, H., Guetarni, D. 2014.** Synchronisation des chaleurs a l'aide des eponges vaginales associees aux differentes doses d'eCG chez les brebis. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 16(2), 13-18.
- Säkkinen, H., Stien, A., Holand, Ø., Hove, K., Eloranta, E., Saarela, S., Ropstad, E. 2001.** Plasma urea, creatinine, and urea: creatinine ratio in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) and in Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) during defined feeding conditions and in the field. *Physiol Biochem Zool*, 74, 907-916.
- Salah, M., 1994.** Pre-and post-partum levels of serum progesterone and oestradiol-17 β in Aardi goat. *Der Tropenlandwirt-Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 95, 77-86.

- Salama, R., Boraie, M.A.; Abdel Bari, H.T.M., El-Berry, S. Arafat, M. 2010** . Effect of nutrition level in late gestation on productive performance of rahmani ewes . Egypt J Appl Sci, 25(2B), 74-87.
- Salem, J.A., Kobeisy, M.A., Zenhom, M. and Hayder, M. 1998.** Effect of season and ascorbic acid supplementation on some blood constituents of suckling Chois lambs and its crosses with Ossimi sheep in Upper Egypt. Assiut J Agric Sci, 29, 87–100.
- Salem, N. 2017.** Effect of lactation on hemato-biochemical and minerals constituents in small ruminant. International Journal of Veterinary Science, 6, 53-56.
- Sales, F., Peralta, O., Narbona, E., McCoard, S., De los Reyes, M., González-Bulnes, A., Parraguez, V. 2018.** Hypoxia and Oxidative Stress Are Associated with Reduced Fetal Growth in Twin and Undernourished Sheep Pregnancies. Animals, 8(11), 217. DOI: 10.3390/ani8110217
- Sales, F., Peralta, O. A., Narbona, E., McCoard, S., Lira, R., De Los Reyes, M., González-Bulnes, A., Parraguez, V.H. 2019.** Maternal Supplementation with Antioxidant Vitamins in Sheep Results in Increased Transfer to the Fetus and Improvement of Fetal Antioxidant Status and Development. Antioxidants, 8(3), 59. DOI : 10.3390/antiox8030059
- Sangsrivong, S., Combs, D., Sartori, R., Armentano, L., Wiltbank, M. 2002.** High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. J. Dairy Sci, 85, 2831-2842.
- Santos, G.M.G., Silva-Santos, K.C., Melo-Sterza, F.A., Mizubuti, I.Y., Moreira, F.B., Seneda, M. M. 2011.** Reproductive performance of ewes treated with an estrus induction/synchronization protocol during the spring season. Anim Reprod., 8, 3-8.
- Satterfield, M.C., Bazer, F.W., Spencer, T.E. 2006.** Progesterone regulation of preimplantation conceptus growth and galectin 15 (LGALS15) in the ovine uterus. Biol Reprod, 75(2), 289-296.
- Scaramuzzi, R.J., Adams, N.R., Baird, D.T, Campbell, B.K., Dawning, J.A., Findlay, J.K., Henderson, K.M., Martin, G.B., McNatty, K.P., McNeilly, A.S. , Tsonis C.G. 1993.** A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. Reprod Fertil Dev, 5(5), 459-478.
- Scaramuzzi, R.J., Campbell, B.K., Downing, J.A., Kendall, N.R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., Somchit, A. 2006.** A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. Reprod Nutr Dev, 46, 339-354.
- Scaramuzzi, R. J., Oujagir, L., Menassol, J. B., Freret, S., Piezel, A., Brown, H. M., Cognié, J., Nys, C. F. 2014.** The pattern of LH secretion and the ovarian response to the ‘ram effect’ in the anoestrous ewe is influenced by body condition but not by short-term nutritional supplementation. Reprod Fertil Dev, 26(8), 1154-1165.
- Scheaffer, A. N., Caton, J. S., Redmer, D. A., Reynolds, L. P. 2004.** The effect of dietary restriction, pregnancy, and fetal type in different ewe types on fetal weight, maternal body weight, and visceral organ mass in ewes. J anim Sci, 82(6), 1826-1838.
- Schlumbohm, C., Harmeyer, J. 2008.** Twin-pregnancy increases susceptibility of ewes to hypoglycaemic stress and pregnancy toxæmia. Research in Veterinary Science, 84, 286-299.

- Schlumbohm, C., Sporleder, H., Gurtler, H., Harmeyer, J. 1997.** The influence of insulin on metabolism of glucose, free fatty acids and glycerol in normo- and hypocalcemic ewes during different reproductive states. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 104, 359-365.
- Sebastian, I., Chilliard, Y., Jaime, C., Purroy, A., Fléchet, J., Surra, J. 1989.** Variations du volume des adipocytes et de la note d'état corporel chez la brebis Rasa Aragonesa pendant la lactation et après le tarissement, *Annales de zootechnie*, 38(2-3), 83-90.
- Seidel, H., Novotny, J., Kovac, G. 2006.** Selected biochemical indices in sheep during pregnancy and after parturition. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 50(2), 167-170.
- Sejian, V., Maurya, V., Naqvi, S., Kumar, D., Joshi, A. 2009.** Effect of induced body condition score differences on physiological response, productive and reproductive performance of Malpura ewes kept in a hot, semi-arid environment. *J Anim Physiol An N*, 94, 154-161.
- Sejian, V., Srivastava, R.S. 2010.** Effects of melatonin on adrenal cortical functions of Indian goats under thermal stress. *Vet Med Int*, 2010.
doi:10.4061/2010/348919
- Sejian, V., Srivastava, R.S., Varshney, V.P. 2010.** Pineal-adrenal relationship: modulating effects of glucocorticoids on the pineal function to ameliorate thermal-stress in goats. *J Anim Sci*, 21, 988-994.
- Sejian, V. 2013.** Climate change: impact on production and reproduction, adaptation mechanisms and mitigation strategies in small ruminants: a review. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 19(1), 1-21.
- Sen, U., Sirin, E., Kuran, M. 2013.** The effect of maternal nutritional status during mid-gestation on placental characteristics in ewes. *Anim Reprod Sci*, 137, 31-36.
- Sen, U., Sirin, E., Aksoy, Y., Ensoy, U., Ulutas, Z., Kuran, M. 2015.** The effect of maternal nutrition level during mid-gestation on post-natal muscle fiber composition and meat quality in lambs. *Anim Prod Sci*, 56, 834-843.
- Sen, U., Sirin, E., Yildiz, S., Aksoy, Y., Ulutas, Z., Kuran, M. 2016a.** The effect of maternal nutrition level during the periconception period on fetal muscle development and plasma hormone concentrations in sheep. *Animal*, 10(10), 1689-1696.
- Sen, U., Sirin, E., Ensoy, U., Aksoy, Y., Ulutas, Z., Kuran, M. 2016b.** The effect of maternal nutrition level during mid-gestation on postnatal muscle fibre composition and meat quality in lambs. *Anim Prod Sci*, 56(5), 834-843.
- Serin, I., Serin, G., Yilmaz, M., Kiral, F., Ceylan, A., 2010.** The Effects of Body Weight, Body Condition Score, Age, Lactation, Serum Triglyceride, Cholesterol and Paraoxanase Levels on Pregnancy Rate of Saanen Goats in Breeding Season. *J Anim Vet Adv*, 9: 1848-1851.
- Sharma, A., Kumar, P., Singh, M., Vasishta, N. 2015.** Haemato-biochemical and endocrine profiling of north western Himalayan Gaddi sheep during various physiological/reproductive phases. *Open Vet J*, 5, 103-107.
- Shek Vugrovečki, A., Vojta, A., Šimpraga, M. 2017.** Establishing reference intervals of haematological and serum biochemical variables in Lika pramenka sheep. *Vet. arhiv* 87, 487-499.

- Shwetha, H.S., Narayana Swamy, M., Ranganath, L., Srinivas, R. B., Kalmath, G. P., Veena, M. P. 2018.** Serum Biochemical Components in NARI Suwarna Ewes at Different Stages of Pregnancy. *Int. J. Livest. Res.*, 8, 232-237.
- Silanikove, N., Maltz, E., Halevi, A., Shinder, D. 1997.** Metabolism of water, sodium, potassium and chloride by high yielding dairy cows at the onset of lactation. *J Dairy Sci*, 80, 949-956.
- Silanikove, N. 2000.** Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest Prod Sci*, 67(1-2), 1-18.
- Singh, N.P. , Singh, M. 1990.** Voluntary food intake and nutrient utilization in sheep during pregnancy, lactation and nonpregnant stage. *Indian J. Anim. Sci.* 60 (4), 467- 471.
- Slavova, P., Laleva, S., Popova, Y. 2015.** Effect of body condition score and live weight of fertility of merino sheep after induction of oestrus in the out-of-breeding season. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31, 235-243.
- Smith, N. A., McAuliffe, F. M., Quinn, K., Lonergan, P., Evans, A. C. O. 2010.** The negative effects of a short period of maternal undernutrition at conception on the glucose–insulin system of offspring in sheep. *Anim Reprod Sci*, 121(1-2), 94-100.
- Sobiech, P.M., S. ; Zduńczyk, 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.
- Soliman, E.B. 2014.** Effect of Physiological status on some haematological and biochemical parameters of Ossimi sheep. *Egyptian J. Sheep Goat Sci*, 9(2), 33-42.
- Song, Y., Wu, H., Wang, X., Haire, A., Zhang X., Zhang, J., Wu, Y., Lian, Z., Fu, J., Liu, G., Wusiman, A. 2019.** Melatonin improves the efficiency of super-ovulation and timed artificial insemination in sheep. *PeerJ* 7:e6750 <https://doi.org/10.7717/peerj.6750>
- Sordillo, L.M., Raphael, W. 2013.** Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29, 267-278.
- Souza, C.J.L., Mac Dougall, C., Campbell, B.K., McNeilly, A.S., Baird, D.T. 2001.** The Booroola (FecB) phenotype is associated with a mutation in the bone morphogenetic receptor type 1 B (BMPRII) gene. *J Endocrinol*, 169, R1-6.
- Steyn, C., Hawkins, P., Saito, T., Noakes, D. E., Kingdom, J. C., Hanson, M. A. 2001.** Undernutrition during the first half of gestation increases the predominance of fetal tissue in late-gestation ovine placentomes. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 98(2), 165-170.
- Sumaryadi, M.Y., Manalu, W. 1999.** Prediction of litter size based on hormones and blood metabolites concentrations during pregnancy in Javanese thin-tail ewes. *Asian-Australas J Anim Sci*, 12, 682-688.
- Sumaryadi, M.Y. 2004.** The Relationship of Progesterone and Estradiol Concentrations During Pregnancy with Lamb Birth Weight In Javanese Thin-Tail Ewes. *Animal production*, 6(1), 49-55
- Tabatabaei, S. 2011.** Gestational variations in the biochemical composition of the fetal fluids and maternal blood serum in goat. *Comp Clin Pathol*, 21, 1305-1312.
- Taghipour, B., Seifi, H.A., Mohri, M., Farzaneh, N., Naserian, A. 2011.** Variations of energy related biochemical metabolites during periparturition period in fat-tailed baloochi breed sheep. *Iran J Veterinary Sci Technol*, 2(2), 85-92.

