

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

UNIVERSITE BATNA 1 -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 :*

**LAGHROUR Wafa**

## THEME

**EFFET DU FLUSHING SUR LA REUSSITE DE LA  
MAITRISE DES CYCLES CHEZ LA BREBIS OULED  
DJELLAL**

### JURY

Président : MEZIANE Toufik  
Directeur de Thèse : SAFSAF Boubakeur  
Examinatrice : DEGHTOUCHE Kahramen  
Examinatrice : LAKHADRA Nedjouda  
Examinatrice : BELKHIRI Yamina  
Examineur : MEREDDEF Aissa  
Invité : TLIDJANE Majid

### Grade et Université

Pr. Université Batna 1  
Pr. Université Batna1  
Pr. Université Biskra  
Pr. Université Constantine  
MCA. Université Batna 2  
MCA. Université Batna1  
Pr. Université Batna1

**ANNEE UNIVERSITAIRE : 2021/2022**



# Dédicace

*D'abord je remercie Dieu الحمد لله pour son aide incessante durant tout mon parcours, et pour tout le courage qu'il m'a donné pour pouvoir continuer ce chemin qui, pour une femme mariée et soumise à des responsabilités de mère et d'épouse, ne pouvait être qu'ardu ; je tiens ensuite à dédier ce modeste travail :*

*A la mémoire de ma défunte **Mère***

*Symbole de l'amour et d'affection. Pour son soutien, sa patience et ses encouragements ربي*

*يرحمها*

*À mon père*

*Ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour nous et qui est à l'origine de ce que je suis. Il a su m'inculquer l'idée de la thèse de doctorat et en voilà aujourd'hui notre rêve qui se réalise.*

*À ces deux êtres, qui ont sacrifié leur vie pour que je puisse réussir et qui par leur attention, leur compréhension, leur accompagnement et leur soutien m'ont permis de concrétiser mes rêves. Autant de phrases ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous.*

*A mon cher époux, qui a contribué à la réalisation de ce travail par son soutien permanent et sans faille tout au long de cette aventure, je ne le remercierai jamais assez pour son existence dans ma vie.*

*A la lumière de ma vie, mes adorables enfants, **Sif Allah, Mohamed Jad, Ahmed Sadjed** et ma princesse **Marie** qui malgré leurs jeunes âges, ont sûrement su me pardonner certaines failles de mère, occupée par les études, et mes fréquentes heures d'absences devant l'écran de mon PC*

*A mes chères soeurs qui sont toujours là pour moi, **Besma** et **Safia**, m'aidant à me relever à chaque épuisement, et m'encourageant à continuer à chaque désespoir, et croyant à mes compétences quand nul n'y croit.*

*A mes chers frères particulièrement, mon frère aîné **Redha, Adel** et **khaled**, et leurs épouses*

**À Mounira**

*Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent. Pour tes encouragements et ton amour. Puisse Dieu exhausser tous tes vœux.*

**À lilia**

*Pour son soutien dans les pires et les meilleurs moments. Merci pour notre belle complicité, je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amitié.*

*A mes amies, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, essentiellement :*

*Dibi soraya, Allaoui Assia, Bousseada Amina et Belkadi souhila*

*A mes voisines Meriem, Samia et Nabila pour leur gentillesse remarquable.*

*Je dis à tout mon entourage que ce travail est d'abord le fruit de leur amour, de leur tendresse et soutien, avant qu'il soit le fruit de mes efforts ; moi, qui, sans toutes ces bonnes personnes, je n'aurais sûrement pas pu terminer ce travail, ni arriver au bout de mon rêve*

*Enfin cette thèse signe une fin de cursus universitaire qui a commence il y a plus de trente ans*

*« Jamais nous ne devrions suivre le chemin d'un autre, car c'est sa voie, pas la nôtre. ... Une fois que tu l'as trouvé, ne t'en écarte jamais. Ta voie est ce qui te convient, mais elle ne convient pas à un autre. » Swami Viveknanda*

# Remerciements

*Au terme d'une riche expérience scientifique et humaine, j'aimerais remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'aboutissement de cette thèse.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de thèse :*

**Pr. Safsaf Boubekour**, pour son encadrement, ses conseils et son soutien, ainsi que pour la confiance qu'il m'a accordée durant la période de réalisation de cette thèse. Vous avez toujours veillé à suivre le bon déroulement de mon travail. Vos qualités humaines et scientifiques suscitent le respect et l'admiration. Soyez rassuré de mes sincères reconnaissances.

*Je suis très honorée et je tiens à remercier les membres du jury :*

**Pr. eziane Toufik**, d'avoir accepté de juger ce travail et de présider le jury de cette thèse.

**Pr. Deghnouche Kahramene** et **Pr Lakhdara Nedjoua** et **Dr Belkhiri Yamina**, maître de conférences A, d'avoir accepté d'évaluer mon travail de thèse et d'en être les rapporteurs.

**Dr Merdef Aissa** maître de conférences A, d'avoir accepté de juger ce travail et d'être examinateur de cette thèse.

*Veillez accepter mes plus vifs remerciements pour votre présence dans ce jury et soyez assuré de tout mon respect et de ma profonde gratitude.*

*Je tiens à remercier **Pr. Tlidjane Majid** d'avoir participé à mes comités de thèse.*

*Je tiens à remercier **Dr Kalbaza yassine** maître de conférences A pour son aide précieuse ;*

**Dr Azizi Hichem** maître de conférences B, je tiens à vous remercier pour votre aide précieuse sur les traitements statistiques des données. Merci pour tout le temps que vous m'avez consacré. Trouvez ici le témoignage de ma pleine gratitude.

*Je tiens à remercier **Dr Allag Nabil** vétérinaire prive dans la région de Timgad, qui a participé à l'excellent déroulement et la réussite de mes expérimentations.*

*Je remercie également **Mr. Abdelsemed Halim** et tout le personnel de **Vietam Sétif** pour leurs accueils chaleureux et leurs grandes participations dans l'analyse de mes échantillons.*

*Je ne saurai clore cette page sans remercier tous les professeurs pour leurs contributions à des degrés divers dans ma formation du primaire, secondaire, préparatoire, docteur vétérinaire, magister jusqu'à ma thèse de doctorat ;*

*Veillez trouver tous ici, l'expression de mes sincères remerciements et de ma profonde gratitude. Hommage respectueux*

# Liste des figures et des tableaux

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Résumé de la folliculogénese chez la brebis (Lundy et al., 1999 cité in Scaramuzzi 2011).....	5
<b>Figure 2</b> : Profil hormonal durant les différentes phases du cycle ovarien chez la brebis (d'après Castonguay, 2006).....	5
<b>Figure 3</b> : Les différents stades du développement fœtal au cours de la gestation chez la brebis (Anonyme I).....	7
<b>Figure 4</b> : <b>A.</b> Evolution de la concentration de la progestérone plasmatique périphérique au cours de la gestation et jusqu' après l'agnelage chez la brebis Mérinos (d'après Ranilla et al., 1997). <b>B.</b> Profil plasmatique de la progestérone durant la gestation chez la brebis Ouled djellal (Benyounes et al., 2006). <b>C.</b> Les concentrations plasmatiques de la progestérone au postpartum chez la brebis Ouled Djellal (Lamraoui et al., 2017) .....	8
<b>Figure 5</b> : Cascade de transduction du message photopériodique dans la pars tuberalis et l'éminence médiane (PT/ME) [DIO2 et DIO3 sont des enzymes respectivement responsables de la production et de la dégradation de la T3] (D'après Migaud et al., 2016).....	14
<b>Figure 6</b> : Interactions hormonales chez la brebis saison sexuelle, contre-saison sexuelle (Castonguay, 2012). .....	15
<b>Figure 7</b> : Sécrétion de la mélatonine adaptée de Chemineau et al. (1992).....	21
<b>Figure 8</b> : Facteurs comportementaux et environnementaux affectant la survie néonatale en conditions extensives. (Nowak, 1996).....	38
<b>Figure 9</b> : Besoins de la brebis au cours d'un cycle de reproduction (D'après Soltner, 1988).....	41
<b>Figure 10</b> : Relation entre le pH du rumen et la dégradation in sacco de la matière sèche des aliments dans la ration (D'après Sauvante et al., 2006). .....	47
<b>Figure 11</b> : Les périodes physiologiques clés d'estimation de la NEC (Demarquet et Gautier, 2010).....	50
<b>Figure 12</b> : Valeur de PDI des principales matières premières g/Kg de matière sèche (Enjalbert, 2008).....	56
<b>Figure 14</b> : Devenir hépatique des acides gras non estérifiés, (d'après Enjalbert, 2008).....	58

<b>Figure 16</b> : Site expérimental Timgad Batna.....	80
<b>Figure 17</b> : Calendrier fourrager suivi dans la commune de Timgad.....	83
<b>Figure 19</b> : Variation de la NEC en fonction du concentré consommé (LE vs LT).....	173



## Liste des tableaux

Tableau 1 : Fertilité prolificité et fécondité des brebis du lot témoin et celle traitées à la mélatonine .....	20
Tableau 2 : Prolificité des races de la région d'Afrique du Nord.....	24
Tableau 3 : Variation des performances reproductives de la brebis Ouled Djellal en fonction du milieu d'étude .....	26
Tableau 4 : Effet de la saison et du sexe sur la vitesse de croissance des agneaux OD . <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
Tableau 5 : Comparaison a différents âges du poids des agneaux simples et agneaux doubles .....	32
Tableau 6 : Variations du poids de naissance (kg) de l'agneau (moyenne $\pm$ écart-type) Ouled Djellal à J0 en fonction du mode de naissance.....	32
Tableau 7 : Variation de la capacité d'ingestion des brebis exprimées en UEm/j (INRA, 1988) en fonction du poids vif à l'entretien et de la note d'état corporel.....	41
Tableau 8 : Estimation des besoins alimentaires des brebis .....	43
Tableau 9 : Variation de la capacité d'ingestion des brebis exprimée en UEm (INRA 1988) en fonction du poids vif a la gestation et du nombre d'agneaux en gestation.....	44
Tableau 10 : Exemples de variation (valeurs extrêmes) de la valeur alimentaire des pailles ..	45
Tableau 11 : composition chimique et valeurs nutritive des matières premières des concentrés à base de céréales.....	48
Tableau 12 : Note d'état corporel recommandé à différentes phases du cycle de production de la brebis .....	50
Tableau 13 : Récapitulatif des différents tests utilisables en routine pour détecter les cétozes subcliniques. Les tests de référence (gold standard) sont les dosages de $\beta$ -OHB sanguins en laboratoire.....	62
Tableau 14 : Interaction entre balance énergétique et la reproduction.....	68
Tableau 15 : Effet de la durée de la supplementation sur l'apparition des chaleurs et le taux d'ovulation chez les petits ruminants .....	75
Tableau 16 : Caractéristiques générales des exploitations .....	81
Tableau 17 : Composition chimique des aliments disponible au niveau des 4 fermes .....	97
Tableau 18 : Valeur nutritive des rations disponibles au niveau des 4 fermes.....	99
Tableau 19 : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en ferme1 et ferme2 en période de lutte et début de gestation .....	103
Tableau 20 : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en ferme 3et ferme4 en période de lutte et début de gestation .....	103
Tableau 21 : Valeurs nutritive des rations distribuées (concentré + paille) .....	104
Tableau 22 : Les performances de reproduction des 4 fermes étudiées .....	107
Tableau 23 : Etat physiologique des brebis en fonction de la note de l'état corporel :.....	111
Tableau 24 : Analyse de dépendance entre Classe <i>NEC Pose des éponges</i> et diagnostic de gestation.....	113