- Taherti, M., Kaidi, R., Aggad, H. 2016.** Variations mensuelles de l'activité sexuelle de la brebis Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 28, Article #3. Consulté le 9 octobre, 2017. <http://www.lrrd.org/lrrd28/1/tahe28003.html>
- Taherti, M., Kaidi, R., 2017.** Variations de l'état corporel d'ovins et systèmes d'élevage dans la région de Chlef, Algérie. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 69 (3), 105-109.
- Taherti, M., Kaidi R. 2018.** Productivité de la brebis Ouled Djellal selon le mode de conduite de la reproduction. *Lebanese Science Journal*, 19(1),47-58.
- Takarkhede, R.C., Gondane, V.S., Kolte, A.Y., Rekhate, D.H. 1999.** Biochemical profile during different phases of reproduction in ewe in comparison to rams. *Ind Vet J*, 76, 205–207.
- Talawar, M., Veena, T., Kalmath, G.P. 2016.** Biochemical and mineral profile in nari suwarna ewes during late pregnancy and early postpartum period. *International Journal of Science and Nature*, 7, 772-774.
- Talebi, J., Moghaddam, A., Souri, M., Mirmahmoudi, R. 2012.** Steroid hormone profile of Markhoz does (Iranian Angora) throughout estrous cycle and gestation period. *Trop Anim Health Pro*, 44, 355-360.
- Tanaka, Y., Mori, A., Tazaki, H., Imai, S., Shiina, J., Kusaba, A., Ozawa, T., Yoshida, T., Kimura, N., Hayashi, T. 2008.** Plasma metabolite concentrations and hepatic enzyme activities in pregnant Romney ewes with restricted feeding. *Res Vet Sci*, 85, 17-21.
- Tariq, M.M., Bajwa, M.A., Javed, K., Waheed, A., Awan, M.A., Rafeeq, M., Rashid, N. , Shafee, M. 2013.** Identification of environmental factors affecting pre weaning performance of mengali sheep of balochistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(2): 340-344
- Taverne, M. , Noakes, D. E. 2018.** Basic physiology 5. Pregnancy and Its Diagnosis In D.E. Noakes, T.J. Parkinson and G.C.W. England (eds). *Veterinary reproduction and obstetrics* 10th ed. Elsevier p 78-114.
- Teleb, D.F., Ahmed, N.A., Tag El-Din, H.A., Abou El Soud, S.M., Hassan, O.M. 2014.** Study on levels of some blood hormonal and biochemical constituents during different reproductive status in Saidi ewes. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences*, 65, 1-19.
- Tenório Filho, F., Ferreira-Silva, J.C., Nascimento, P.S., Freitas Neto, L.M., Moura, M.T., Irmão, J.M.A., Oliveira, M.A.L. 2016.** Role of Male effect on Reproductive Efficiency of Nulliparous Santa Inês and Morada Nova ewes raised in Different Regions. *Acta Sci Vet*, 44. DOI:10.22456/1679-9216.80929
- Teysier J., Migaud M., Debus N., Maton C., Tillard E., Malpaux B., Chemineau P., Bodin L. 2011.** Expression of seasonality in merino's d'Arles ewes of different genotypes at the MT1 melatonin receptor gene. *Animal*, 5 (3), 329-336.
- Thimonier, J., 2000a.** Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone. *INRA Prod Anim*, 3 (13), 177-183.
- Thimonier, J., Cognie, Y., Lassoued, N. , Khaldi, G. 2000b.** L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod Anim*, 13, 223-231.
- Timurkan, H., Yildiz, H. 2005.** Synchronization of estrus in Hamdani ewes: the use of different PMSG doses. *Bull Vet pulawy*, 49:311-314.

- Tisch, D. 2005.** Feeding sheep In *Animal Feeds, Feeding and Nutrition, and Ration Evaluation* 1st Edition Cengage Learning , p305.
- Titaouine, M. 2015.** Approche de l'étude zootechnico-sanitaire des ovins de la Race ouled djellal dans l'est algerien. Evolution des paramètres biochimiques et hématologiques En fonction de l'altitude. Thèse de Doctorat en Scieces. Université de Batna. 132 p
- Titaouine, M., Meziane, T. 2015.** The influence of altitude and landforms on some biochemical and hematological parameters in Ouled Djellal ewes from arid area of South East Algeria. *Vet world*, 8, 130-134.
- Ungerfeld, R., Rubianes, E. 2002.** Short term primings with different progestagen intravaginal devices (MPA, FGA, and CIDR) for eCG-estrous induction in anestrus ewes. *Small Rumin Res*, 46, 63-66
- Ungerfeld, R., Suarez, G., Carbajal, B., Silva, L., Laca, M., Forsberg, M., Rubianes, E. 2003** Medroxyprogesterone priming and response to the ram effect in Corriedale ewes during the nonbreeding season. *Theriogenology*, 60, 35-45
- Ungerfeld R, Forsberg M, Rubianes E. 2004.** Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod Fertil Dev*,16,479-90.
- Ungerfeld, R., Carbajal, B., Rubianes, E., Forsberg, M. 2005.** Endocrine and ovarian changes in response to the ram effect in medroxyprogesterone acetate-primed corriedale ewes during the breeding and nonbreeding season. *Acta Vet Scand*, 46(1), 33.
- Ungerfeld, R. 2011.** Combination of the ram effect with PGF2 α estrous synchronization treatments in ewes during the breeding season. *Anim Reprod Sci*, 124(1-2), 65-68.
- Uriol, M., Martinez-Ros, P., Rios, A., Encinas, T., Gonzalez-Bulnes, A. 2019.** Onset of estrus and periovulatory events in sheep exposed to 5-and 14-days of CIDR treatment with and without eCG. *Reprod Domest Anim*. <https://doi.org/10.1111/rda.13537>.
- Valocký, I., Mozeš, Š., Lenhardt, L., Kačmárik, J. 2006.** Selected electrolytes and metabolites in the puerperal ewes with twins and singleton. *Medycyna Weterynaryjna*, 62(6), 652-654.
- Van der Linden, D. S., Sciascia, Q., Sales, F., McCoard, S. A. 2013.** Placental nutrient transport is affected by pregnancy rank in sheep. *J Anim Sci*, 91(2), 644-653.
- Van Saun, R. J. 2000.** Blood profiles as indicators of nutritional status. In *Proc. 18th Annu. Western Canadian Dairy Seminar. Red Deer Alberta, Canada* (pp. 1-6).
- Vasava, A. A., Rathwa, S.D., Pathan, M.M., Pande, A.M., Madhira, S.P., Sarvaiya, N.P. 2016.** Evaluation of serum biochemical constituents and hormonal profiles of Surti goats during summer and winter season under intensive production system. *Advances in Life Sciences* 5(18), 7503-7507
- Vasques, M.I., Cavaco-Gonçalves, S., Marques, C.C., Barbas, J.P., Baptista, M.C., Cunha, T.P., Horta, A.E.M. 2006.** The effect of ram exposure previous to progestagen oestrus synchronization on corpus luteum function and fertility in crossbred ewes. *EAAP publication*.119: 343-348.
- Vatankhah, M., Talebi, M. A., Zamani, F. 2012.** Relationship between ewe body condition score (BCS) at mating and reproductive and productive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Rumin Res*, 106(2-3), 105-109.

- Vazquez, M.I., Abecia, J.A., Forcada, F., Casao, A. 2010.** Effect of exogenous melatonin on in vivo embryo viability and oocyte competence of undernourished ewes after weaning during the seasonal anestrus. *Theriogenology*, 74, 618-626.
- Vernon, R.G., Clegg, R.A., Flint, D.J. 1981.** Metabolism of sheep adipose tissue during pregnancy and lactation. Adaptation and regulation. *Biochemical Journal* 200, 307-314.
- Viñoles, C., Rubianes, E. 1998.** Origin of the preovulatory follicle after induced luteolysis during the early luteal phase in ewes. *Can J Anim Sci*, 78, 429-431.
- Viñoles, C., Forsberg, M., Martin, G. B., Cajaville, C., Repetto, J., Meikle, A. 2005.** Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction*, 129, 299-309.
- Viñoles, C., Paganoni, B., Glover, K., Milton, J., Blache, D., Blackberry, M., Martin, G. 2010.** The use of a 'first-wave' model to study the effect of nutrition on ovarian follicular dynamics and ovulation rate in the sheep. *Reproduction*, 140, 865-874.
- Viñoles, C., Paganoni, B., Milton, J.T.B., Driancourt, M.A., Martin, G.B. 2011.** Pregnancy rate and prolificacy after artificial insemination in ewes following synchronization with prostaglandin, sponges or sponges with bactericide. *Anim Prod Sci*, 51, 565-569.
- Viñoles, C., Glover, K., Paganoni, B., Milton, J., Martin, G. 2012.** Embryo losses in sheep during short-term nutritional supplementation. *Reprod Fertil Dev*, 24, 1040-1047.
- Vonnahme, K.A., Hess, B.W., Hansen, T.R., McCormick, R.J., Rule, D.C., Moss, G.E., Murdoch, W.J., Nijland, M.J., Skinner, D.C., Nathanielsz, P.W., Ford, S.P. 2003.** Maternal undernutrition from early- to mid- gestation leads to growth retardation, cardiac ventricular hypertrophy, and increased liver weight in the fetal sheep. *Biol Reprod*, 69, 133-140.
- Vonnahme, K.A., Luther, J.S., Reynolds, L.P., Hammer, C.J., Carlson, D.B., Redmer, D. A., Caton, J.S. 2010.** Impacts of maternal selenium and nutritional level on growth, adiposity, and glucose tolerance in female offspring in sheep. *Domest Anim Endocrinol*, 39(4), 240-248.
- Wallace, J., Da Silva, P., Aitken, R., Cruickshank, M. 1997.** Maternal endocrine status in relation to pregnancy outcome in rapidly growing adolescent sheep. *J Endocrinol*, 155, 359-368.
- Waziri, M.A., Ribadu, A.Y., Sivachelvan, N. 2010.** Changes in the serum proteins, hematological and some serum biochemical profiles in the gestation period in the Sahel goats. *Vet. Arhiv*, 80, 215-224.
- West, H.J. 1996.** Maternal undernutrition during late pregnancy in sheep. Its relationship to maternal condition, gestation length, hepatic physiology and glucose metabolism. *British Journal of Nutrition*, 75, 593-605.
- Westwood, C.T., Lean, I.J., Garvin, J.K. 2002.** Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: A multivariate description. *J Dairy Sci* 85: 3225-3237.
- Williams-Wyss, O., Zhang, S., MacLaughlin, S. M., Kleemann, D., Walker, S. K., Suter, C. M., Copley, J., Morrison, L., Roberts, C T., Caroline McMillen, I. 2014.** Embryo number and periconceptional undernutrition in the sheep have differential effects on adrenal epigenotype, growth, and development. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 307(2), E141-E150.

- Wolfenson, D., Lew, B., Thatcher, W., Graber, Y., Meidan, R. 1997.** Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. *Anim Reprod Sci*, 47, 9-19.
- Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R. 2000.** Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim Reprod Sci*, 60, 535-547.
- Wood, C.E. 2009.** Stressful conditions exposed by fetus during gestation. *J. Reprod. Fert.* 54 (Suppl.), 115
- Wu, G., Bazer, F., Wallace, J., Spencer, T. 2006.** Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *J Anim Sci*, 84, 2316-2337.
- Xue, Y., Guo, C., Hu, F., Liu, J., Mao, S. 2018.** Hepatic Metabolic Profile Reveals the Adaptive Mechanisms of Ewes to Severe Undernutrition during Late Gestation. *Metabolites* 8, 85. doi:10.3390/metabo8040085.
- Yadi, J., Moghaddam, M. F., Khalajzadeh, S., Solati, A.A. 2011.** Comparison of estrus synchronization by PGF 2α , CIDR and sponge with PMSG in Kalkuhi ewes on early anoestrous season. *International Conference on Asia Agriculture and Animal*, 13, 61-65.
- Yildiz, A., Balikci, E., Gurdogan, F. 2005.** Changes in some serum hormonal profiles during pregnancy in single-and twin foetus-bearing Akkaraman sheep. *Medycyna Weterynaryjna*, 61 (10), 1138-1141.
- Yotov, S. 2007.** Determination of the number of fetuses in sheep by means of blood progesterone assay and ultrasonography. *Bulg J Vet Med*, 10, 185-193.
- Yokus, B., Cakir, D. U., Kanay, Z., Gulden, T., Uysal, E. 2006.** Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53(6), 271-276.
- Yunusova, R.D., Neville, T.L., Vonnahme, K.A., Hammer, C.J., Reed, J.J., Taylor, J.B., Redmer, D.A., Reynolds, L.P., Caton, J.S. 2013.** Impacts of maternal selenium supply and nutritional plane on visceral tissues and intestinal biology in 180-day-old offspring in sheep. *J Anim Sci*, 91, 2229-2242.
- Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Celi, L., Guzman, J.L., Malpaux, B. 2009.** Effect of melatonin implants on sexual activity in Mediterranean goat females without separation from males. *Theriogenology*, 72, 910-918.
- Zhang L, Chai M, Tian X, Wang F, Fu Y, He C, Deng S, Lian Z, Feng J, Tan DX, Liu G. 2013.** Effects of melatonin on superovulation and transgenic embryo transplantation in small-tailed han sheep (*Ovis aries*). *Neuro Endocrinology Letters*, 34(4), 294- 301.
- Zidane, A., Niar, A., Ababou, A. 2015.** Effect of some factors on lambs growth performances of the Algerian Ouled Djellal breed. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27, Article #126. Consulté le 9 octobre 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd27/7/zida27126.html>
- Zidane, A., Ababou, A. 2017.** Variations hormonales saisonnières de brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 29. Article #239. Consulté le 9 octobre, 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd29/12/azdi29239.html>
- Zygoiannis, D., Stamataris, C., Friggens, N.C., Doney, J.M., Emmans, G. 1997.** Estimation of the mature weight of three breeds of Greek sheep using condition scoring corrected for the effect of age. *J Anim Sci*, 64, 147-153.



Steroid hormones and energetic metabolites profiles in ewes raised under arid and semi-arid climates of Algeria

Lilia Belkacem, Boubakeur Safsaf, Madjid Tlidi, Smaine Loughraieb & Souhila Belkadi

To cite this article: Lilia Belkacem, Boubakeur Safsaf, Madjid Tlidi, Smaine Loughraieb & Souhila Belkadi (2018): Steroid hormones and energetic metabolites profiles in ewes raised under arid and semi-arid climates of Algeria, Biological Rhythm Research, DOI: [10.1080/09291016.2018.1499373](https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1499373)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1499373>



Published online: 24 Jul 2018.



Submit your article to this journal [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

ARTICLE



Steroid hormones and energetic metabolites profiles in ewes raised under arid and semi-arid climates of Algeria

Lilia Belkacem^a, Boubakeur Safsaf^a, Madjid Tlidjane^a, Smaine Loughraieb^b and Souhila Belkadi^a

^aESPA Laboratory, Department of Veterinary Sciences, Institute of Veterinary and Agricultural Sciences, University of Batna1, Batna, Algeria; ^bOuled Djellal, Biskra, Algeria

ABSTRACT

Serum progesterone, estradiol 17- β and energetic metabolites profiles were investigated during the spring breeding season in non-pregnant and pregnant “Ouled Djellal” ewes bearing singleton or twin fetuses in arid and semi-arid climates of Algeria. Twenty and thirty ewes aged 1 to 4 years from semi-arid and arid zones, respectively, were used. In semi-arid zone, 15 ewes were pregnant (eight carrying one fetus and seven carrying twins). In arid zone, from 24 pregnant ewes, 14 carried singleton and 10 carried twins. Blood sampling were collected before mating, in the first and the last month of pregnancy and after lambing. Significant effect ($p < 0.05$) of litter size was found during early gestation on progesteronemia in arid region and on estradiolemia ($p < 0.05$) in both regions. During late pregnancy significant effect of fetal number was observed in semi-arid ($p < 0.05$) and arid ($p < 0.001$) area for progesterone and only in arid zone ($p < 0.05$) for estradiol. In the present study, no significant effect of litter size was found on serum glucose, cholesterol and triglycerides in both regions. Reproductive hormones profiles and energetic metabolism in pregnant ewes raised in arid zone are more altered than those in semi-arid zone.

ARTICLE HISTORY

Received 26 Jun 2018
Accepted 30 Jun 2018

KEYWORDS

“Ouled Djellal” ewe; Arid; semi-arid; steroid hormones; energetic metabolites; litter size

1. Introduction

Sheep production is a major economic activity in the arid and semi-arid regions in Algeria. Reproduction is a major factor contributing to the efficiency of meat and milk productions. Assessment of progesterone (P4) and estradiol 17- β (E2) levels during different physiological stages is considered one of the most important parameters to determine the fertility status in females (Talebi et al. 2012). Blood is also an important index of several metabolic processes in the organism, which may, in an animal species, vary due to age, sex, physiological conditions, and environmental factors (Ayoub et al. 2003). Blood biochemical metabolites profiles have direct influence on the reproductive performance of animals (Ghani et al. 2017). The determination of changes in metabolism of sheep in various reproductive stages, the identification of abnormal states, and the prediction of some

metabolic disorders, such as pregnancy, toxemia, and fatty liver, could provide some advantage to producers (Balikci et al. 2007).