Tableau 25 : Analyse de dépendance entre Classe NEC 24 jours après saillie et taille de portée. .....	114
Tableau 26 : Variation de la Progestéronémie (ng/ml) en fonction du régime alimentaire ...	115
Tableau 27 : Variation de la progesteronemie (ng/ml) en fonction du stade physiologique..	116
Tableau 28 : Régression linéaire entre les paramètres métaboliques et le nombre de fœtus .	117
Tableau 29 : Variation du $\beta$ HBA (mmol/L) en fonction de la note d'état corporel.....	120
Tableau 30 : Variation du BHB en fonction de la taille de la portée.....	122
Tableau 31 : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction du régime alimentaire...	123
Tableau 32 : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction de la note d'état corporel .....	124
Tableau 33 : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction du stade physiologique .	125
Tableau 34 : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction de la taille de la portée .	126
Tableau 35 : Variation de triglycéridémie (mmol /l) en fonction du régime alimentaire .....	127
Tableau 36 : Variation de la triglycéridémie (mmol/l) en fonction de la note d'état corporel .....	128
Tableau 37 : Variation de la triglycéridémie (mmol/l) en fonction du stade physiologique..	129
Tableau 38 : Variation de la triglycéridémie (mmol/l) en fonction de la taille de la portée ..	129
Tableau 39 : Variation de l'urémie (mmol/l) en fonction du stade physiologique.....	132
Tableau 40 : Variation de l'Urémie (mmol/l) en fonction de la taille de la portée .....	133
Tableau 41 : Variation de la Protéïnémie (g/l) en fonction de la du régime alimentaire .....	134
Tableau 42 : Variation de l'albuminémie (g/l) en fonction de la du régime alimentaire .....	135
Tableau 43 : Variation de la protéïnémie (g/l) en fonction de la note d'état corporel .....	136
Tableau 44 : Variation de l'albuminémie (g/l) en fonction de la note d'état corporel.....	137
Tableau 45 : Variation de La protéïnémie (g/l) en fonction du stade physiologique. ....	138
Tableau 46 : Variation de l'Albuminémie (g/l) en fonction du stade physiologique.....	138
Tableau 47 : Variation de la Protéïnémie (g/l) en fonction de la taille de la portée.....	140
Tableau 48 : Variation de l'Albuminémie (g/l) en fonction de la taille de portée .....	141
Tableau 49: Variation de la globulinemie (g/l) en fonction de la du régime alimentaire.....	142
Tableau 50 : Variation de La globulinemie (g/l) en fonction De la note d'état corporel .....	142
Tableau 51 : Variation de la globulinemie (g/l) en fonction du stade physiologique .....	143
Tableau 52 : Variation de La globulinemie (g/l) $\mu \pm \sigma$ en fonction du la taille de la portée ...	144
Tableau 53 : Matrice de corrélation de Pearson des paramètres étudiés .....	145
Tableau 54 : Matières premières du concentré expérimental .....	147
Tableau 55 : Composition chimique des deux concentrés de l'étude (Témoin et Expérimental). .....	148
Tableau 56 : Besoins recommandés, besoins couverts et déséquilibres énergétiques et azotés rapportés aux rations distribuées .....	149
Tableau 57 : Variation de la glycémie (mmol/l).....	154

Tableau 58 : Valeurs références pour la glycémie (gr/l, mmoles/l ) .....	155
Tableau 59 : Facteurs de Variation de la Cholestérolémie .....	158
Tableau 60 : Valeurs de référence (mmol/l).....	158
Tableau 61 : Variation de la Triglycéridémie.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 62 : Variation de l'urémie (mmol/l).....	161
Tableau 63 : Variation de la Protéïnémie .....	163
Tableau 64 : Variation de l'albuminémie .....	166
Tableau 65 : Variation de la globulinémie (g/l) en fonction de l'état corporel et la taille de la portée (Moyenne $\pm$ écart type).....	167
Tableau 66 : Effet du régime alimentaire sur les paramètres biochimiques.....	168
Tableau 67 : Facteurs de variations de la progestéronémie (ng/ml).....	170
Tableau 68 : Effet de la complémentation sur l'évolution des notes d'état corporel au flushing (Moyennes $\pm$ SEM): .....	171
Tableau 69 : Variation du profil biochimique en fonction de la note d'état corporel. ....	176
Tableau 70 : Matrice de corrélation de Pearson des paramètres étudiés chez toutes les brebis (n=60) .....	177
Tableau 71 : Les performances de reproduction des deux lots de brebis en % .....	178
Tableau 72 : Effet du flushing sur la vitesse de croissance des agneaux .....	189
Tableau 73 : Variation du poids et des gains des agneaux (Moyenne $\pm$ SEM) en fonction du NEC des mères .....	192
Tableau 74 : Corrélation entre les notes d'état corporel des mères et les performances de croissance des agneaux (Correlation de Pearson).....	193
Tableau 75 : Effet du flushing sur le sexe des agneaux (moyenne $\pm$ SEM).....	195
Tableau 76 : Variation du poids et gains (Moyenne $\pm$ SEM) en fonction de la taille de la portée et du lot.....	197
Tableau 77 : Effet de la parité de la mère sur le poids et le gain des agneaux .....	200
(Moyenne $\pm$ SEM).....	200

# Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau climatique de la wilaya de Batna (Köppen-Geiger, le climat est de type Cfa) .....	2
Annexe 2 : Formule du concentré expérimentale.....	249
Annexe 3 Criteres statistique utilises pour l'analyse SPIR (CIRD,2007).....	
Annexe 4 : Rapport analyse SPIR du concenré témoin ( <i>VIETAM</i> ).....	250
Annexe 5 : Grille d'evaluion de la note corporelle chez la brebis .....	251
Annexe 6: Note d'état corporel recommandées à differentes phases du cycle de production de la brebis .....	251
Annexe 7: Représentation schématique des effets de la nurion sur la reproduction des ruminans domestiques .....	252
Annexe 8 : Kétomètre et bandelettes ( <i>Free Style Obtium, Abbott</i> ).....	252
Annexe 9 : Site expérimental et effectif choisi.....	253
Annexe 10 : Prélèvement sanguin .....	254
Annexe 11: Mise en place de l'éponge vaginale .....	254
Annexe 12 : Comportement sexuel chez les ovins .....	255
Annexe 13: Comportement sexuel chez le bélier et la brebis Ouled Djellal .....	258
Annexe 14 : Resultats de la coproscopie ( Laboratoire parasitologie institut agro-veterinaire Universite Batna 1 .....	250
Annexe 15: Images echographiques des brebis gestantes simple et double.....	251

# Liste des abréviations

<b>Abréviations</b>	<b>Désignations</b>
AA	Acides aminés
AG	Acides gras
AGL	Acides gras libres
AGNE	Acides gras non-estérifiés
AGV	Acides gras volatils
ATP	Adénosine triphosphate
BCS	Body condition scoring.
BHB	Beta-Hydroxy-Butyrate
Ca	Calcium
CB	Cellulose brute
CF	Crude Fiber
CP	Crude Protein
eCG	Equin Chorionic Gonadotropin
EB	Energie Brute
EM	Energie Métabolisable
ED	Energie Digestible
H <sub>2</sub> O	Humidité
HPG	Hypothalamo-hypophyso-gonadique
FB	Fibres Brutes
FGA	Acétate de Fluorogestone
FSH	Follicule Stimulating Hormone
GH	Hormone de croissance (Growth hormone)
GMQ	Gain quotidien moyen
GnRH	Gonadotropines releasing-hormone
IGF-I	Insulin growth factor-1
J	Jour
LH	luteinizing hormone
LDL	Low Density Lipoprotein
M.A	Matière azotée
MAT	Matière azotée totale
MG	Matière grasse

MJ	Mégajoules
MM	Matière Minérale
M.S	Matière sèche
MO	Matière organique
MOD	Matière organique digestible
MOF	Matière organique fermentescible
NEC	Note d'état corporel
NRC	National Research Council
P <sub>4</sub>	Progesterone
PDI	Protéines digestibles au niveau intestinales
PDIE	Protéines digestibles dans l'intestin premises par l'énergie
PDIN	Protéines digestibles dans l'intestin premises par l'azote
PGF <sub>2</sub> $\alpha$	Prostaglandine F <sub>2</sub> $\alpha$
PMSG	Pregnant mare serum gonadotropin
Pr	Prélèvement
PT	Protéines totales
r	Coefficient de corrélation
RIA	Radioimmunoassy
SEM	Standard Error of Mean
UFL	Unité fourragère lait
UEM	Unité d'encombrement Mouton
UI	Unité Internationale
VLDL	Very Low-Density Lipoprotein

# Sommaire

Dédicace .....	I
Remerciements .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Liste des figures et des tableaux .....	III
Liste des annexes .....	IV
Liste des abréviations .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Sommaire .....	VI
Introduction.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Partie bibliographique.....	4
Chapitre I : Gestion de la reproduction.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. Rappel sur la dynamique hormonale du cycle œstral chez la brebis.....	4
1.1. Le cycle œstral de la brebis .....	4
1.2. La dynamique hormonale du cycle œstral .....	6
1.3. Cycle œstral et profil hormonal de la brebis Ouled Djellal.....	8
2. Maîtrise de la reproduction et synchronisation des chaleurs chez la brebis.....	10
2.1. Méthodes non hormonales .....	10
2.1.1. Effet mâle .....	10
2.1.2. La photopériode .....	13
2.2. Méthodes hormonales .....	16
2.2.1. Utilisation de progestagènes .....	16
2.2.2. Les progestagènes associées à la PMSG.....	17
2.2.3. Les facteurs lutéolytiques (PGF2 $\alpha$ ou analogues) .....	18
2.2.4. La mélatonine.....	19
2.2.5. Les progestagènes associées au flushing .....	21
3. Les paramètres de la reproduction .....	22
3.1. La fertilité.....	22
3.2. La prolificité.....	22
3.3. La fécondité.....	22
3.4. La mortalité des agneaux .....	22
3.5. Facteurs influençant les paramètres de reproduction .....	22
3.5.1. Effet de la race de la brebis .....	22
3.5.2. Effet de l'âge de la brebis .....	24
3.5.3. Etat physiologique de la brebis .....	25
3.5.4. Effet de la saison .....	25

3.5.5.	Effet du milieu .....	26
3.5.6.	Effet du mode de conduite .....	26
3.5.7.	Effet de l'état corporel .....	27
3.5.8.	Effet de l'alimentation .....	28
3.6.	Croissance des agneaux.....	28
3.6.1.	Poids à la naissance.....	29
3.6.2.	Poids a 30 jours .....	29
3.6.3.	Poids jusqu'a 90 jours (sevrage).....	29
3.6.4.	Poids à 90 jours et plus .....	30
3.7.	Facteurs influençant la croissance des agneaux .....	30
3.7.1.	Effet de l'âge de la mère .....	30
3.7.2.	Effet de la saison .....	30
3.7.3.	Effet du sexe de l'agneau .....	30
3.7.4.	Mode de naissance .....	31
3.7.5.	Effet du l'alimentation .....	32
3.8.	Mortalité des agneaux .....	33
3.8.1.	Classification.....	33
3.8.2.	Les causes de la mortalité des agneaux.....	34
3.8.3.	Les facteurs de risque de la mortalité des agneaux.....	35
3.9.	Facteurs de risque liés à l'environnement.....	37
<b>Chapitre II : Nutrition.....</b>		<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.	Le rationnement.....	39
1.1.	Les besoins et apports alimentaires recommandés chez la brebis.....	40
1.1.1.	Besoins d'entretien.....	40
1.1.2.	Besoins de la mise à la reproduction et flushing.....	41
1.1.3.	Besoins de gestation.....	42
1.1.4.	Besoins d'allaitement.....	43
2.	Aliments destinés aux brebis.....	44
2.1.	Les aliments grossiers .....	44
2.2.	Les aliments concentrés .....	45
2.2.1.	Complémentation "paysanne" ou "fermière" .....	46
2.2.2.	Complémentation "classique" avec des concentrés commerciaux dits industriels .....	46
2.3.	Le taux de substituions fourrage/ concentré.....	47
2.4.	Les mélanges minéraux vitaminés .....	49
3.	La notation de l'état corporel .....	49
4.	La digestion des aliments chez le ruminant .....	51
4.1.	Anatomie et physiologie digestive des ruminants.....	51
4.2.	La digestion des aliments .....	51



4.2.1. La digestion des glucides .....	51
4.2.2. La digestion des matières azotées .....	52
4.2.4 La digestion des lipides.....	56
4.2.3. Les particularités du métabolisme des glucides, des acides gras volatils, des lipides et des protéines chez les ruminants .....	57
5. Le profil biochimique chez la brebis.....	59
5.1. Effet de la nutrition sur les indicateurs du métabolisme énergétique .....	60
5.1.1. La glycémie.....	60
5.1.2. Beta-Hydroxy –Butyrate ( $\beta$ -OHB).....	61
5.1.3. Cholestérol .....	62
5.1.4. Triglycérides .....	63
5.2. Effet de la nutrition sur les indicateurs du métabolisme protéique.....	63
5.2.1. Urée.....	63
5.2.2. Protéines totales et albumine.....	65
6. Relation nutrition & Reproduction.....	67
6.1. Effet de la nutrition sur les hormones de reproduction.....	69
6.2. Effet de la nutrition sur la progestéronémie .....	72
6.3. Effet la nutrition sur l'entrée en activité ovarienne et comportementale précoce des agnelles .....	73
6.4. Effet de la nutrition sur la folliculogénèse et le taux d'ovulation.....	74
6.5. Effet de la nutrition au moment de la lutte.....	74
6.6. Effet de la nutrition sur la mortalité embryonnaire et la gestation.....	75
6.7. Effet de la nutrition sur le poids de naissance et la croissance des agneaux	76
<b>Partie expérimentale.....</b>	<b>78</b>
<b>Chapitre III : Matériel et méthodes .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>III.1. Première expérimentation .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. Introduction .....	78
2. Lieu d'étude.....	79
3. Enquête.....	80
4. Matériel .....	82
4.1. La conduite d'élevage .....	82
4.1.1. Animaux.....	82
4.1.2. L alimentations et l'abreuvement.....	82
4.2. La conduite de la reproduction.....	83
4.2.1. Préparation des animaux .....	83
4.2.2. Synchronisation, lutte et diagnostic de gestation .....	83
5. Méthodes .....	84
5.1. Analyse des concentrés .....	84
5.1.1. Description de la technique d'analyse SPIR.....	84