Breeding season of the predominant sheep breed in Algeria (Ouled Djellal) extends from early April to the end of November (Madani et al. 2009). Several studies have investigated reproductive characteristics related to endocrine and blood biochemical profiles of Ouled Djellal (OD) ewes during different reproductive stages under diverse environmental conditions and different feed regimes (Safsaf et al. 2012, 2014; Deghrouche et al. 2013; Boudebza et al. 2016). The seasonality and sexual activity of OD ewe maintained non-pregnant in semi-arid region were studied via assessment of pituitary and gonadal hormones levels (Zidane and Ababou 2017). While Benyounes et al. (2006) and Safsaf et al. (2012) reported P4 profiles of OD ewe during pregnancy in semi-arid area. The aim of the conducted investigations was to evaluate the effect of reproductive stage and litter size on ovarian steroid hormones (P4 and E2) and energy-related metabolites profiles in OD ewes raised in arid and semi-arid regions during the spring breeding season.

2. Material and methods

The Ethical Committee of the Institute of Veterinary and Agronomic Sciences of Batna 1 University (Algeria) approved all procedures.

2.1. Experimental locations

The study was conducted during the spring breeding season in the Algerian steppe that is characterized by a semi-arid in the northern and arid climates in the southern fringe. The first study was performed in the experimental farm ITELV (Technical Institute of Breeding, Ain Mliila), a semi-arid region of eastern Algeria located at 775 m of altitude (36°2' N and 6°34'E), characterized by cold winters (1°–5°C in January) and hot and dry summers (33°–40°C in August). The second experiment was carried out in a private sheep farm located at El-Doucen, an arid region of southeastern Algeria (latitude 34° 06' N; longitude 5° 01' E) characterized by a dry climate, low rainfall, an average summer temperature of 42°C and dry pastures.

2.2. Animals and experimental design

The study included 20 OD ewes from semi-arid zone free from any clinically detectable abnormalities, aged 1 to 4 years with body condition scoring (BCS) ranging from 2.5 to 3.5 on a scale of 1–5. Synchronization of estrus was carried out by the ram effect where the rams were separated for 2 months prior the mating. Ewes were mated naturally. 15 ewes were pregnant (eight carrying one fetus and seven carrying twin fetuses) and 5 non-pregnant. Animals were grazed on natural pasture and were fed concentrates and hay, with free access to water and mineral licks.

Thirty ewes, apparently healthy kept under natural field conditions, aged between 1 and 4 years with BSC ranged between 2.5 and 3.5, were used in arid zone. Estrus was synchronized during the spring breeding season with progestagens intravaginal sponges (FGA 20 mg, Chronogest, Intervet) for 14 days followed by an intra muscular injection of 400 IU PMSG (Folligon, Intervet)/ewe. All ewes were exposed to fertile OD

rams after device withdrawal. Twenty-four ewes were pregnant (14 carrying singleton fetus and 10 carrying twin fetuses) while six remained non-pregnant. The flock was bred under semi extensive management conditions. Ewes were grazed on natural pasture and received barley grain, wheat bran and barley straw. Water was distributed once a day and animals have free access to mineral licks.

2.3. Blood sampling, biochemical and steroids hormones assays

Blood samples were collected before the morning feeding from all females via jugular venipuncture into vacutainer tubes without anticoagulant at four times: before ram's introduction and before estrus synchronization in semi-arid and arid zones, respectively, in early pregnancy (1 month after ram's introduction and sponge removal), in late pregnancy (last month) and after lambing (20–30 days post-partum). Serum was separated by centrifugation at 3000 rpm for 15 mn and stored at -20°C until analysis. Serum concentrations of progesterone and estradiol 17- β were determined using chemiluminescence immunoassay by an automated system by Progesterone II kit (Cobas[®], Roche) and Estradiol II kit (Cobas[®], Roche), respectively. The concentrations of glucose, total cholesterol and triglycerides were performed by enzymatic colorimetric test in an automated biochemical analyser Cobas 6000 using commercial kits (Cobas[®]).

2.4. Statistical analysis

The results of ovarian steroid hormones and biochemical parameters at different reproductive stages were presented as mean values \pm SEM and were subjected to statistical analysis with one-way analysis of variance (ANOVA) test followed by *post-hoc* Tukey's test for detection of significant differences between single, twin and non-pregnant ewes in all sampling periods in arid and semi-arid regions. Independent samples *T*-test was used to determine differences for each sample period between pregnant ewes bearing single fetus, pregnant ewes bearing twin fetuses and non-pregnant ewes in arid and semi-arid areas. Multifactorial ANOVA was used for effects and interactions of variables. All statistical analyses were performed using Graphpad prism 7.00 software. A $p < 0.05$ was considered statistically significant.

3. Results

Changes in serum P4, E2 and energy-related metabolites in non-pregnant OD ewes and ewes with singleton and twin fetuses during different reproductive stages in arid and semi-arid regions are presented in Tables 1 and 2. The main effects and their interactions for all variables are given in Table 3. Correlations between the concentrations of biochemical parameters and hormones are set in Table 4.

3.1. Steroid hormones profiles

The serum P4 and E2 concentrations (Table 1), in both studied zones, showed an increasing trend with the advance of gestation and increased litter size. Highest levels were registered

Table 1. Serum progesterone and estradiol 17-β levels (mean ± SEM) in OD ewes during different reproductive status in semi-arid and arid regions.

Parameters	Region period	Semi arid								Arid							
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4				
Progesterone (ng /mL)	Single	0.91 ± 0.24	3.65 ± 0.29b***	19.30 ± 1.54 a**	0.16 ± 0.02b***	0.16 ± 0.04c***	0.59 ± 0.20	3.72 ± 0.33a*	24.5 ± 0.91a***	0.20 ± 0.02b***							
	Twin	0.86 ± 0.46	4.53 ± 0.34 c***	27.00 ± 2.18c***	0.29 ± 0.04c***	0.29 ± 0.04c***	1.07 ± 0.32	5.20 ± 0.48b***	32.10 ± 1.49b***	0.30 ± 0.03c***							
Estradiol17-β (pg /mL)	Single	68.9 ± 4.64A*	131.0 ± 7.55a*	0.25 ± 0.06	0.81 ± 0.32 b***	2.45 ± 0.59	0.83 ± 0.54	0.65 ± 0.24c***	2.71 ± 0.76c***	1.71 ± 0.30							
	Twin	62.5 ± 6.73	171 ± 9.15c**	239 ± 12.70 b**	24.80 ± 2.76b***	24.80 ± 2.76b***	105 ± 9.47	145 ± 7.68	237.00 ± 9.51a*	25.10 ± 3.86 b***							
Control	Single	68.3 ± 8.33	123 ± 12.8	112.± 11.10	32.90 ± 3.65c***	32.90 ± 3.65c***	105 ± 18.60	174 ± 4.00	286.00 ± 12.70 b***	38.50 ± 5.71 c***							
	Twin	68.3 ± 8.33	123 ± 12.8	112.± 11.10	97.70 ± 5.50	97.70 ± 5.50	102 ± 19.7	142 ± 10.2	120 ± 19.70c***	118.± 20.5							

P1: pre-mating period, P2: early pregnancy, P3: late pregnancy, and P4: early lactation

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; a: single vs. control; b: single vs. twin; c: twin vs. control

A : single semi-arid vs. single arid; B: twin semi-arid vs. twin arid; C: control semi-arid vs. control arid

Semi-arid zone: single $n = 8$; Twin $n = 7$; control $n = 5$.

Arid zone: single $n = 14$; Twin $n = 10$; control $n = 6$.

Table 2. Serum energetic metabolites levels (mean ± SEM) in OD ewes during different reproductive status in semi-arid and arid regions.

Parameters	Region period	Semi arid				Arid			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Glucose (g/L)	Single	0.64 ± 0.03A***	0.60 ± 0.03	0.45 ± 0.07	0.54 ± 0.04	0.52 ± 0.01	0.55 ± 0.01	0.37 ± 0.02 b***	0.55 ± 0.03
	Twin	0.66 ± 0.03 B***	0.61 ± 0.03B*	0.43 ± 0.03	0.60 ± 0.02	0.53 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.38 ± 0.02 c***	0.52 ± 0.02
Cholesterol (g/L)	Single	0.62 ± 0.01C*	0.63 ± 0.04	0.63 ± 0.02C*	0.64 ± 0.03C*	0.54 ± 0.03	0.52 ± 0.03	0.53 ± 0.03	0.53 ± 0.03
	Twin	0.56 ± 0.04A**	0.60 ± 0.03A***	0.60 ± 0.02A**	0.53 ± 0.03A**	0.72 ± 0.03	0.72 ± 0.01 b*	0.71 ± 0.02	0.66 ± 0.02
Triglycerides (g/L)	Single	0.57 ± 0.05B*	0.60 ± 0.06B*	0.61 ± 0.04B***	0.53 ± 0.03B*	0.70 ± 0.03	0.73 ± 0.02 c*	0.73 ± 0.03	0.65 ± 0.03
	Twin	0.56 ± 0.07	0.59 ± 0.03	0.57 ± 0.03	0.59 ± 0.03	0.65 ± 0.03	0.64 ± 0.04	0.62 ± 0.04	0.66 ± 0.03
Control	Single	0.13 ± 0.01	0.16 ± 0.02	0.24 ± 0.03 A**	0.14 ± 0.01 A*	0.12 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.37 ± 0.02 b***	0.24 ± 0.03
	Twin	0.13 ± 0.02	0.18 ± 0.02	0.23 ± 0.03B***	0.16 ± 0.03	0.13 ± 0.01	0.18 ± 0.02	0.39 ± 0.02 c***	0.24 ± 0.04
Control	Single	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.19 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.19 ± 0.02	0.21 ± 0.01
	Twin	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.19 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.19 ± 0.02	0.21 ± 0.01

P1: pre-mating period, P2: early pregnancy, P3: late pregnancy, and P4: early lactation.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; a: single vs. twin; b: single vs. control; c: twin vs. control

A : single semi-arid vs. single arid; B: twin semi-arid vs. twin arid; C: control semi-arid vs. control arid

Semi-arid zone: single $n = 8$; Twin $n = 7$; control $n = 5$.

Arid zone: single $n = 14$; Twin $n = 10$; control $n = 6$.

Table 3. Effects of zone, sampling period, litter size and their interactions.

	Zone	Period	L S	Zone*Period	Zone*LS	Period* LS	Zone*Period*LS
P4	***	***	***	***	NS	***	NS
E2	***	***	***	NS	NS	***	NS
GLU	***	***	***	NS	NS	***	NS
CHOL	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS
TG	***	***	NS	***	NS	***	NS

NS, non significant. *** $p < 0.001$.

LS: litter size, P4: progesterone, E2: estradiol 17- β , GLU: glucose, and CHOL: cholesterol, TG: triglycerides.

Table 4. Correlation coefficients between reproductive hormones and serum energy metabolites.

Para-meter	Semi-arid zone				Arid zone			
	P4 (ng/mL)	E2 (pg/mL)	GLU (g/L)	CHOL (g/L)	P4 (ng/mL)	E2 (pg/mL)	GLU (g/L)	CHOL (g/L)
E2 (pg/mL)	0.846***				0.784***			
GLU (g/L)	-0.521***	-0.429***			-0.656***	-0.601***		
CHOL (g/L)	0.133 NS	0.230*	0.006 NS		0.185*	0.219*	-0.121 NS	
TG (g/L)	0.474***	0.557***	-0.198 NS	0.176NS	0.669***	0.438***	-0.481***	0.084 NS

NS: non significant. * $p < 0.05$ and *** $p < 0.001$.

P4: progesterone, E2: estradiol 17- β , GLU: glucose, CHOL: cholesterol, and TG: triglycerides.

during late pregnancy in ewes bearing multiple fetuses in arid area compared to semi-arid one (32.10 ± 1.49 ng/mL vs. 27.00 ± 2.18 ng/mL, for P4 and 286.00 ± 12.70 pg/mL vs. 271.00 ± 12.50 pg/mL for E2). Significant effect of litter size on P4 level was found in arid zone ($p < 0.05$) during early pregnancy and in both regions in late pregnancy ($p < 0.05$ and $p < 0.001$ in semi-arid and arid areas, respectively). For E2, a significant difference ($p < 0.05$) between ewes bearing single and twin lambs during early pregnancy was recorded in arid and semi-arid regions, while in late pregnancy the effect of fetal number was noted only for arid zone ($p < 0.05$). After lambing, higher E2 levels ($p < 0.001$) were found in control group compared to lactating ewes. P4 and E2 levels were significantly affected ($p < 0.001$) by the sampling period, litter size and region (Table 3).

3.2. Serum energetic metabolites profiles

ANOVA test (Table 2) reveals significantly ($p < 0.001$) lower glucose levels in single and twin bearing ewes compared to non-pregnant ones in arid zone during late pregnancy. Throughout all sampling periods, higher levels of cholesterol were observed in arid zone compared to semi-arid one in pregnant ewes with singleton or twin fetuses. Triglycerides during late pregnancy in arid zone showed higher levels in single ($p < 0.01$) and twin ($p < 0.001$) bearing ewes compared to those in semi-arid zone. Table 3 shows significant effect of sampling period, litter size and region on glucose concentration while cholesterol level was only affected by raising zone. Significant effect of sampling period and region was found for triglycerides. Results (Table 4) indicates that there are significant negative correlations between glucose and P4, E2 in both regions and a negative correlation ($r = -0.481$, $p < 0.001$) between triglycerides and glucose in arid zone.

4. Discussion

4.1. Steroid hormones profiles

Understanding the hormonal changes during pregnancy furnishes a background for ovarian and placental function during this important reproductive stage (Kandiel et al. 2010). The present overall trend of P4 profile before, throughout pregnancy, and after parturition in OD ewes with singleton or twin fetuses in arid and semi-arid climates agrees with that described by many earlier reports (Ozpinar and Firat 2003; Farghaly et al. 2011; Safsaf et al. 2012; Khan et al. 2014). Peripheral P4 levels showed a gradual increase with advance of pregnancy with highest values at the end of gestation in both regions. The P4 concentrations during early pregnancy in both regions are higher than those obtained in OD ewes by Benyounes et al. (2006) and in Kari ewes by Khan et al. (2014), but lower than values reported by Alwan et al. (2010) in Iraqi sheep. The finding of significant ($p < 0.001$) differences in the concentrations of P4 between ewes bearing one or multiple fetuses and non-pregnant ones in both considered areas during early pregnancy agree with Boscós et al. (2003). In contrast, Mukasa-Mugerwa and Viviani (1992) and Manalu and Sumaryadi (1998b), respectively, in Menz and Javanese Thin-Tail found no significant differences in the first three weeks after insemination between non-pregnant and pregnant ewes bearing one or two fetuses. In addition, the fetal number had no effect on serum P4 concentration during the embryonic phase in semi-arid region in accordance with earlier reports (Manalu and Sumaryadi 1998b; Boscós et al. 2003; Yotov 2007). However in arid zone, a significant ($p < 0.05$) difference between ewes carrying one and twin fetuses was found in semi-arid area in early pregnancy which is in agreement with Müller et al. (2003) who stated that fetal number can be determined from the 19th day of pregnancy via the P4 concentration with 78% of accuracy. The highest P4 concentrations observed at the end of gestation in arid zone are comparable to the values reported by Ozpinar and Firat (2003) at 120 days of pregnancy (30 ± 4.9 ng/mL). However, other studies (Benyounes et al. 2006; Khan et al. 2014) reported lower P4 levels at the same time of estimation. Moreover, mean P4 concentration in late pregnancy in both studied zones for ewes bearing one or twin fetuses were higher than those described by Safsaf et al. (2012) in multiparous and primiparous pregnant OD ewes (20.67 ± 4.01 and 18.95 ± 5.28 ng/mL) in semi-arid zone, but the P4 profile throughout gestation was similar. Additionally, the present data were lower than values reported by Farghaly et al. (2011) at 140 days of pregnancy in Rahmani (55.80 pg/ml) and Ossimi (46.65 pg/ml) breeds. Furthermore, Manalu and Sumaryadi (1998a) found that ewes carrying multiple fetuses had 54% higher ($p < 0.01$) average serum P4 concentration than those carrying single fetus; and the dramatic increase in maternal serum P4 levels during the fetal phase (second half of pregnancy) in sheep is due to additional secretion from extra ovarian sources (placenta). P4 levels were higher, but statistically insignificant in pregnant ewes reared in arid zone, except for ewes with singleton fetus in late pregnancy ($p < 0.01$), compared with those for semi-arid area; and they could be attributed to nutritional or climatic conditions which could affect reproductive activity of ewes. The abrupt P4 decline to basal values after lambing, in consistence with previous studies (Farghaly et al. 2011; Safsaf et al. 2012; Khan et al. 2014), is due to the regression of the corpus luteum and discard of placenta (Ozpinar

and Firat 2003). Moreover, the significantly ($p < 0.001$) higher P4 means in non-pregnant ewes in the last sampling time, compared to early lactating ewes for both regions, is resulted probably from continuous ovarian activity of ewes when conducting blood sampling (Safsaf et al. 2012).

Serum estradiol-17 β level increased with gestation progress and decreased sharply after parturition (Table 1). This overall trend of E2 secretion coincides well with that described by earlier studies in sheep and goat (Alwan et al. 2010; Yildiz et al. 2005; Shwetha et al. 2017). Despite relatively higher E2 values of OD ewes in arid region, there is no significant difference with those in semi-arid region. Moreover, increased levels of E2 observed before estrus synchronization in arid zone may reflect the ovarian activity of ewes; since no separation of males from females was practiced in this farm. Similar result was recorded in goats before mating by Kandiel et al. (2010). In addition, obtained data for pregnant ewes in both zones were higher than values reported in sheep by Roy et al. (2012) in early (22.4 ± 0.08 pg/ml) and late pregnancy (180.08 ± 0.07 pg/mL) and by Ozpinar and Firat (2003) at 100 and 120 days of gestation (20 ± 1.9 and 22 ± 3.7 pg/mL, respectively). Furthermore, Hamon and Heap (1990) reported that plasma E2 remained at steady level for the majority of pregnancy (27.24–81.72 pg/mL). Similar to our finding, increase in maternal E2 concentration during late gestation was described in sheep (Alwan et al. 2010; Khan et al. 2014) and goat (Alwan et al. 2010; Kandiel et al. 2010). Moreover, Farghaly et al. (2011) noted that plasma E2 concentration increases with pregnancy reaching its maximal levels at 145th day of pregnancy period (685.91 and 366.72 pg/dL in Rahmani and Ossimi, respectively) without statistical significant difference between the two breeds. The role of estrogen during late gestation appears to be related to various physiological functions occurring at parturition (Jainudeen and Hafez 2000) and to mammary gland growth (Shwetha et al. 2017). Furthermore, estrogen increase during late pregnancy could be an important factor involved in decreased feed intake (Green et al. 1994). E2 concentrations were higher in ewes bearing twin fetuses compared to those with singleton fetus at different periods for both areas. The statistical significant effect ($p < 0.05$) of litter size was observed in early pregnancy for semi-arid zone and in late pregnancy for arid zone in accordance to Salah's (1994) observations in Aardi goats. In addition, Yildiz et al. (2005) in akkaraman ewes found significantly higher ($p < 0.001$) levels in twin pregnant ewe compared to single pregnant ones at 60, 100 and 150 days of gestation. However, Butler et al. (1981) found no significant difference between ewes bearing single or twin lambs. This fact was registered in the current study during early pregnancy for arid region and in late gestation for semi-arid region.