5.1.2. Données des valeurs nutritives calculées .....	86
5.2. Evaluation de l'état corporel .....	87
5.3. Collecte des prélèvements de sang.....	88
5.4. Analyses de laboratoire .....	88
5.4.1. La progesteronemie.....	88
5.4.2. Concentrations des paramètres biochimiques .....	89
5.4.3. La concentration du Béta-Hydroxy –Butyrate (BHB) .....	89
5.5. Paramètres de reproduction.....	90
6. Analyse statistique.....	90
<b>Deuxième expérimentation .....</b>	<b>90</b>
1. Introduction .....	90
2. Matériel .....	91
2.1. Animaux.....	91
2.2. La conduite d'élevage .....	92
2.2.1. L'alimentations et l'abreuvement .....	92
2.3. La conduite de la reproduction.....	92
2.3.1. Préparation des animaux .....	92
2.3.2. Synchronisation, lutte et diagnostic de gestation : .....	92
3. Méthodes .....	93
3.1. Analyse des concentrés .....	93
3.1.1. Données de valeurs nutritives calculées.....	93
3.2. Evaluation de l'état corporel .....	93
3.3. Collecte des prélèvements de sang : .....	94
3.4. Analyses de laboratoire .....	94
3.5. Diagnostic de gestation : .....	94
3.6. Paramètres de reproduction.....	95
3.7. Analyse statistique .....	95
3.7.1. Les variables étudiées .....	95
3.7.2. Les facteurs de variation .....	95
3.7.3. Méthodes statistiques .....	96
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Première expérimentation.....</b>	<b>97</b>
1. Résultats .....	97
1.1. Etude critique de la composition des rations.....	97
1.1.1. La composition et valeurs nutritives des aliments .....	97
1.1.2. Les rations .....	101
1.1.3. Besoins recommandés et besoins couverts par la ration de préparation et mise à la lutte .....	102
1.2. Effet de la complémentation fermière sur les paramètres de reproduction	106

1.2.1.	Taux d'œstrus induit .....	106
1.2.2.	Relation état corporel au moment de la lutte et performances de reproduction .....	109
1.2.3.	Effet de la supplémentation fermière sur les paramètres biocimiques et hormonaux .....	114
1.2.4.	La corrélation entre le profil biochimique et hormonal et note d'état corporel .....	144
	<b>Deuxième expérimentation .....</b>	<b>147</b>
1.1.	Etude critique de la composition des aliments et de la ration .....	147
1.1.1.	La composition des aliments .....	147
1.1.2.	Les rations .....	148
1.1.3.	Besoins recommandés et besoins couverts par la ration de préparation et mise à la lutte .....	149
1.2.	Effet du flushing sur le profil biochimique et hormonal des brebis Ouled Djellal .....	153
1.2.1.	Glycémie .....	153
1.2.2.	Cholestérolémie .....	156
1.2.3.	Triglycéridémie .....	158
1.2.4.	Urémie.....	159
1.2.5.	Protéïnémie .....	162
1.2.6.	L'albuminémie .....	164
1.2.7.	La globulinémie .....	166
1.2.8.	Corrélation entre les paramètres sériques biochimiques.....	167
1.2.9.	La progestéronémie.....	169
1.3.	Effet du flushing sur l'évolution des notes d'état corporel .....	171
1.4.	La note d'état corporel et paramètres biochimiques .....	173
1.5.	Effet du régime alimentaire sur les performances de reproduction des brebis OD .....	177
1.5.1.	Le taux des œstrus.....	179
1.5.2.	La fertilité.....	180
1.5.3.	La prolificité.....	183
1.5.4.	La fécondité.....	186
1.6.	Performances de croissances des agneaux des brebis Ouled Djellal .....	188
1.6.1.	Poids à la naissance .....	188
1.6.2.	Flushing et vitesse de croissance des agneaux.....	190
1.6.3.	Relations entre les notes d'état corporel des mères et les performances de croissance des agneaux .....	192
1.6.4.	Effet du flushing sur le sexe des agneaux .....	194
1.6.5.	Effet du flushing sur la taille de la portée .....	196
1.6.6.	Variation du gain moyen en fonction de la parité des mères .....	199

1.7. Mortalité des agneaux .....	200
<b>Chapitre V : Conclusion</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>208</b>
<b>Annexes</b> .....	Erreur ! Signet non défini.

# **Introduction**

Le cheptel ovin en Algérie constitue une véritable richesse nationale. C'est un secteur dont le poids socio-économique est important. Durant l'année 2020, les effectifs ovins représentent 80% de l'effectif total ; soit 29 millions de têtes (MADR 2020). L'élevage des ovins est rencontré dans toutes les régions du pays où il constitue parfois la source essentielle de revenu des agriculteurs. De plus 60 à 70% de la population rurale est concernée par cet élevage dont 27% vit exclusivement de cette activité. Le cheptel ovin exploite les zones de parcours et les zones marginales.

De plus, la célébration de la fête de l'Aïd Al Adha implique le sacrifice d'un nombre important de têtes chaque année. Cet effectif diminue de façon importante en année de sécheresse et se rétablit rapidement en année normale car il est fortement tributaire des parcours pour son alimentation et donc des conditions climatiques. Le patrimoine ovin national est riche et varié. Il est caractérisé par une grande diversité de races bien adaptées aux conditions du milieu *D'man, Rumbi, Ouled Djellal, .....etc.* cette dernière est plus importante numériquement (environ 11 340 000 têtes), représentant ainsi plus de 60 % du cheptel national (Moula, 2018).

D'après la diversité des élevages, des situations régionales, des ressources alimentaires, des situations d'intensification très différentes, on retrouve la même contrainte pour l'élevage ovin : il est indispensable de faire coïncider les périodes de forts besoins alimentaires (autour de la mise-bas et la croissance des agneaux) avec les périodes où les disponibilités alimentaires sont importantes. Cette diminution de plus en plus accentuée d'une année à l'autre des ressources alimentaires du cheptel a créé des difficultés de couverture de leurs besoins. Or, un déséquilibre de la ration alimentaire entre le ratio énergie/protéine diminue d'une manière significative les performances de production et de reproduction des ruminants (Caja et Gargouri, 1995). Pour faire face aux problèmes de disponibilité fourragère, l'utilisation des aliments concentrés semble être une nécessité pour couvrir les besoins des animaux et pour une meilleure production. La complémentation à base de concentré (orge, son et parfois maïs) devient nécessaire lorsque les parcours ne couvrent pas les besoins alimentaires du cheptel (Medouni et al 2004) et s'étale sur toute l'année (Hadbaoui, 2013).

En région semi-aride, la stratégie alimentaire se base sur l'usage presque exclusif de paille et foin durant la période hivernale alors que le concentré est utilisé principalement pour l'engraissement des agneaux destinés à la vente, en particulier pendant les périodes qui précèdent le mois de jeûne et la fête religieuse de sacrifice du mouton (Mouhous et al 2015).

En Algérie, les éleveurs ont recours à la supplémentation (orge en grain, blé, son et aliment composé) surtout en période de disette tout en favorisant les animaux sensibles (Bechchari et al., 2005) et en hiver. Les quantités de concentré distribuées mensuellement sont irrégulières et varient de 0,07 à 0,75 kg/tête/jour (Mouhous et al 2015). Kanoun et al. (2007) l'estiment en moyenne à 0,7 kg ; cette quantité varie en fonction de la catégorie d'animaux (brebis suitée par exemple). Yakhlef et Taherti (1999) ont aussi signalé une variabilité dans la distribution, aussi bien de fourrages que de concentré et de l'aliment composé, en fonction du type d'élevage.

Le problème majeur qui freine le développement du secteur ovin en Algérie réside dans la faible productivité des troupeaux. La productivité des ovins est faible à peine 0,8 agneau sevré par brebis/an, soit une moyenne de production de viande de 12 kg/brebis/an (Bencherif, 2013). Cette faible productivité est due aux faibles performances de reproduction des brebis, et de croissance et de viabilité pré- et post-natale des agneaux. Elle est aussi due à la diminution des ressources nutritionnelles, au manque de reproducteurs sélectionnés et au non développement de schémas de production performants. Etant donné que, la productivité d'un troupeau dépend de nombreux facteurs et notamment de la race des brebis, de leur valeur génétique, des conditions d'élevage, du suivi sanitaire. L'alimentation est un autre facteur prépondérant qui demande toute l'attention de l'éleveur car, non seulement, elle conditionne les performances des animaux, mais elle est aussi et de loin, le poste le plus important des dépenses dans l'élevage. Elle doit être surveillée en croissance et engraissement des agneaux, en fin de gestation et en lactation des brebis, mais, c'est peut-être moins connu, c'est l'alimentation avant et pendant la période de lutte qui détermine avant tout les performances du troupeau.

Pour atteindre cet objectif, l'amélioration de la taille de portée ou bien l'augmentation de la fréquence des mise-bas constituent des solutions réalisables. Selon ces besoins, il est possible d'adapter à la population ovine certaines techniques permettant de maîtriser la saison de lutte et d'améliorer les performances de reproduction. Ces techniques vont des plus naturelles et peu coûteuses tel que *l'effet bélier* aux plus sophistiquées et plus coûteuses telles que les techniques qui utilisent les *hormones*. L'utilisation de ces hormones dépend de la saison, de l'âge de la femelle et surtout de l'objectif de l'usage. L'accélération du rythme d'agnelage (3 agnelages en 2 ans ou bien 4 agnelages en 3 ans) nécessite l'application de règles fondamentales d'une bonne conduite de l'élevage pour ne pas dépasser les ressources nutritionnelles et environnementales de l'exploitation.

Deux études ont été menées dans la région de Timgad (Est algérien) visant à maîtriser la reproduction des brebis Ouled Djellal à savoir un traitement de synchronisation à base de

progestagènes et la réalisation d'un effet mâle, avec des groupes de brebis maintenus à des états d'engraissement différents. La première réalisée durant l'année 2018-2019 et la deuxième durant l'année 2019-2020. Leurs objectifs consistaient à :

- Étudier l'effet de rations contenant différents niveaux d'énergie sur les performances zootechniques et sur le profil biochimique des femelles au moment de la lutte
- L'analyse des stratégies alimentaire suivies par les éleveurs de la région de Timgad durant la période hivernale
- L'évaluation des performances zootechniques et la productivité des troupeaux étudiés
- Identifier la variabilité induite par le statut nutritionnel dans la réponse reproductive des brebis durant les deux études.
- Appréhender l'origine de cette éventuelle variabilité en utilisant les résultats des deux parties de ces travaux de thèse.
- Effet du statut nutritionnel des brebis sur la croissance de leurs descendants
- Déterminer les défaillances et ou les points forts de la conduite alimentaire suivies.

L'accomplissement de ces objectifs nous permettrait de définir l'importance du levier nutrition et de l'équilibre **PDIN/PDIE** des rations dans la réponse reproductive des brebis à ces techniques hormonale de maîtrise de la reproduction.



# **Partie bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Gestion de la reproduction**

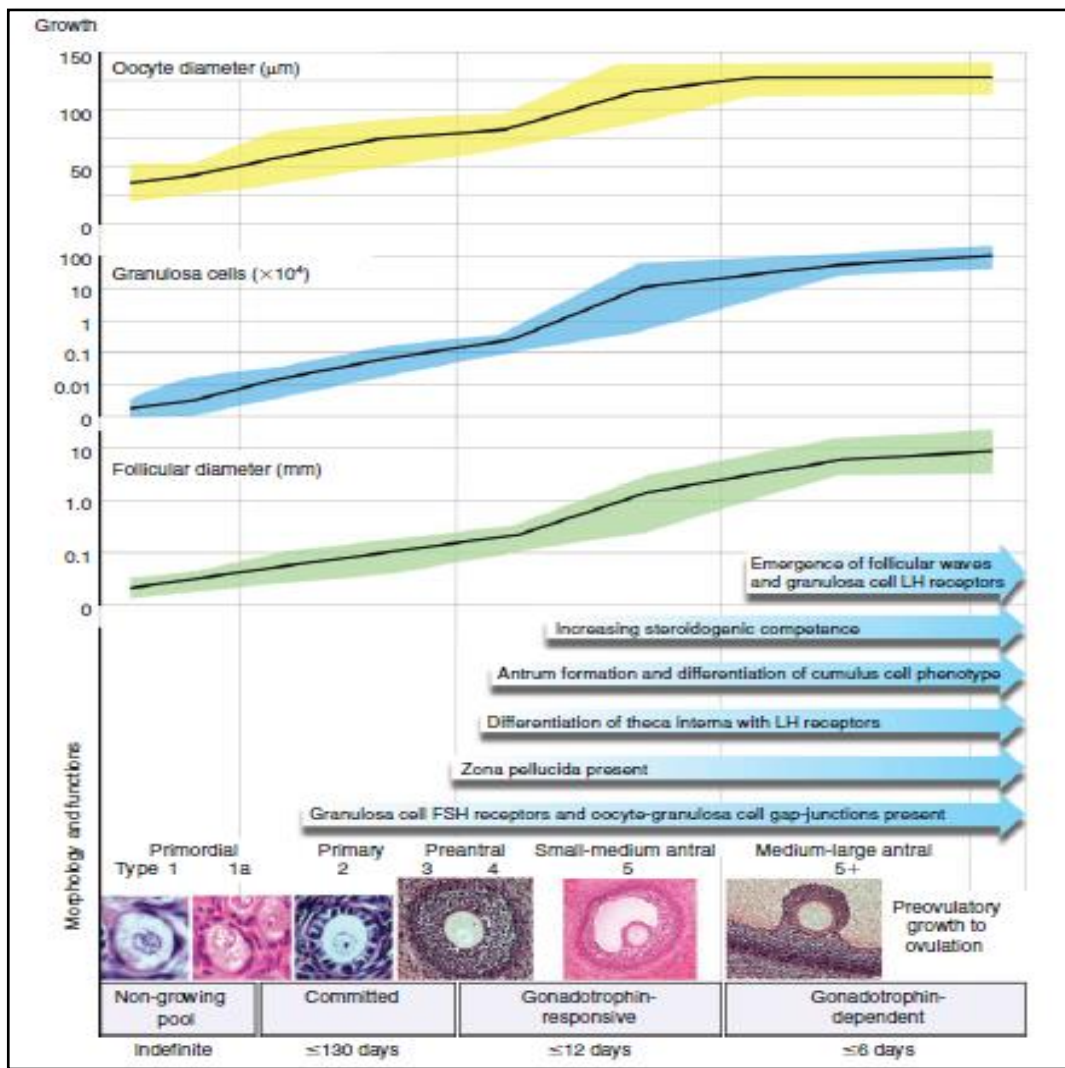
## 1. Rappel sur la dynamique hormonale du cycle œstral chez la brebis

### 1.1. Le cycle œstral de la brebis

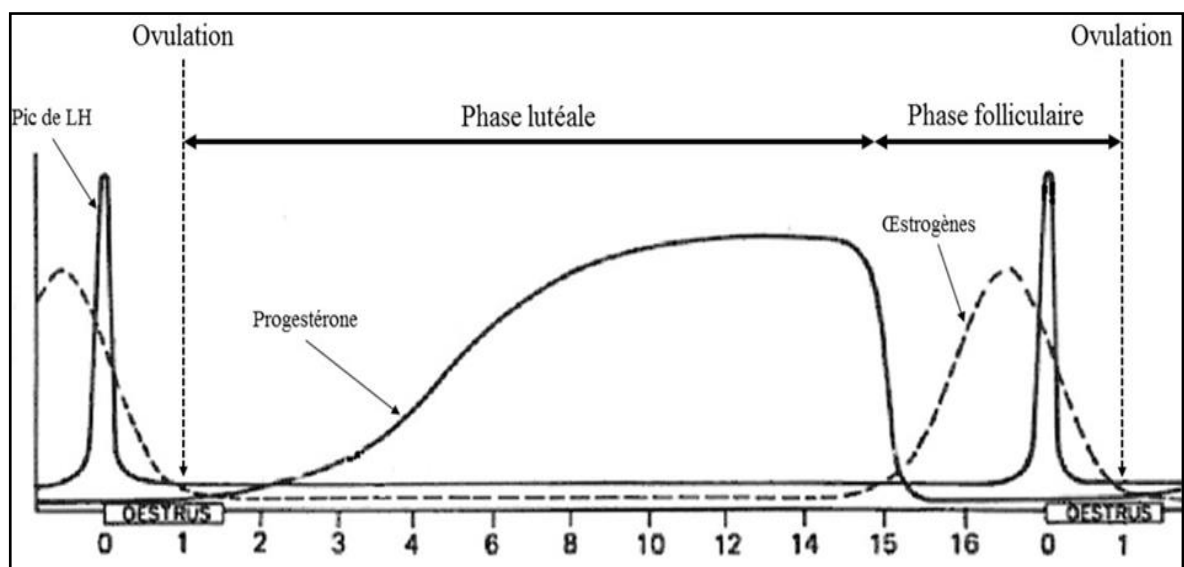
Le cycle œstral de la brebis dure en moyenne 16-17 jours mais cette durée peut varier de 14 à 18 jours selon la race, l'âge, l'individu et la période de l'année (Henderson & Robinson 2007 ; Castonguay, 2006 ; Montmeas et al., 2013). Par convention, le J0 est défini arbitrairement comme le jour du début des chaleurs. Au niveau ovarien, le cycle se divise en deux phases (*Figure 1*). La phase folliculaire a une durée de 3 à 4 jours et correspond à la phase de croissance terminale du ou des follicules dominants destinés à ovuler. Durant cette période, les follicules sécrètent des œstrogènes qui sont responsables de l'apparition de l'œstrus qui dure en moyenne 36 heures, mais cette durée tend à varier avec l'âge et la race (Henderson et Robinson, 2007 ; Castonguay, 2006).

L'œstrus, ou chaleurs, correspond à la période durant laquelle la femelle accepte le mâle et où sa fertilité est maximale. Les manifestations comportementales des chaleurs sont dues à une forte concentration sanguine d'œstrogènes au moment de cette période. Cependant, contrairement à la vache, les signes de chaleurs sont discrets chez la brebis (Henderson et Robinson, 2007). En effet, lorsqu'elle est en chaleurs, la brebis est réceptive au bélier et s'immobilise à son approche en agitant la queue latéralement et accepte le chevauchement. Elle peut également présenter une vulve légèrement hypertrophiée et congestionnée avec éventuellement un écoulement de mucus translucide (Montmeas et al., 2013). De plus, l'augmentation de la concentration en œstrogènes induit un pic d'*hormone lutéinisante* (LH) suivi 24 heures plus tard de l'*ovulation*. Cette dernière chez la brebis étant spontanée comme chez la plupart des mammifères domestiques (Henderson et Robinson, 2007).

L'ovulation est définie comme la rupture du follicule dominant au niveau de l'ovaire qui libère alors un ovocyte fécondable. Elle a lieu entre 20 et 40 heures après le début de l'œstrus, soit vers la fin des chaleurs (Castonguay, 2006). Chez les races prolifiques, deux à trois ovulations ont lieu lors de chaque œstrus, ainsi la variabilité du taux d'ovulation dépend d'un grand nombre de facteurs tels que la race, l'âge, l'état de santé et l'état corporel de la brebis, mais également de la saison et des conditions environnementales (Henderson et Robinson 2007 ; Castonguay 2012). Après l'ovulation, une 2ème phase cycle dite phase lutéale débutera sous l'action lutéotrope d'une hormone hypophysaire, la LH, le follicule ayant ovulé devient un corps jaune actif sécrétant de la progestérone pendant 14 jours.



**Figure 1** : Résumé de la folliculogénese chez la brebis (Lundy et al., 1999 cité in Scaramuzzi 2011).



**Figure 2** : Profil hormonal durant les différentes phases du cycle ovarien chez la brebis (d'après Castonguay, 2006).

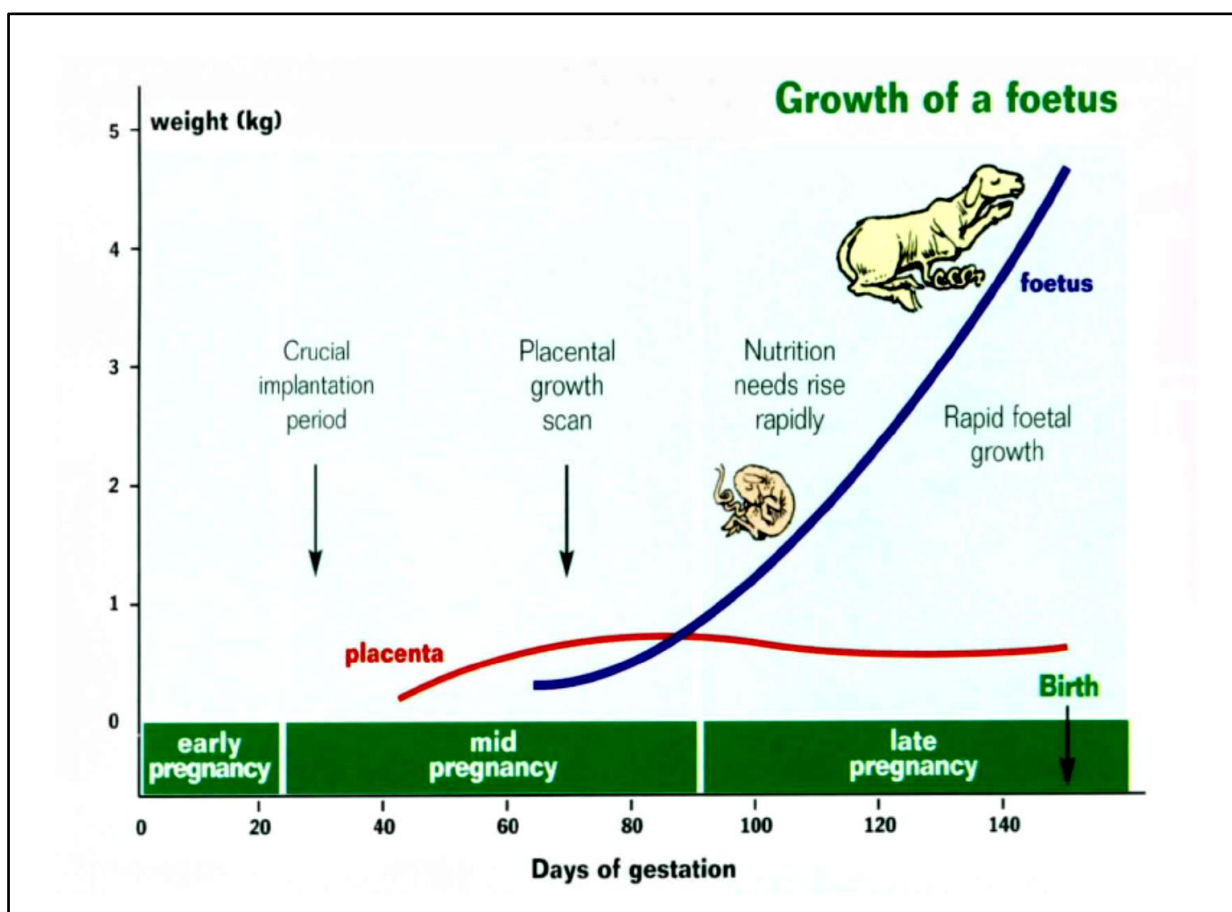
## 1.2. La dynamique hormonale du cycle œstral

La progestérone est une hormone stéroïde à 21 atomes de carbone et d'un poids moléculaire de 314 daltons. Elle provient du cholestérol sanguin (libre ou estérifié) et de l'acétate. Le rôle indispensable de la progestérone dans le maintien de la gestation est connu depuis le début du siècle dernier et a été à la base du développement des premières méthodes de diagnostic hormonal par dosage dans le sang et le lait dès les années soixante-dix. Après fécondation, le corps jaune devient rapidement fonctionnel. Il se maintient chez les femelles gravides suite à l'intervention du signal embryonnaire -un interféron chez les ruminants- et sécrète la progestérone. Cette sécrétion est ensuite relayée par le placenta à des périodes variables selon les espèces (El Amiri, 2003). L'ovariectomie peut être pratiquée au-delà du 50<sup>ème</sup> jour de gestation chez la brebis sans entraîner l'interruption de la sécrétion. Selon Linzell et Heap (1968), chez la brebis, le placenta en produit 5 fois plus que l'ovaire.