In Kari ewes, Khan et al. (2014) reported that the amplitude of secretory concentrations of P4 and E2 throughout gestation was related to its duration. According to Manalu et al. (1995), the fetal number affects strongly the progesteronemia and to a lesser extend that of estradiolemia during gestation. This indicates that the placental mass constitutes a determinant factor of circulating levels of P4 and E2 in maternal serum (Manalu et al. 1995). In a later study, Sumaryadi and Manalu (1999) reported that serum P4 and E2 concentrations as early as 8 weeks of pregnancy in sheep could predict the number of carried fetuses with 86.7% of precision.

Highest values of reproductive hormones registered in arid region could be attributed to nutritional rather than climatic conditions. According to Muñoz et al. (2008), the level

of nutrition and peripheral P4 concentrations are inversely related. Similarly, Adams et al. (1994) stated that food restriction is associated with higher plasma concentration of E2 in ewes. These differences could be ascribed to reduced metabolic clearance of P4 (Parr et al. 1993) and E2 (Adams et al. 1994) by the liver.

4.2. Serum energetic metabolites profiles

Significant differences in biochemical parameters are associated to changing physiology of the females before, during pregnancy and after lambing (Gürgöze et al. 2009). Most parameters (Table 2) showed results within the reference ranges given in literature for healthy sheep (Kaneko et al. 2008). In the current study for all sampling times, the lowest values of glycemia were recorded in arid zone than in semi-arid one; they result probably from the restriction of feed intake. The lower levels recorded in blood of pregnant ewes compared to non-pregnant ones observed in arid zone are in agreement with previous reports (Antunović et al. 2011; Deghnouche et al. 2013; Talawar et al. 2016). Furthermore, for both regions during pregnancy no significant difference was found between ewes with different litter size while González-García et al. (2015) stated higher glycemia in twin bearing ewes compared to single bearing ones. However, other researchers (El-Tarabany 2012; Moallem et al. 2012; Raoofi et al. 2015) observed lower serum glucose levels in ewes with twin than in singleton bearing ewes; and this in relation to the larger metabolic demand in the twin bearing ewes (Balikci et al. 2007). In addition, glycemia showed a decrease in late pregnancy for both types pregnant ewes in both breeding zones in accordance to earlier studies in other sheep breeds (Balikci et al. 2007; Gürgöze et al. 2009; Teleb et al. 2014). The low glucose levels in high pregnancy are associated with fetus development and mobilization of maternal glucose to fetal circulation (Jacob and Vadodaria 2001) or to reduced intake of easily digestible carbohydrates in summer, which coincided with late pregnancy (Antunović et al. 2002). Moreover, higher glycemia in lactating ewes compared to pregnant ones in both breeding zones, were also observed by Balikci et al. (2007) and Mohammadi et al. (2016). This rise may reflect the recovery of feed intake and improving energy status of ewes after lambing (Mohammadi et al. 2016).

In the current study, no significant effect of fetal number on cholesterolemia was recorded. However, earlier reports (Balikci et al. 2007; El-Tarabany 2012; Raoofi et al. 2015) stated higher cholesterol levels in twins compared to singletons bearing ewes; whereas Moallem et al. (2012) noted lowest cholesterol values with increased litter size. The non-significant effect of physiological status observed in semi-arid region was in agreement with Ozpinar and Firat (2003) and Deghnouche et al. (2013). Moreover, the highest levels ($p < 0.05$) of cholesterol in pregnant ewes compared to non-pregnant ones observed in arid zone during early gestation are in accordance with Sharma et al.'s (2015) observations. In addition, the decreased cholesterol level in early lactation observed in arid and semi-arid regions is consistent with the findings of Nazifi et al. (2002) and Boudebza et al. (2016); and that may be due to the increased uptake of cholesterol by the tissues involved in the synthesis of milk (Nazifi et al. 2002). In contrast, Sharma et al. (2015) registered significantly higher cholesterolemia in *post-partum*/early lactation than in other reproductive stages; while Soumaya et al. (2017) found no significant difference between pregnant and lactating OD ewes. The higher levels of cholesterol observed during all periods in arid zone compared

to semi-arid one in pregnant ewes with singleton or twin fetuses are consistent with an increasing energy requirements and negative energy balance (Antunovic et al. 2011).

In this study, no significant difference was found in serum triglycerides concentrations between single and twin bearing ewes at all periods in both regions. Moallem et al. (2012) and González-García et al. (2015) found that plasma triglycerides levels were higher in ewes bearing single than in ewes with twin. In contrast, El-Tarabany (2012) reported that cholesterol and triglyceride levels decreased significantly in ewes that conceived single fetus than those conceived twin fetuses with 5.66 and 9.36%, respectively. Higher triglycerides concentrations recorded with pregnancy progress were in accordance with the findings of Antunovic et al. (2011) and Safsaf et al. (2012). This increase during late pregnancy may be due to insulin, which plays a direct role in adipose tissue metabolism during pregnancy; its responsiveness is significantly reduced in ewes during late pregnancy (Jainudee and Hafez 2000). Furthermore, the significant decrease of triglycerides levels in blood of lactating ewes compared to pregnant ones was stated by previous studies (Nazifi et al. 2002; González-García et al. 2015; Boudebza et al. 2016; Mohammadi et al. 2016). The significant lower levels of triglyceridemia in semi-arid zone compared to arid one for both pregnant ewes in late pregnancy may indicate that the feeding regime had been sufficient to meet the increased energy requirements during pregnancy in this region and a lipomobilization in ewes of arid region.

5. Conclusion

From the present study, it can be concluded that OD ewes in arid and semi-arid regions have similar pattern of change for hormonal and biochemical profiles before, throughout gestation and after lambing. The effect of pregnancy was significantly manifested in arid region compared to semi-arid one. Higher steroid hormones levels in this region reflect the nutritional status of ewes. Significant lower glycemia, higher cholesterol and triglycerides levels during late pregnancy confirm increased metabolic activities related to the maximum fetal growth in this period. Values within the reference ranges confirm that OD ewe adapt its metabolism to existing nutritional and climatic conditions. The experimental findings also suggest that sheep of arid region should be supplemented during the critical phase of late pregnancy.

Acknowledgments

The authors thank the Director and staff of the Technical Institute of Breeding "ITELV" Ain M'lila for their cooperation in carrying out the study.

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

References

Adams NR, Abrondi JA, Briegel JR, Sanders MR. 1994. Effect of diet on the clearance of estradiol-17 β in the ewe. *Biol Reprod.* 51(4):668–674.

- Alwan AF, Amin FAM, Ibrahim NS. 2010. Blood progesterone and estrogen hormones level during pregnancy and after birth in Iraqi sheep and goat. *Bas J Vet Res.* 10(2):153–157.
- Antunović Z, Novoselec J, Sauerwein H, Šperanda M, Vegara M, Pavic V. 2011. Blood metabolic profile and some hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulg J Agric Sci.* 17:687–695.
- Antunović Z, Šencic D, Šperanda M, Liker B. 2002. Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters. *Small Rumin Res.* 45(1):39–44.
- Ayoub MA, El- Khouly AA, Mohamed TM. 2003. Some hematological and biochemical parameters and steroid hormone level in the one – humped camel during different physiological conditions. *Emir J Agric Sci.* 15(1):44–55.
- Balikci E, Yildiz A, Gürdoğan F. 2007. Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. *Small Rumin Res.* 67(2–3):247–251.
- Benyounes A, LAmrani F, Melode SN, Sulon J, Folch J, Beckers JF, Guellati MA. 2006. Suivi de la gravidité chez la brebis Ouled Djellal par dosage de la protéine associée à la gestation et de la progestérone. *Rev Elev Med Vet Pays Trop.* 59(1–4):65–73.
- Boscós CM, Samartzi FC, Lymberopoulos AG, Stefanakis A, Belibasaki S. 2003. Assessment of progesterone concentration using enzyme immunoassay for early pregnancy diagnosis in sheep and goats. *Reprod Domest Anim.* 38(3):170–174.
- Boudebza A, Arzour-Lakhel N, Abdeldjelil MC, Dib AL, Lakhdara N, Benazzouz H, Benlatreche C. 2016. Blood biochemical parameters in Ouled Djellal ewes in the periparturient period. *Der Pharma Chemica.* 8:406–410.
- Butler WR, Fullenkamp SM, Cappiello LA, Handwerger S. 1981. The relationship between breed and litter size in Sheep and maternal serum concentrations of placental lactogen, estradiol and progesterone. *J Anim Sci.* 53(4):1077–1081.
- Deghnouche K, Tlidjane M, Meziane T, Touabti A. 2013. Influence of physiological stage and parity on energy, nitrogen and mineral metabolism parameters in the Ouled Djellal sheep in the Algerian southeast arid area. *Afr J Agric Res.* 8(18):1920–1924.
- El-Tarabany AA. 2012. Physiological changes in ewes conceived single or twin fetuses related with survivability of lambs. *Arab J Nucl Sci appl.* 45(3):223–235.
- Farghaly HAM, El-Sayed AI, Nada TM. 2011. Effect of breed of female local sheep on blood biochemical and sexual hormonal levels during mating, pregnancy and lactation. *J Rad Res Appl Sci.* 4(4B):1317–1332.
- Ghani MU, Ahmad I, Ahmad N, Ijaz N, Mehfooz A. 2017. Hematology, serum total cholesterol and thyroid hormone concentrations in cyclic and acyclic Nili-Ravi buffaloes. *Pak Vet j.* 37(1):31–34.
- González-García E, Tesniere A, Camous S, Bocquier F, Barillet F, Hassoun P. 2015. The effects of parity litter size, physiological state, and milking frequency on the metabolic profile of Lacaune dairy ewes. *Domest Anim Endocrinol.* 50:32–44.
- Green DA, Brink DR, Bauer ML. 1994. Characterization of feed intake and estradiol-17 beta during gestation and lactation in twin-bearing ewes. *Small Rumin Res.* 13(2):153–158.
- Gürgöze SY, Zonturlu AK, Ozyurtlu N, Icen H. 2009. Investigation of some biochemical parameters and mineral substance during pregnancy and postpartum period in Awassi ewes. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 15(6):957–963.
- Hamon MH, Heap RB. 1990. Progesterone and oestrogen concentrations in plasma of Barbary sheep (aoudad, *Ammotragus lervia*) compared with those of domestic sheep and goats during pregnancy. *J Reprod Fertil.* 90(1):207–211.
- Jacob N, Vadodaria VP. 2001. Levels of glucose and cortisol in blood of Patanwadi ewes around parturition. *Ind Vet J.* 78:890–892.
- Jainudeen MR, Hafez ESE. 2000. Gestation, prenatal physiology and parturition. In: Hafez B, Hafez ESE, Eds. *Reproduction in farm animals.* 7th ed. Philadelphia: Williams and Wilkins; p. 140–155.
- Kandiel MMM, Watanabe G, Sosa GA, Abou El-Roos MEA, Abdel-Ghaffar AE, Li JY, Manabe N, El Azab AI, Taya K. 2010. Profiles of Circulating Steroid Hormones, Gonadotropins, Immunoreactive Inhibin and Prolactin during Pregnancy in Goats and Immunolocalization of Inhibin Subunits, Steroidogenic Enzymes and Prolactin in the Corpus Luteum and Placenta. *J Reprod Dev.* 56(2):243–250.

- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press; p. 928.
- Khan M, Ahmad S, Khan M, Zeb MT. 2014. Hormonal profile of Kari ewes with variable gestation length. *Pak Vet J*. 34(4):548–550.
- Madani T, Chouia F, Abbas K. 2009. Effect of Oestrus Synchronisation and Body Condition on Reproduction of Anoestrous Ouled Djellal Ewes. *Asian J Anim Vet Adv*. 4(1):34–40.
- Manalu W, Sumaryadi MY. 1998a. Maternal serum progesterone concentration during gestation and mammary gland growth and development at parturition in Javanese thin-tail ewes carrying a single or multiple fetuses. *Small Rumin Res*. 27(2):131–136.
- Manalu W, Sumaryadi MY. 1998b. Maternal serum progesterone concentration during pregnancy and lamb birth weight at parturition in Javanese Thin-Tail ewes with different litter sizes. *Small Rumin Res*. 30(3):163–169.
- Manalu W, Sumaryadi MY, Kusumorini N. 1995. The effects of fetal number on maternal serum progesterone and estradiol of ewes during pregnancy. *Bull Anim Sci spec Edn*. 237–241.
- Moallem U, Rozov A, Gootwine E, Honig H. 2012. Plasma concentrations of key metabolites and insulin in late-pregnant ewes carrying 1 to 5 fetuses. *J Anim Sci*. 90(1):318–324.
- Mohammadi V, Anassori E, Jafari S. 2016. Measure of energy related biochemical metabolites changes during peri-partum period in Makouei breed sheep. *Vet Res Forum*. 7(1):35–39.
- Mukasa-Mugerwa E, Viviani P. 1992. Progesterone concentrations in peripheral plasma of Menz sheep during gestation and parturition. *Small Ruminant Research*. 8(1–2):47–53.
- Müller T, Schubert H, Schwab M. 2003. Early prediction of fetal number in sheep based on peripheral plasma progesterone concentrations and season of the year. *Vet Record*. 152(5):137–138.
- Muñoz C, Carson AF, McCoy MA, Dawson LER, O'Connell NE, Gordon AW. 2008. Nutritional status of adult ewes during early and mid-pregnancy. 1. Effects of plane of nutrition on ewe reproduction and offspring performance to weaning. *Animal*. 2(1):52–63.
- Nazifi S, Saeb M, Ghavami SM. 2002. Serum lipid profile in Iranian fat-tailed sheep in late pregnancy, at parturition and during the post-parturition period. *J Vet Med Series A*. 49(1):9–12.
- Ozpinar A, Firat A. 2003. Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakýz ewes. 2. Changes in plasma progesterone, estradiol-17 β and cholesterol levels. *Ann Nutr Metab*. 47(3–4):139–143.
- Parr RA, Davis IF, Miles MA, Squires TJ. 1993. Liver blood-flow and metabolic-clearance rate of progesterone in sheep. *Res Vet Sci*. 55(3):311–316.
- Raoofi A, Jafarian M, Saf SH, Vatankhah M. 2015. Comparison of energy related metabolites during peri-parturition period in single and twin-bearing Lori-Bakhtiari ewes. *Iran J Vet Med*. 9(3):149–154.
- Roy N, Ishwar AK, Mishra SN. 2012. Estimation of steroidal hormones in ovine during different stages of pregnancy. *Veterinary Practitioner*. 13(1):93–94.
- Safsaf B, Tlidjane M, Mamache B, Dehimi MA, Boukrouh H, Hassan Aly A. 2012. Influence of age and physiological status on progesterone and some blood metabolites of Ouled Djellal breed ewes in east Algeria. *Global Veterinaria*. 9(2):237–244.
- Safsaf B, Tlidjane M, Mamache B, Dehimi MA, Boukrouh H, Hassan Aly A. 2014. Effect of age and physiological status on some serum energy metabolites and progesterone in Ouled Djellal breed ewes in Algeria. *International Journal Biological, Biomolecular, Agricultural, Food Biotechnological Engineering*. 8(12):1356–1361.
- Salah MS. 1994. Pre and postpartum levels of serum progesterone and oestradiol 17 β in Aardi goats. *Der Tropenlandwirt*. 95(4):77–86.
- Sharma A, Kumar P, Singh M, Vasishtad NK. 2015. Haemato-biochemical and endocrine profiling of northwestern Himalayan Gaddi sheep during various physiological/reproductive phases. *Open Vet J*. 5(2):103–107.
- Shwetha HS, Narayana Swamy M, Krishnaswamy A, Ranganath L, Rathnamma D, Tejaswi V. 2017. Reproductive Hormonal profile in NARI Suwarna ewes at different stages of pregnancy and diestrus stage. *Bull Env Pharmacol Life Sci*. 6(7):69–72.
- Soumaya B, Abdennour C, Taguig A. 2017. Studies on some biochemical markers of Ouled Djellal ewes from semi-arid zone. *J Bio Env Sci*. 11(6):274–283.

- Sumaryadi MY, Manalu W. 1999. Prediction of litter size based on hormones and blood metabolites concentrations during pregnancy in Javanese thin-tail ewes. *Asian-Aus J Anim Sci.* 12(5):682–688.
- Talawar M, Veena T, Kalmath GP. 2016. Biochemical and mineral profile in nari suwarna ewes during late pregnancy and early postpartum period. *Int J Sci Nature.* 7(4):772–774.
- Talebi J, Moghaddam A, Souri M, Mirmahmoudi R. 2012. Steroid hormone profile of Markhoz does (Iranian Angora) throughout estrous cycle and gestation period. *Trop Anim Health Prod.* 44(2):355–360.
- Teleb DF, Ahmed NAH, Tag El-Din HA, Abou el soud SM, Hassan OM. 2014. Study on levels of some blood hormonal and biochemical constituents during different reproductive status in Saidi ewes. *Egypt J Sheep Goat Sci.* 9(3):105–113.
- Yildiz A, Balikci E, Gurdogan F. 2005. Changes in some serum hormonal profiles during pregnancy in single- and twin-fœtus bearing Akkaraman sheep. *Medycyna Wet.* 61(10):1138–1141.
- Yotov S. 2007. Determination of the number of fetuses in sheep by means of blood progesterone assay and ultrasonography. *Bulg J Vet Med.* 10(3):185–193.
- Zidane A, Ababou A 2017. Seasonal hormonal variations of Ouled Djellal ewes in the region of Chlef, Algeria. *Livestock Research for Rural Development* 29, Article #239. [Accessed 2017 Dec 30]. <http://www.lrrd.org/lrrd29/12/azdi29239.html>

Résumé

La production ovine représente une activité économique majeure dans les régions arides et semi-arides. Pour déterminer l'effet du statut physiologique, du stade de gestation, de la taille de portée sur le profil métabolique et celui des hormones de la reproduction (Progestérone, œstradiol 17- β) des brebis Ouled-Djellal au cours d'un cycle de production correspondant à la lutte de printemps, vingt et trente brebis entre 1 et 4 ans provenant respectivement de zones semi-arides et arides ont été utilisées. Dans la région semi-aride, 15 brebis étaient fertiles (8 à portée simple et 7 à portée double). En zone aride, 24 brebis ont été gestantes (14 portant un fœtus et 10 portant des doublés). Les échantillons sanguins ont été prélevés un mois avant la lutte, en début (premier mois), au milieu (troisième mois) de gestation, en fin de gestation (dernier mois) et après agnelage (20- 30 jours post-partum). Les concentrations sériques en progestérone (P4) et œstradiol 17- β (E2) augmentent avec l'avancement de la gestation et la taille des portées dans les deux régions avec des taux plus élevés en fin de gestation chez les brebis à portées doubles en zone aride. Un effet significatif ($p < 0,05$) du nombre de fœtus sur la progestéronémie a été relevé en début de gestation en région aride et sur l'œstradiolémie ($p < 0,05$) dans les deux régions. En fin de gestation, un effet significatif du nombre fœtal a été observé dans la zone semi-aride ($p < 0,05$) et dans la zone aride ($p < 0,001$) pour la P4 et seulement pour l'E2 ($p < 0,05$) en zone aride. Les teneurs plus élevées chez les femelles gestantes (à portée simple et double) en zone aride comparée à la zone semi-aride traduisent l'état nutritionnel des brebis plutôt que les conditions environnementales.