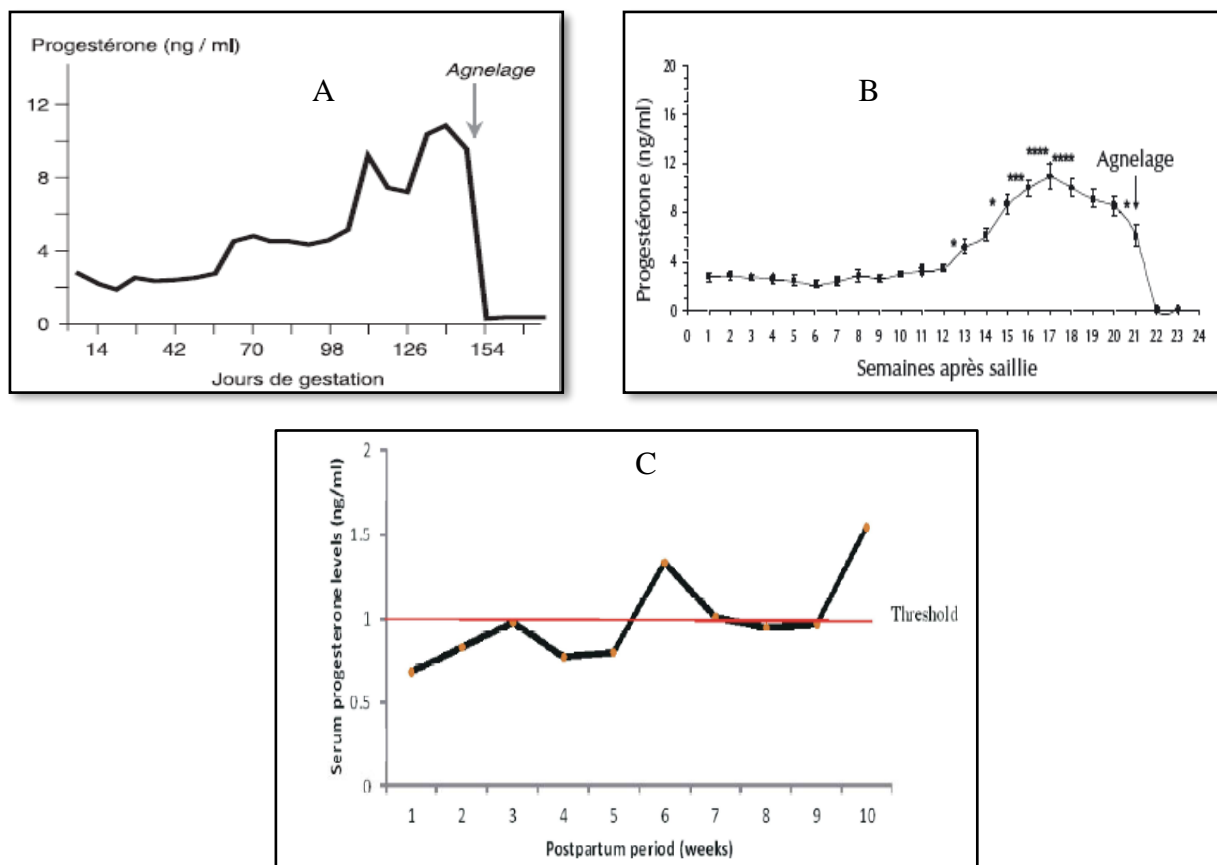
La concentration plasmatique de progestérone au cours du cycle sexuel est minimale pendant l'œstrus (0, 2 à 0, 3 ng/ml) ; elle s'élève progressivement à partir des 3<sup>ème</sup>-4<sup>ème</sup> jours du cycle, pour atteindre un maximum (environ 2 ng/ml) entre les 7<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> jours (El Amiri et al., 2003). Cette concentration reste stable jusqu'aux 14<sup>ème</sup>-15<sup>ème</sup> jours, pour chuter ensuite brutalement suite à la lutéolyse du corps jaune induite par la prostaglandine F2a (Figure 4A), après quoi on observe alors une reprise de l'activité ovarienne et le début d'un nouveau cycle (Castonguay, 2006 ; Montmeas et al., 2013).

En cas de *fécondation*, le corps jaune se maintient et la concentration plasmatique de progestérone égalera voire elle dépassera celle observée en phase lutéale. Le dosage de la progestérone peut fournir des informations tout au long de la gestation car la concentration augmente régulièrement au cours du temps (Figure 4). Deux semaines avant *la mise bas*, la progestéronémie baisse progressivement puis chute brusquement au moment de *l'agnelage* pour atteindre des valeurs basales de 0, 3 ng/ml. (El Amiri et al, 2003). Ce qui va le plus en faveur du dosage de la progestérone pour permettre un diagnostic précoce dès le 17<sup>ème</sup> jour de la gestation. Cependant, il faut insister sur le fait qu'il nécessite une connaissance précise de la date de la dernière saillie ou IA. Selon Derivaux et Ectors (1986), une brebis peut avoir une concentration de progestérone élevée alors qu'elle est non gravide ; cela peut résulter d'une anomalie de la durée du cycle (cycle court ou cycle long), de la présence d'un kyste lutéal, d'infections du tractus génital ou encore de l'occurrence de mortalités embryonnaires. En dehors de ces cas, le dosage de la progestérone est efficace beaucoup plus pour le diagnostic de non gestation que la gestation en elle-même. Il permet surtout de remettre sans retard à la reproduction des animaux diagnostiqués non gravides.

Certains auteurs ont avancé la possibilité de dénombrer les fœtus au cours d'une gestation gémellaire par le dosage de la progestérone ; où il a été rapporté des concentrations sériques de progestérone significativement plus élevées chez les brebis portant 2 et 3 fœtus que chez celles n'en portant qu'un (19, 2 et 29, 9 ng/ml vs 9, 2 ng/ml, respectivement (Chauhan et Waziri (1991), Kalkan et al.,1996). Cette hypothèse fut confirmée en 2006 par Benyounes et collaborateurs ; lesquels ont rapporté des concentrations en progestérone plus élevées entre la 13<sup>ème</sup> et la 19<sup>ème</sup> semaine de gravidité chez des brebis Ouled Djellal à portées multiples que chez celles à portée simple. Ces résultats sont légèrement différents de ceux décrits par Ranilla et al. (1997) qui ont observé des concentrations de progestérone plus élevées entre la 12<sup>ème</sup> et la 20<sup>ème</sup> semaine de gravidité chez les brebis Assaf présentant des portées doubles. La même tendance a été signalée par Rhind et al. (1984) et par Hall et al. (1992) suggérant que les niveaux de progestérone adéquats pour le maintien de la gravidité varient avec le nombre de fœtus.



**Figure 3** : Les différents stades du développement fœtal au cours de la gestation chez la brebis (Anonyme I).



**Figure 4 :** A. Evolution de la concentration de la progestérone plasmatique périphérique au cours de la gestation et jusqu' après l'agnelage chez la brebis Mérinos (d'après Ranilla et *al.*, 1997). B. Profil plasmatique de la progestérone durant la gestation chez la brebis Ouled djellal (Benyounes et *al.*, 2006). C. Les concentrations plasmatiques de la progestérone au postpartum chez la brebis Ouled Djellal (Lamraoui et *al.*, 2017)

### 1.3. Cycle œstral et profil hormonal de la brebis Ouled Djellal

Selon Chellig (1992), la brebis *Ouled Djellal* rentre en reproduction entre 8 à 10 mois parfois un peu plus précocement. Une antenaïse qui naît au mois de janvier peut être saillie au mois de septembre ; par contre celle qui naît au mois d'août rentre en reproduction en août de l'année suivante. L'intervalle entre deux agnelages, correspondant au temps moyen qui sépare deux mises-bas d'une même brebis, est de 11-12 mois dans cette race avec une bonne homogénéité de 84, 28 %. Il faut souligner que la brebis de race *Ouled Djellal*, dans son berceau d'origine, est dessaisonnée (Chellig, 1992 ; Boussena, 2015). Il existe deux saisons d'œstrus : *Avril-Juillet* et *Octobre-Novembre*.

Les agnelages sont étalés sur toute l'année avec possibilité d'obtention de deux agnelages par an sans traitement de contre saison dans cette race. Certaines brebis peuvent donner, sur une année, 4 agneaux, deux au mois de janvier (Elawal) et deux au mois d'août

(Elaidoudi). Cette condition est liée essentiellement à la disponibilité des aliments (application du flushing) et à la capacité de l'éleveur d'entretenir les brebis.

Quant à la saison sexuelle, selon Benyounes (2007), les brebis *Ouled Djellal* sont caractérisées dans leur ensemble par une longue saison sexuelle (de juillet à janvier) et un œstrus saisonnier peu marqué (de février à juin) ; ce constat est en accord également avec ceux publiés par Abecia et al. (1991) chez la race Rasa Aragonesa. Madani et al. (2009) ont rapporté que la saison de reproduction de la brebis *Ouled Djellal* s'étend du début du mois d'avril jusqu'à la fin du mois de novembre.

Concernant la durée du cycle, Taherti et al. (2016) a estimé qu'elle est de  $18,0 \pm 0,6$  jours ; durée qui est incluse dans l'intervalle théorique des durées de cycle de 16 à 21 jours rapportés dans la littérature pour l'espèce ovine (Boudjenane, 2006). Cette durée moyenne de  $18,0 \pm 0,6$  jours était comparable à la durée de  $18,3 \pm 0,7$  jours obtenue chez les brebis locales Oudah du Niger (Gaillard, 1979), chez les brebis Djallonké ( $18,1 \pm 0,92$  jours) au Bénin (Hounzangbe-Adote, 2014), chez les brebis Beni Guil (18 jours) et Sardi ( $18,3$  jours) au Maroc (Boudjenane, 2006).

La durée moyenne de l'œstrus observée a été de  $37,3 \pm 5,3$  heures (Taherti et al., 2016). Elle est similaire à celles obtenues par plusieurs auteurs chez d'autres races ovines ; telles la brebis Djallonké au Burkina Faso avec une moyenne de  $38,4 \pm 36,6$  heures (Boly et al., 2000) et les brebis du désert au Soudan avec une moyenne de  $30,4 \pm 2,4$  heures (Makawi et Manahit, 2007). La durée de l'œstrus ne semble pas être influencée par l'âge et le poids comme il a été rapporté par de nombreux auteurs (Hanzen, 1981 ; Boly et al., 1992 ; Zongo et Meyer, 2009). La variabilité de la durée de l'œstrus entre les brebis semble être influencée par le mois de l'année.

Les brebis de race *Ouled Djellal*, présentent un taux moyen de progestéronémie élevé tout au long de l'année et qui serait toujours supérieur à  $0,5$  ng/ml ; mais la concentration moyenne mensuelle peut présenter des variations saisonnières importantes (Taherti et al., 2016). Elle est faible de décembre à Février, se situant autour de  $1,55 \pm 0,29$  ng/ml ; elle augmente significativement d'environ 30% ( $p < 0,01$ ) du mois d'Avril à Août pour atteindre sa valeur maximale au mois de Juillet ( $2,5 \pm 0,35$  ng/ml). Cette variation paraît se dérouler en deux temps, une élévation du mois d'Avril à Août avec un pic saisonnier au mois de Juillet. Elle baisse en automne-hiver avec un minimum saisonnier au mois de Février (Figure 5 A). Ce schéma de variation correspond à celui de la race *Barbarine* et *Queue Fine de l'Ouest* en Tunisie (Khaldi, 1984 ; Lassoued et Khaldi, 1995), à d'autres races ovines de l'hémisphère Nord



(Frisonne, Suffolk, Dorset, la Romanov) (Malpaux et *al.*, 1988) et de la brebis Peuth au Niger (Yenikoye, 1984).

Placée dans des conditions nutritionnelles adéquates, la brebis de la race *Ouled Djellal* présente une activité reproductrice toute l'année. Les concentrations de la progestéronémie et de la fréquence des œstrus maximales sont observées au printemps et l'été (de *Mars à Juillet*) quand la durée du jour est la plus longue. Les valeurs minimales de la progestéronémie et de l'œstrus coïncident avec les jours les plus courts (*Automne et Hiver*) (Taherti et *al.*, 2016). Chez la brebis *Ouled Djellal* élevée dans la région de Chlef, la progestéronémie moyenne mensuelle est toujours élevée et supérieure à 0, 5 ng/ml. Ceci suggère que la sensibilité du complexe hypothalamo-hypophysaire aux stéroïdes ovariens change peu suivant les périodes favorables et défavorables de l'activité sexuelle, contrairement aux brebis de races européennes. Cela peut être dû aussi au fait que plus on se rapproche de l'équateur et plus les variations mensuelles de la photopériode sont faibles (à l'équateur la photopériode est constante toute l'année) (Malpaux et *al.*, 1988). Benyounes et *al.* (2006) ont constaté qu'une fois la saillie était fécondante, les concentrations plasmatiques de la progestérone augmentent graduellement de la 1<sup>ère</sup> jusqu'à la 12<sup>ème</sup> semaine après lutte, atteignant leur niveau maximal à la 17<sup>ème</sup> semaine après avec un taux de  $10,9 \pm 1,1$  ng/ml (Figure 5).

Ensuite, ces concentrations décroissent graduellement, avec un déclin très significatif ( $p < 0,0001$ ) entre les 20<sup>èmes</sup> ( $8,5 \pm 0,8$  ng/ml) et 21<sup>ème</sup> semaines ( $5,2 \pm 0,9$  ng/ml). Après l'agnelage, les concentrations atteignent leur niveau basal dès la 1<sup>ère</sup> semaine ( $0,1 \pm 0,2$  ng/ml). En effet, l'évolution du profil pour la race *Ouled Djellal* ne va pas dans le même sens que celles enregistrées chez les races Churra, Mérinos et Assaf (Ranilla et *al.*, 1997).

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

### **2.1. Méthodes non hormonales**

#### **2.1.1. Effet mâle**

Les glandes cutanées des ovins produisent une matière grasse, appelée *suint*, qui contient notamment des *phéromones*. Chez les béliers, ces phéromones ont une action immédiate sur les brebis en anœstrus et qui n'ont pas été au contact d'un mâle depuis au moins un mois ; ce qui permet le déclenchement des chaleurs dans un délai de 18-25 jours après l'introduction du bélier. C'est ce qu'on appelle « l'effet bélier », dont le principe est basé sur l'introduction subite des mâles dans le troupeau de femelles après une période d'éloignement. L'odorat mais aussi tous les autres sens de la femelle (vue, ouïe, toucher) sont impliqués pour induire la meilleure réponse ovulatoire chez les femelles en anœstrus (Pearce et Oldham, 1988).

Les béliers émettent des phéromones sous la dépendance des stéroïdes dont l'odeur induit des décharges hormonales agissant de fait sur l'appareil génital de la femelle ; ce qui provoque l'apparition des chaleurs et des ovulations. En effet, on observe chez ces brebis une augmentation des pulses de LH, ce qui stimule la croissance folliculaire et donc la production d'œstrogènes et par conséquent le pic de LH pré-ovulatoire. Les brebis vont finalement ovuler deux ou trois jours après l'introduction du bélier, sans présence de manifestations œstrales et on parle alors de « chaleurs silencieuses » (Henderson et Robinson, 2007 ; Castonguay, 2006).

L'association d'un traitement progestagène à "l'effet bélier" est une perspective intéressante pour l'obtention d'une meilleure synchronisation des chaleurs et l'utilisation de l'insémination artificielle (Lassoued et al., 1995). Lindsay et al. (1982) ont trouvé des résultats similaires lors de l'utilisation de "l'effet bélier" seul ou combiné aux traitements progestatifs avec respectivement des taux de fertilité de 70,6 % vs 71,4 %, et de prolificité de 1,16 vs 1,17. Dans le même contexte, Lassoued et al. (1995) ont obtenu, chez la *Barbarine* tunisienne, un taux de prolificité bien meilleur dans le lot PMSG + progestagène que celui de l'effet bélier + progestagène. Cependant, Safsaf et al. (2010), en comparant l'effet bélier à celui des progestagènes chez la brebis *Ouled Djellal* ont constaté que même si l'effet bélier permet la synchronisation et ou l'avancement de la saison d'activité sexuelle, il ne peut améliorer la prolificité. Ceci pourrait être expliqué par la faible stimulation ovarienne. Par contre, les résultats de la synchronisation indiquent que la stimulation ovarienne est assez importante, induisant une meilleure ovulation et aboutissant à une amélioration de la prolificité (Cognié, 1988 et Wildeus, 2000) ; cela s'explique par les taux de fertilité, prolificité et de fécondité faibles enregistrés chez les brebis soumises à l'effet bélier comparativement à celles recevant le traitement progestagène 79% vs 91%, 110% vs 153% et 87% vs 139% respectivement. D'après Adib et al. (2014), une injection unique de 20 mg de progestérone le jour de l'introduction des mâles, ou bien un prétraitement de plus longue durée (en utilisant des dispositifs vaginaux par exemple) avant l'introduction des mâles, permet d'obtenir majoritairement des cycles normaux à la 1ère ovulation induite par le mâle aboutissant ainsi à régler la contrainte des cycles courtsliés à l'effet bélier.

Benyounes et al. (2013a,b) ont eu des résultats relatifs à la réaction des femelles vis-à-vis de l'introduction des mâles durant la saison de printemps, qui vont dans le même sens que ceux rencontrés par Khaldi (1984) chez la race *Barbarine* en Tunisie et Lahlou-Kassi et Boukhliq (1989) chez la race *Sardi*. Ainsi, chez les femelles *Barbarine* non cycliques, Khaldi (1984) signale que, la stimulation de l'activité ovarienne par effet bélier, est très intense. En effet pendant la saison d'anœstrus où la LH est faible (Legan, 1980) ; les ovaires sont au repos

et les ovulations sont faibles par absence de follicules pré-ovulatoires, provoquant ainsi une diminution ou une disparition des chaleurs. Par conséquent, l'introduction brusque d'un mâle dans un troupeau de femelles, rétabli immédiatement cette situation (Signoret, 1990 ; Thimonier, 2000). Ce qui peut être similaire dans l'essai de Benyounes et al. (2013) bien que les béliers n'étaient pas complètement isolés (séparation physique par un grillage uniquement) par rapport aux femelles, comme indiqué et préconisé pour la réussite de cette technique d'effet bélier. Cet état de fait, peut être expliqué par l'état d'œstrus faible pour les femelles ayant répondu favorablement aux béliers (Chemineau, 1989 ; Thimonier, 2000) combiné à un état corporel satisfaisant (Abecia et al., 1991 ; Thimonier 2000 ; Benyounes 2007) ou à l'effet race (Folch, 1990).

Pour les races du pourtour méditerranéen, la période d'efficacité est beaucoup plus large et peut être favorable dès la mi-avril. En revanche, certaines races des latitudes plus élevées, sont très peu sensibles à l'effet mâle car leur œstrus est trop intense (Thimonier, 2000). Alors que, dans le cas des races très saisonnées, son efficacité se voit souvent restreinte à la période proche du début de la saison sexuelle pour avancer la saison de reproduction ; mais elle est trop peu efficace pour induire une reproduction à contre-saison. Dans cette situation, le traitement des femelles et/ou des mâles avec la photopériode est un moyen complémentaire pour optimiser la réponse à l'effet mâle tout au long de l'œstrus saisonnier (Chemineau et al., 1986 et 1996b ; Flores et al., 2007 ; Thimonier et al., 2000).

Il est évident que la réponse à l'effet bélier change d'une race à une autre ; toutefois certaines règles sont impératives pour la réussite de cette technique quel que soit la race de la brebis :

- Eloignement des mâles même les jeunes pendant au moins 1 mois avant le début de la lutte.
- Eviter les bergeries où les béliers ont séjourné.
- Le berger du troupeau des femelles doit être différent de celui des béliers.
- Le nombre des béliers doit être d'au moins 1 pour 25-30 brebis.
- Laisser le contact en permanence entre les femelles et les mâles après leur introduction.
- Les femelles doivent être préparées à la lutte ; ainsi, une suralimentation passagère (flushing), comme pour une lutte normale est souhaitable. Un bon état corporel correspondant à une note comprise entre 3 et 3,5 (Bocquier et al., 1988) diminue l'intensité de l'œstrus et améliore donc l'efficacité de l'effet mâle.

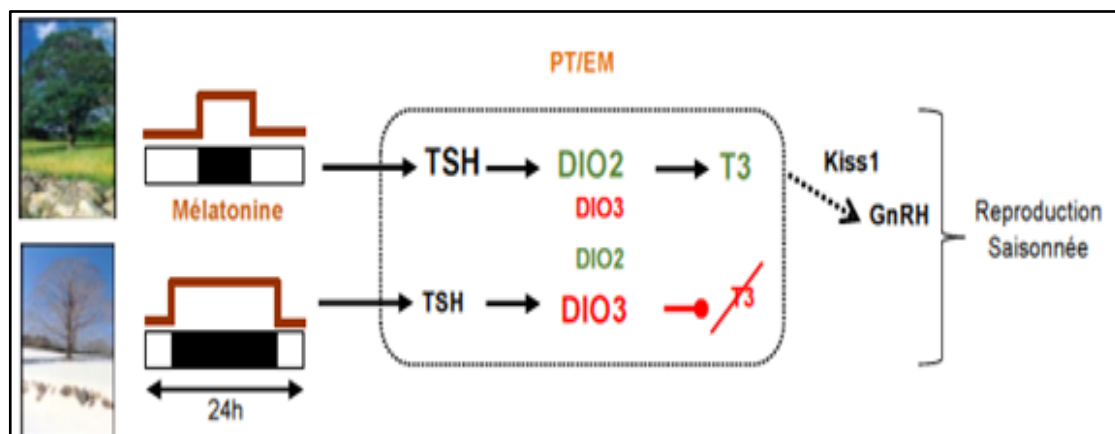
Pour les béliers, outre cette préparation alimentaire, qui doit être plus longue (environ deux mois) en tenant compte de la durée de la spermatogenèse et de la durée du transit épидидymaire des spermatozoïdes ; une préparation plus spécifique peut être envisagée en ayant recours à des traitements photopériodiques associant ou non un traitement à la mélatonine

### 2.1.2. La photopériode

Le rôle de la photopériode a été mis en évidence chez les petits ruminants dès 1947 par Yeates, où la saison sexuelle est liée au jour le plus long (solstice d'été) et au plus court (solstice d'hiver). Des essais ont montré que lorsque des petits ruminants sont transférés d'un hémisphère à l'autre, la saison de reproduction est décalée de 6 mois. De plus, en modifiant artificiellement la photopériode, par inversement du rythme de la photopériode, le résultat est le même. Par contre, si le cycle photopériodique est réduit à 6 mois, 2 saisons sexuelles par an sont alors observées. Ces expériences démontrent que la photopériode est le facteur déterminant de la variation saisonnière de l'activité sexuelle chez la brebis (Corde, 1973).

La saisonnalité, qui est médiée par la photopériode, modifie l'équilibre hormonal et provoque des variations saisonnières de la reproduction chez les ovins (Karsch et al., 1984) ; aboutissant à une diminution de l'activité reproductive pendant les longues journées (saison des anœstrus). Les informations photopériodiques sont traduites en changements neuroendocriniens par sécrétion de mélatonine au niveau de la glande pinéale (Bittman et al., 1983) sous contrôle des noyaux supra-chiasmatisques. La mélatonine ainsi sécrétée, déclenche des variations dans la sécrétion de la *gonadolibérine* « GnRH » ; et que, les variations de sensibilité de l'hypothalamus à l'œstradiol sont donc à l'origine de la saisonnalité de la reproduction (Legan et Karsch, 1980).

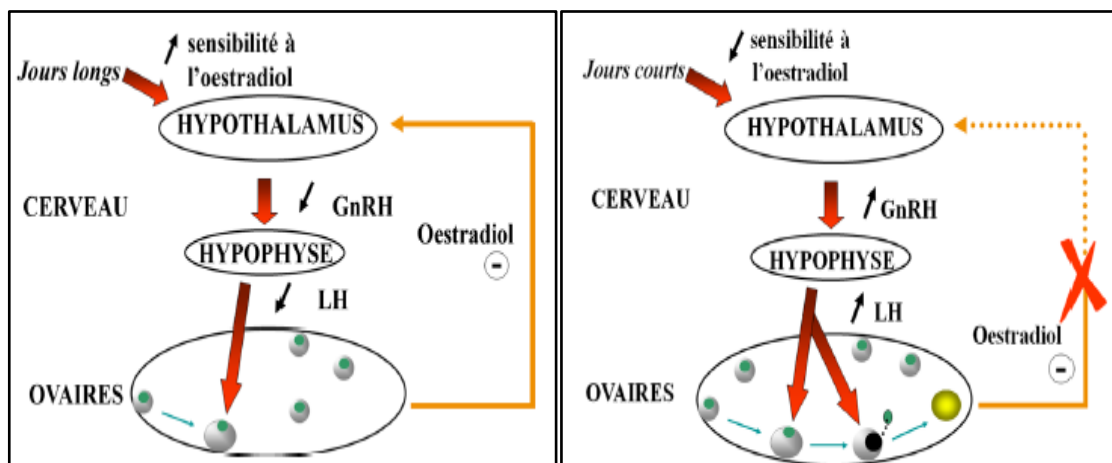
Selon Migaud et al. (2016), la modification du feed-back des stéroïdes sur la pulsativité de la GnRH constitue l'étape finale de l'action de la photopériode sur l'axe gonadotrope. Ainsi, dans la *pars tuberalis* de l'hypophyse, la mélatonine pilote l'expression photopériodique de TSH (thyrotropine) et qui serait élevée durant les jours longs d'été et très faible durant les jours courts d'hiver. Contrairement aux autres cellules thyrotropes de la *pars distalis*, celles de la *pars tuberalis* ne sont sensibles ni au TRH (« Thyrotropin-Releasing Hormone ») ni à l'hormone thyroïdienne T3, faute de récepteurs spécifiques (voir figure 6). Hypothétiquement, l'action de la T3 agit probablement sur une petite population de neurones exprimant le neuropeptide Kisspeptine (*Kiss1*), le plus puissant sécrétagogue du GnRH.



**Figure 5** : Cascade de transduction du message photopériodique dans la pars tuberalis et l'émence médiane (PT/ME) [DIO2 et DIO3 sont des enzymes respectivement responsables de la production et de la dégradation de la T3] (D'après Migaud et al., 2016).

Dans tous les cas, les changements saisonniers dans l'activité reproductive sont clairement observés chez les races ovines des hautes latitudes (> 40 °), où les différences de durée de la lumière du jour entre les jours courts et les jours longs sont plus notables (Pelletier et al., 1987).

Les variations annuelles de la durée du jour déterminent, en majeure partie, le début et la fin de la saison de reproduction chez les ovins (Castonguay, 2006). Ainsi, des modifications de la durée d'éclairement quotidiennes permettent d'induire la reprise de l'activité de reproduction à un moment de l'année où elle est naturellement diminuée. Le principe général de cette méthode consiste à soumettre les animaux à une photopériode artificielle de « jours longs » suivie d'une période de « jours courts ». C'est cette alternance jours longs/jours courts qui stimule l'activité sexuelle des animaux (Chemineau et al., 1996). Le principal avantage de cette technique est de permettre une activité sexuelle intense en contre-saison pendant une période prolongée avec un bon taux de fertilité. De plus, cette technique a l'avantage d'être simple et peu coûteuse. Cependant, elle présente aussi certains inconvénients : tels que la rigueur dans l'application du protocole et l'adaptation des bâtiments. L'utilisation d'un programme de photopériode artificielle est une méthode utilisable uniquement en élevage ovin de type intensif. En effet, il est nécessaire de contrôler toutes les sources de lumière afin de maintenir le niveau d'éclairement souhaité dans la bergerie (Vaillancourt et Lefebvre, 2003).