Aucun effet significatif de la taille de la portée sur les métabolites sanguins (énergétiques, protéiques et enzymatiques) n'a été trouvé dans les deux régions. Toutefois, en région aride, la fin de gestation a accusé un déclin de la note d'état corporel des brebis et des glycémies et une augmentation de la cholestérolémie et de la triglycéridémie. Ce qui indique une lipomobilisation chez les mères en réponse à la croissance fœtale maximale et à l'apport nutritionnel déficitaire. Toutefois, les valeurs des paramètres biochimiques comprises dans les intervalles de référence confirment que la brebis OD adapte son métabolisme aux conditions nutritionnelles et environnementales existantes. Les résultats obtenus suggèrent une supplémentation des femelles notamment de la région aride durant la fin de gestation.

D'autre part, les performances reproductives des brebis sont meilleures en région aride. La taille de la portée affecte significativement la croissance pondérale des agneaux OD de la naissance jusqu'à 60 jours d'âge. Les naissances simples présentent un meilleur poids de naissance et de meilleurs GMQ (gain moyen quotidien) le premier mois et les doublés marquent une croissance compensatrice à partir de 30 jours. Au sevrage (90 jours), les agneaux simples et doubles ne présentent pas de différences pondérales. Le sexe ne semble pas influencer significativement les performances de croissance des agneaux de la naissance à 60 jours. Les poids des agneaux au sevrage sont meilleurs chez les mâles que les femelles et au site aride comparativement au semi-aride.

Mots clés : *brebis Ouled Djellal, aride, semi-aride, œstradiol 17- β , Progestérone, métabolites sanguins, gestation, taille de portée.*

Abstract

Sheep production is a major economic activity in arid and semi-arid regions. To determine the effect of physiological status, stage of pregnancy, litter size on the metabolic profile and that of the reproductive hormones (progesterone, estradiol) of Ouled-Djellal ewes during a productive cycle corresponding to the spring breeding, twenty and thirty ewes between 1 and 4 years old from semi-arid and arid areas, respectively, were used. In the semi-arid region, 15 ewes were fertile (8 carrying one fetus and 7 carrying twins). In the arid zone, 24 pregnant ewes (14 carried singleton and 10 carried twins.). Blood samples were collected one month before mating, at the early (1st month), mid (3rd month) and late pregnancy (last month), and after lambing (20-30 days postpartum). The serum progesterone (P4) and estradiol 17 β (E2) concentrations, in both studied zones, showed an increasing trend with the advance of gestation and increased litter size. Highest levels were registered during late pregnancy in ewes bearing multiple fetuses in arid area. Significant effect of litter size on P4 level was found in arid zone ($p < 0.05$) during early pregnancy and in both regions in late pregnancy ($p < 0.05$ and $p < 0.001$ in semi-arid and arid areas, respectively). For E2, a significant difference ($p < 0.05$) between ewes bearing single and twin lambs during early pregnancy was recorded in arid and semi-arid regions, while in late pregnancy the effect of fetal number was noted only for arid zone ($p < 0.05$). Highest values of reproductive hormones registered in arid region could be attributed to nutritional conditions rather than environmental ones.

No significant effect of litter size was noted on blood metabolites (energetic, protein, enzymatic) in both regions. However, in the arid region, the end of pregnancy showed a decline in the body condition score and glycemia of ewes, and an increase in cholesterol and triglyceride levels. This fact indicates maternal lipid mobilization in response to maximal fetal growth and feed restriction. However, values within the reference ranges confirm that OD ewe adapts its metabolism to existing nutritional and environmental conditions. The experimental findings suggest that sheep of arid region should be supplemented during the late of pregnancy.

On the other hand, the reproductive performance of ewes is better in arid region. The litter size significantly affects the lamb birth weight and daily weight gain of OD lambs from birth to 60 days of age. Single born lambs show better average daily gain in the first month, and twins show compensatory growth from day 30. At weaning (90 days), single and twin lambs do not show weight differences. Sex does not influence significantly the growth performance of lambs from birth to 60 days. Lambs achieve higher weights at weaning in males than females and at the arid site compared to semi-arid one.

Keywords: *Ouled Djellal ewe, arid, semi-arid, Estradiol 17- β , Progesterone, blood metabolites, pregnancy, litter size.*

ملخص

يعتبر إنتاج الأغنام نشاطًا اقتصاديًا رئيسيًا في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. لتقييم مدى تأثير الحالة الفيزيولوجية، مرحلة الحمل و عدد الأجنة المحمولة، على المعلمات الأيضية وهرمونات التكاثر البروجسترون (P4) و الأوستراديول 17 β - (E2) في دم النعاج أولاد جلال التي تتم تربيتها في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، و ذلك خلال موسم التكاثر الربيعي. تم استخدام عشرين نعجة تتراوح أعمارهم بين 1 و 4 سنوات في المناطق شبه القاحلة و ثلاثين في المناطق القاحلة. في المنطقة شبه القاحلة، سجل حمل 15 من النعاج (8 منهم انجبت خروفا واحدا و 7 انجبت توأما). اما في المنطقة القاحلة، فتم تسجيل حمل 24 نعجة (14 بجنين واحد و 10 بتوأم). تم جمع عينات الدم على عدة مراحل: قبل التزاوج (شهر واحد)، بداية الحمل (الشهر الأول)، منتصف الحمل (الشهر الثالث)، اخر الحمل (الشهر الأخير) وبعد الولادة (20-30 يومًا). تزداد تراكيز P4 و E2 مع تقدم الحمل و عدد الاجنة المحمولة في كلا المنطقتين مع تسجيل قيم أكثر ارتفاعا في المناطق القاحلة. تمت ملاحظة تأثير كبير لعدد الاجنة في اول الحمل على تركيز البروجسترون ($p < 0.05$) في المنطقة القاحلة و الاستراديول ($p < 0.05$) في كلا المنطقتين. في نهاية الحمل، لوحظ تأثير كبير لعدد الاجنة على تركيز البروجسترون P4 في كلتا المنطقتين (المنطقة شبه القاحلة $P < 0.05$ و القاحلة $P < 0.001$)، اما بالنسبة للاوستراديول E2 فلوحظ التأثير فقط في المنطقة القاحلة ($p < 0.05$). كما لم يسجل تأثير كبير لحجم الحمل على معلمات الأيض الطاقوي والأزوت في كلا المنطقتين. ان تسجيل مستويات مرتفعة في قيم تراكيز كلا الهرمونين في المنطقة القاحلة (حمل واحد او توأم) مقارنة بشبه القاحلة يعكس تأثير حالة التغذية أكثر من الظروف البيئية. لم يلاحظ تأثير كبير لحجم الحمل على معايير أيض الدم (الطاقة، البروتين والإنزيمات) في كلا المنطقتين. مع ذلك، في المنطقة القاحلة، أظهرت نهاية الحمل نحول النعاج و انخفاض نسبة السكريات في الدم مع زيادة في مستويات الكوليسترول والدهون الثلاثية. هذا يعود إلى استعمال الدهون المخزنة من طرف الأمهات، و ذلك استجابة لمتطلبات نمو الجنين القصوى وكذا نقص الغذاء. رغم ذلك، فإن قيم المعلمات البيوكيميائية المدرجة في المجالات المرجعية تؤكد أن النعجة أولاد جلال تكيف الأيض مع الظروف الغذائية والبيئية المتاحة. النتائج المتحصل عليها تشير إلى ضرورة اضافة الاعلاف المركزة الى نظام النعاج الغذائي، وخاصة في المنطقة القاحلة خلال نهاية الحمل. من ناحية أخرى، الأداء التناسلي للنعاج أفضل في المناطق القاحلة. كما ان حجم الحمل يؤثر بشكل كبير على زيادة وزن خراف اولاد جلال من الولادة وحتى 60 يومًا من العمر. تتميز الولادات الفردية بوزن ولادة أكبر و متوسط كسب وزن يومي (GMQ) أكثر ارتفاعا في الشهر الأول، اما الولادات المزدوجة فتظهر نموًا تعويضيًا بعد 30 يومًا. عند الفطام (90 يومًا)، لا يختلف وزن الحمل التوأم عن الفرد. بالإضافة الى ذلك فالجنس لا يؤثر على هذا العامل من الولادة حتى 60 يومًا. تكون أوزان الحملان عند الفطام أفضل عند الذكور مقارنة بالإناث وفي المنطقة الجافة مقارنة بالمنطقة شبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: نعاج أولاد جلال، المنطقة شبه القاحلة، المنطقة القاحلة، البروجستيرون، الأوستراديول 17 β مستقبليات الدم، الحمل، عدد الخراف.