**Figure 6** : Interactions hormonales chez la brebis saison sexuelle, contre-saison sexuelle (Castonguy, 2012).

Le traitement photopériodique seul donne de moins bons résultats de fertilité chez les races de brebis très saisonnées en contre-saison. En effet, 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. Par contre, la fertilité et la fécondité sont augmentées par rapport aux témoins si le traitement photopériodique est accompagné d'un traitement hormonal d'induction/synchronisation des chaleurs au moyen d'une *éponge vaginale* imprégnée de progestagène et d'injection de PMSG (Chemineau et al., 1991 ; Picard-Hagen et al., 1996). Si le traitement photopériodique est combiné à l'effet mâle, la fertilité rapportée par Gomez-Brunet et al. (1995) passe à 64,5 % au lieu de 51,3% ; et que, le taux des mises bas selon Abi Salloum et al. (2004) peut aussi passer de 1,55 à 1,94 agneaux par brebis. Par contre, sur des brebis Aragonesa, Abecia et al. (2006) n'ont pas observé ces différences mais plutôt un avancement des mises bas.

Il est aussi possible d'utiliser un traitement photopériodique afin d'avancer la puberté des agnelles nées à l'automne afin de les mettre à la reproduction dès le printemps suivant vers l'âge de 7-8 mois. En temps normal, ces agnelles nées à l'automne n'atteignent leur maturité sexuelle qu'à l'automne suivant, vers l'âge de 12-15 mois (Castonguy, 2006). Par ailleurs, le traitement photopériodique appliqué pendant le tarissement avant la mise bas (jours courts) et pendant la lactation (jours longs) augmente la concentration en prolactine et la production de lait chez des brebis laitières (Meyer et al., 2010).

Un traitement photopériodique peut également être utilisé chez les béliers, notamment dans les centres d'insémination, pour maintenir la production spermatique et la qualité de la semence tout au long de l'année (Chemineau et al., 1992 ; Castonguy, 2006).

## 2.2. Méthodes hormonales

La synchronisation des chaleurs est fréquemment utilisée en élevage ovin. Elle permet de constituer des lots de brebis en regroupant les ovulations et donc les inséminations et les agnelages à des périodes choisies par l'éleveur. Les raisons qui poussent les éleveurs à utiliser la synchronisation sont :

- Réduction des périodes improductives (puberté, anœstrus saisonnier, anœstrus postpartum)
- L'augmentation de la productivité avec la possibilité de mettre sur le marché les agneaux à des périodes où les cours sont plus favorables,
- L'amélioration des conditions de travail avec une surveillance des agnelages plus facile et une organisation plus adaptée en lots,
- L'amélioration génétique du troupeau en association avec l'insémination artificielle (Dardente et al., 2016).

Dans un lot de brebis inséminées le même jour suite à la synchronisation des chaleurs, les agnelages s'étaleront sur une période de 7 à 10 jours environ. A la semaine suivante, il ne devrait pas y avoir de mise-bas ; puis une seconde vague d'agnelages aura lieu et s'étalera sur une dizaine de jours. Cette seconde vague correspond aux brebis non fécondées lors de l'IA et qui l'ont été par les béliers lors de l'œstrus suivant ; c'est ce qu'on appelle « *retours* » (Henderson et Robinson, 2007).

### 2.2.1. Utilisation de progestagènes

C'est la méthode la plus pratique et la plus utilisée en élevage ovin avec recours aux éponges intra-vaginales imprégnées d'une progestagène. Elle est utilisée dans l'induction des œstrus et des ovulations chez des brebis en anœstrus ou pour la synchronisation d'un lot de brebis cyclées (Henderson et Robinson, 2007).

En Algérie, les éponges vaginales disponibles chez les ovins (*Chronogest*® CR, MSD Santé Animale et *Synchropart*® 30mg, CEVA Santé Animale) sont toutes imprégnées du même analogue synthétique de la progestérone, appelé *cronolone* ou *acétate de fluorogestone* (FGA). L'éponge est placée dans le vagin de la brebis pendant 14 jours (Boscos et al., 2002). L'ovulation est bloquée durant cette période, suite à la libération de progestagène qui mime la présence d'un corps jaune actif. Lors du retrait de l'éponge, la chute brutale de la concentration en progestagène induit l'apparition des chaleurs accompagnées de l'ovulation 24 à 48 heures

après le retrait de l'éponge (Dudouet, 2016). Ainsi Pour obtenir une stimulation et une synchronisation optimale de l'ovulation, l'éponge vaginale peut être utilisée en association avec une injection d'hormone chorionique gonadotrope équine (eCG, anciennement nommée PMSG pour *Pregnant Mare SerumGonadotropin*).

Dans les années 80, un dispositif intravaginal en forme de « T » en silicone et imprégné de progestérone naturelle (CIDR®, Zoetis) a été développé en Nouvelle-Zélande, et qui est très utilisé chez les ovins au Canada. Le mécanisme d'action de ce modèle, appelé *CIDR OVIS®* (Zoetis), est identique à celui des éponges vaginales (Castonguay, 2006),

### 2.2.2. Les progestagènes associées à la PMSG

L'administration de l'eCG (ex, PMSG), à la fin de la phase lutéale du cycle œstral chez la brebis, permet d'améliorer la fertilité en augmentant la proportion des follicules de qualité qui échappent à l'atrésie folliculaire et comme conséquence à cet effet, une augmentation notable du niveau plasmatique du  $17\beta$ -oestradiol, un jour avant la décharge pré-ovulatoire de LH (Baril et al., 1996 ; Driancourt, 1991). Toutefois, dans les divers protocoles l'associant aux progestagènes (surtout ceux avec éponges vaginales, l'eCG est administrée par voie intramusculaire (300 à 600 UI en fonction de la race et de l'état physiologique des femelles et de la saison) au moment du retrait de l'éponge (Henderson et Robinson 2007). L'IA est ensuite réalisée 55 heures ( $\pm 1$  heure) après le retrait de l'éponge (Montmeas et al., 2013). Pour rappel, il faut attendre 60 à 75 jours après la dernière mise-bas avant de mettre en place une éponge vaginale (Dudouet, 2016).

La réponse de la brebis algérienne à ces traitements a été étudiée et la dose de PMSG a été recommandée selon l'objectif à savoir :

- Induction de l'activité sexuelle en période d'anœstrus et lutte a contre saison (Abdelhadi, 1998)
- Regroupement des mise-bas (Madani et al., 2009)
- Mise a la reproduction précoce des agnelles (Belkasmi et al., 2010a)
- Amélioration du taux de prolificité.

Pour ce dernier objectif, Benlahreche et Boulenouar (1991) ont pu obtenir un taux de prolificité de 117. 9 % pour la lutte d'hiver et de 142. 9 % pour celle du printemps avec les brebis de race "Taadmit" traitées par des éponges vaginales de FGA associées à des doses de 500 UI de PMSG. Bousbaa et Lachi (1992) qui ont rapporté un taux de prolificité de 129. 4% avec la dose de 500 UI de PMSG sur des brebis de race "Ouled Djellal". Niar (2001) dans ses travaux sur la race "Ouled-Djellal" et "Rumbi" a rapporté des taux de prolificité de 135 %-153,



92 %- 150, 96 % pour les doses de PMSG de 350 UI, 450 UI, 500 UI respectivement. Les résultats obtenus par Lafri et Harkat (2007), ont montré que la dose de 500 UI de la PMSG a permis l'obtention d'une stimulation maximale des ovaires, ce qui a permis d'enregistrer des taux de fertilité de  $75 \pm 10$  %, des taux de fécondité de  $130 \pm 11.55$  % et des taux de prolificité de  $175 \pm 20.41$  %. Ces taux étaient bien meilleurs que ceux enregistrés avec les doses 400 et 600UI.

Selon Moumene et al. (2014), le traitement *FGA +eCG* (à la dose de 500UI) n'a pas affecte la prolificité des brebis *Ouled Djellal* ; mais ils ont conclu qu'un programme de synchronisation des chaleurs par l'utilisation des progestagènes combinés à l'*eCG* et associés à l'effet bélier améliore fortement les performances reproductrices au printemps. Avec la même dose, Ameur et Boukhrouba (2015) ont pu obtenir des taux satisfaisants par amélioration de la prolificité chez les brebis OD multipares et primipares avec respectivement 142% et 109% révélant en outre une corrélation positive entre le nombre d'agneaux nés et l'augmentation de la dose d'*eCG*. Toutefois, Narimane et al. (2016) ont rapporté des taux de prolificité significativement plus élevés de 180, 96 % pour le lot traité par *FGA+400UI eCG* que 166, 66% pour celui ayant reçu 300UI *eCG*.

Il a été rapporté que l'utilisation répétée de *eCG* sur la même brebis entraîne une diminution de sa fertilité à cause de l'apparition d'anticorps anti-PMSG, ce qui provoque un retard d'ovulation, voire même l'absence d'ovulation (Castonguay et al., 1999). Contrairement à cela, l'utilisation répétée de doses croissantes de PMSG chez la brebis OD dans une étude menée par Lamrani et al. (2008), n'a eu aucun effet sur la manifestation d'œstrus et le taux de fertilité laissant supposer que la brebis OD a la capacité d'éliminer les anticorps anti-PMSG résiduels des traitements précédents.

### **2.2.3. Les facteurs lutéolytiques (PGF2 $\alpha$ ou analogues)**

Les facteurs lutéolytiques (PGF2 $\alpha$  ou un de ses analogues) peuvent être utilisés pour synchroniser les chaleurs d'un lot de brebis cyclées, mais pas celles en anœstrus. Son mode d'action repose sur la lyse d'un éventuel corps jaune (Henderson et Robinson, 2007). Des études ont montré que l'injection de PGF2 $\alpha$  est efficace entre le 3<sup>ème</sup> et le 13<sup>ème</sup> jour du cycle (Rubianes et al., 2003 ; Titi et al., 2010) ; entre le 5<sup>ème</sup> et 14<sup>ème</sup> jour du cycle avec deux injections 10 à 14 jours d'intervalle pour une synchronisation optimale (Ptaszynska, 2009) ; c'est-à-dire durant la phase lutéale caractérisée par la présence d'un corps jaune au niveau des ovaires. Sachant d'emblée que la PGF2 $\alpha$  n'est pas efficace sur les jeunes CJ entre J0 -J2 (récepteurs aux prostaglandines non encore formé) ou jours 14-17, car la CJ est en cours lutéolyse spontanée. Donc, si le traitement est administré à des brebis cycliques prises au hasard dans un troupeau,

celles qui ne sont pas en phase lutéale, donc qui n'ont pas de corps jaunes présents, ne répondront pas au traitement. Ces brebis représentent généralement environ 20 à 30 % des brebis traitées. Pour s'assurer que toutes les brebis d'un groupe traité ont au moins un corps jaune et qu'elles sont donc en mesure d'être synchronisées, on réalisera deux injections intramusculaires de 15-20 mg de PGF2 $\alpha$  à 11 jours d'intervalle (Liu et al., 2006). Les brebis viendront en chaleur entre 2 et 4 jours suivant la seconde injection (Castonguay, 2018).

Il existe différents protocoles associant la PGF2 $\alpha$  à d'autres molécules telles que des analogues de la GnRH ou des progestagènes. Ainsi, un traitement combinant progestagènes et prostaglandine (avec ou sans eCG), ou par une injection unique ou double de prostaglandine, permet d'obtenir l'induction et/ou la synchronisation de l'œstrus chez les brebis cyclées (Mutiga et Baker, 1982). Cependant, l'utilisation de PGF2 $\alpha$  pour la synchronisation des chaleurs est peu répandue sur le terrain d'une part à cause de son coût et d'autre part car cette méthode n'est efficace que chez des brebis cyclées (Henderson et Robinson 2007). Néanmoins, ce protocole a donné récemment des résultats satisfaisants, durant le mois d'Avril considéré comme période d'ancœstrus saisonnier chez la brebis *Ouled Djellal*, avec un taux de gestation dépassant 97% chez les femelles traitées avec 2 injections de PGF2 $\alpha$  à 11 jours d'intervalle (Adnane et al., 2018).

#### 2.2.4. La mélatonine

Chez les mammifères, c'est la rétine qui reçoit l'information lumineuse. Cette dernière se transmet par voie nerveuse en passant par les nerfs optiques jusqu'aux noyaux supra-chiasmatiques et au noyau paraventriculaire de l'hypothalamus, puis elle passe par voie nerveuse (dans la moelle épinière et des nerfs) jusqu'aux ganglions cervicaux supérieurs pour atteindre enfin la glande pinéale. Celle-ci traduit cette information en sécrétant de la mélatonine (Malpaux et al., 1996). Ce sont les cellules ganglionnaires de la rétine qui contiennent un photopigment, la mélanopsine, et qui transmettent l'information concernant la photopériode (Abadie et al., 2008)

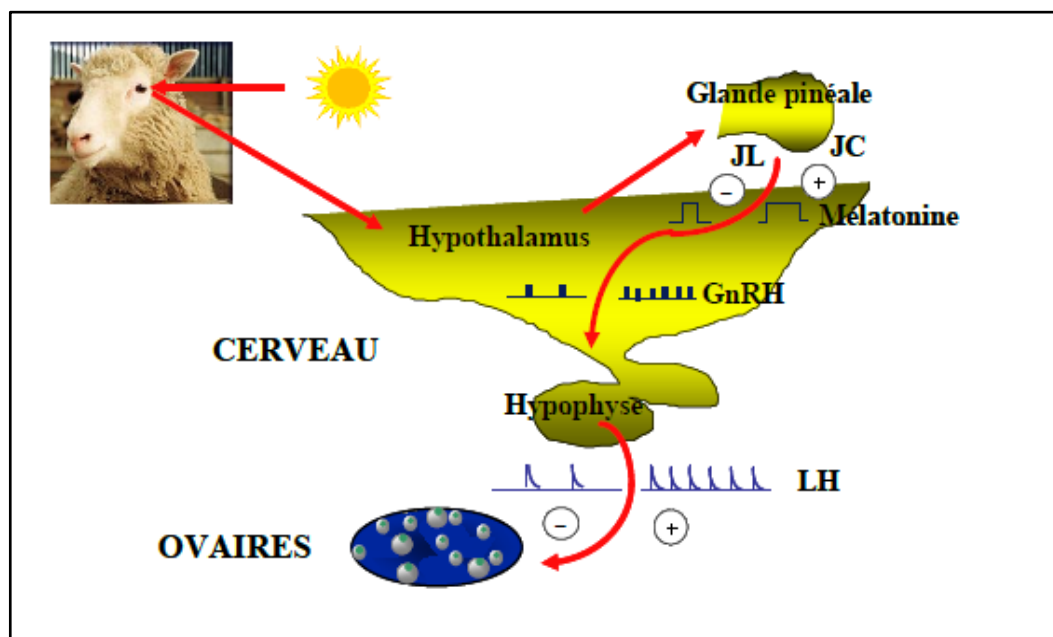
La mélatonine est une substance naturelle, sécrétée par la glande pinéale (épiphyse) et synthétisée à partir du tryptophane et de la sérotonine sous l'action de la HIOMT (5Hydroxy-Indole-O-Méthyl-Transférase). Elle informe l'organisme sur les variations de la durée d'éclairement journalier (Voir figure 8). L'administration de mélatonine exogène modifie la perception photopériodique d'un animal en simulant une situation de jours courts ; et ce, même si les yeux de l'animal perçoivent des jours longs. Tel est le cas généralement observé au printemps et en été lorsque l'on souhaite induire une activité sexuelle à contre-saison, et qu'il

est impossible de maintenir les animaux dans un local fermé (Chemineau et al., 1992). La mélatonine peut être ainsi administrée quotidiennement par voie orale ou par voie parentérale pour modifier artificiellement la durée d'éclairement perçue par l'animal. Il existe également des implants sous cutanés et des bolus intra-ruminaux qui permettent un relargage continu de mélatonine dans l'organisme (Castonguay, 2006). L'utilisation de la mélatonine, sous forme d'implants dosés à 18 mg, pour avancer la saison sexuelle et améliorer les performances de reproduction a été largement démontrée (Staples et al., 1991).

Selon Waller et al. (1988) des brebis traitées par voie orale avec 2 mg de mélatonine tous les jours pendant la saison d'anœstrus, ont présenté un nombre similaire de cycles œstraux aux brebis traitées avec de la progestérone et du PMSG, mais plus que celles des brebis témoins. Cependant, Carlson (2000) en utilisant de la mélatonine sous-forme d'implant associée à la progestérone lors de l'anœstrus saisonnier, a constaté que cela augmentait le taux de gestation comparée à des animaux témoins sans traitement. Des essais réalisés par Zaiem et al. (2000) avec des implants de Melovine®, placés 40 jours avant la lutte chez les brebis et 60 jours chez les béliers de races tunisiennes, ont permis d'avancer la saison de lutte avec une amélioration du taux de fécondité (1,19 vs 0,98 et 1,20 vs 0,96 pour les races Queue Fine de l'Ouest et Noire de Thibar respectivement) et également de la prolificité (123,8 vs 109,5 et 129,2 vs 109,6) ; voire aussi les résultats rapportés dans le tableau 1 par Chemineau et al. (1991). L'augmentation du nombre de brebis gravides et celui des d'agneaux nés par brebis traitées à la mélatonine peut être expliquée soit par l'élévation de la survie des embryons (Abecia et al., 2011 & 2019), soit par l'amélioration de la fonction lutéale en réduisant l'action des facteurs lutéolytiques ou de la qualité des embryons (Forcada et al., 2006). Il a été rapporté également que l'utilisation d'implants sous cutanés de mélatonine augmenterait les taux sériques de progestérones 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). Cependant, Chez les brebis Ouled Djellal, aucun effet améliorateur sur les performances reproductives n'a été constaté après traitement avec des implants de mélatonine comparativement au traitement FGA+eCG. Par contre, Moumene et al., (2014) ont observé un résultat amélioré lors d'association d'un traitement avec implants de mélatonine et l'effet bélier chez la race sus-citée.

**Tableau 1** : Fertilité prolificité et fécondité des brebis du lot témoin et celles traitées à la mélatonine (Chemineau et al., 1991).

	Effectif mis en lutte	Effectif mettant bas	Fertilité %	Nombre d'agneaux nés	Prolificité %	Fécondité %
Lot témoin	401	303	76	408	135	102
Lot traité	445	378	85	537	142	120



**Figure 7** : Sécrétion de la mélatonine adaptée de Chemineau et al. (1992).

### 2.2.5. Les progestagènes associées au flushing

L'application d'un bon « flushing », trois semaines avant et après la période de lutte, améliore notablement les paramètres de reproduction chez les ovins (Falah, 2000). En Nouvelle Zélande, Smith et al. (1983) ont trouvé qu'avant l'introduction du bélier dans le troupeau de femelles, qu'une période minimale de trois semaines est requise pour un bon flushing sur des pâturages de haute qualité alimentaire. Après quoi, une vraie réponse a été observée et cette période a été suffisante pour produire une augmentation d'environ 2% en nombre d'agneaux produits et de brebis fécondées à la 1<sup>ère</sup> saillie. Ainsi également, Niar (2001) a rapporté qu'après synchronisation des chaleurs (avec des éponges vaginales imprégnées à 40mg de FGA + 500UI d'eCG) chez 120 brebis de race *Rumbi* ayant reçu un supplément alimentaire « flushing » de 300gr d'aliment concentré/ tête / jour environ 3 semaines avant et 3 semaines après la lutte et un autre supplément alimentaire « steaming » de 300gr de concentré /tête/ jour sur une période d'environ un mois (14 jours avant mise –bas et 14 jours après), ont présenté une nette amélioration de leurs paramètres de reproduction avec des taux de fertilité de 86. 66%, de fécondité de 130. 83% et de prolificité de 150. 96%.

### 3. Les paramètres de la reproduction

#### 3.1. La fertilité

La fertilité d'une femelle est son aptitude à donner des agneaux ou être gestante ; l'incapacité d'assurer cette fonction est dite *infertilité* qui peut être transitoire ou définitive « stérilité » (Craplet et Thibier, 1980). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$\textbf{Fertilité} = \text{nombre de brebis gestantes} / \text{nombre de brebis mise à la lutte} * 100$$

#### 3.2. La prolificité

C'est l'aptitude d'un animal à procréer un grand nombre de descendants (Dudouet, 2003) ; de ce fait, la prolificité constitue une composante importante de la productivité du troupeau. Elle est en moyenne de **110%** chez la race *Ouled Djellal* (Chellig, 1992).

La prolificité est le meilleur critère de qualification d'une brebis et constitue l'élément de base de la sélection génétique, elle est conditionnée par : Moment de lutte (saison), l'alimentation envisagée, le milieu, l'âge et la race.

$$\textbf{Taux de Prolificité} = \text{nombre d'agneaux nés vivant} / \text{nombre de brebis mettant bas} * 100$$

#### 3.3. La fécondité

C'est le paramètre représentant le processus de reproduction ; il caractérise la capacité reproductive d'une brebis ou d'un troupeau. Le taux de fécondité est obtenu en multipliant le taux de prolificité à celui de la fertilité. (Casamitjina, 1996).

$$\textbf{Taux de Fécondité} = \text{nombre d'agneaux nés} / \text{nombre de brebis mises à la lutte} * 100$$

#### 3.4. La mortalité des agneaux

Le taux de mortalité correspond au d'agneaux perdus par rapport au nombre d'agneaux nés. La mortalité se décompose selon la date de la mort par rapport à la naissance, dans le jour qui suit ou plus tard (Dudouet, 1997).

$$\textbf{Le taux de mortalité} = \text{nombre d'agneaux morts} / \text{nombre d'agneau nés} * 100$$

#### 3.5. Facteurs influençant les paramètres de reproduction

##### 3.5.1. Effet de la race de la brebis

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que la race a une influence sur les paramètres de reproduction (Floch, 1990 ; Thimonier et al., 2000) ; étant donné que certaines races sont plus

prolifiques que d'autres. Ainsi, dans une étude réalisée au Maroc en 1984-1985 sur des races D'man, Sardi et croisée Sardi x D'man, il a été observé des différences dans les paramètres de reproduction étudiés (taux d'agnelage et de sevrage et dans la taille de la portée) ; avec une influence manifeste exercée par l'âge et la saison de reproduction (Lahlou-Kassi, 1987). Egalement au Maroc, lors d'une étude comparative entre les races *Tamahdit* et croisée *Tamahdit x D'man*, où il a été relevé des portées à la naissance variant de 1 à 2 pour *Tamahdit* (avec 89, 3% de naissances simples et 10, 7 % de naissances doubles) et 1 à 3 pour la croisée *Tamahdit x D'man* (avec 66, 2% de simples, 31, 3% de doubles et 2, 6% de triplets) (Boudjenane et al., 2005).

Dans le même contexte, lors d'une étude menée par Lassoued et Rekik (2001) en Tunisie portant sur des agnelles âgées d'environ un an ; il a été noté des tailles de portée respectivement de  $1,07 \pm 0,26$  et  $1,26 \pm 0,44$  pour des agnelles issues de races *Queue Fine de l'Ouest* (QFO) et son croisé QFOx D'man respectivement. Alors que, les taux de prolificité des races *Ouled Djellal*, F1 croisée Ouled Djellal x D'man et D'man sont respectivement de 1, 6 ; 1, 0 à 1, 15 et environ 2, 0 (Gabiña et El Shaer, 2004).

Boujenane (2002) et Boujenane et Kansari (2005) ont démontré que le type génétique de la brebis a un effet significatif ( $p < 0,001$ ) sur la taille de la portée à la naissance. Cependant la race a un effet non significatif ( $p > 0,05$ ) sur la fertilité (91% pour la race Sardi, 85% chez la race D'man et 82 % pour la croisée Sardi x D'man).

Derquaoui (2003), a constaté que les agnelles de la race D'man ovulent plutôt que celles de la race *Sardi* (193 jours et 226 jours respectivement) et qu'en première ovulation, le taux d'ovulation est significativement plus élevé ( $p < 0,001$ ) que celui de la race *Sardi*. Alors que, pour la taille de la portée, Rekik et al (2007), ont trouvé que les brebis D'man présentaient des valeurs de 0,34 et 0,52 agneaux de plus que les brebis croisées D'man x *Queue Fine de l'Ouest*, qui elles-mêmes ont une taille de portée supérieure à celle de la *Queue Fine de l'Ouest*. Cependant des recherches ont démontré que les brebis prolifiques qui ont des taux d'ovulation plus élevés présentent des taux de mortalité embryonnaire supérieurs aux races non prolifiques (Castonguay et Laforest, 1995).

**Tableau 2 :** Prolificité des races de la région d'Afrique du Nord (Nafzaoui et al., 2008)

Race	D' man	Sicilo-Sarde	Noir de Thibar	Ben-Guil	Ouled Djellal	Hanra	Rumbi	Barbarine	Timahdit	Boujad	Sardi
% prolificité	40 à 60%	40%	23.4%	0 à 20%	17%	10 à 14%	10 à 5%	0 à 17%	2 à 7%	6%	2%

### 3.5.2. Effet de l'âge de la brebis

L'âge exerce une influence manifeste sur les performances de reproduction ; où la majorité des auteurs s'accordent sur ce point. Etant donné que l'âge à la mise à la reproduction est en relation étroite avec la puberté, laquelle est dépendante surtout du poids ; et que les jeunes femelles sont encore en croissance. Ainsi, Karfel et al. (2005) ont relevé de faibles performances chez des brebis primipares (de moins de 18 mois) que chez celles plus âgées (âgées de 36 à 42 mois). Les résultats de Annett et Carson (2005) indiquent que les taux d'ovulation et de conception seraient plus bas chez les agnelles que chez les brebis matures. Ainsi, Boukhliq (2002b) a rapporté que la prolificité varie selon l'âge des brebis ; elle est de 100% chez les antenaises et 104% chez les adultes de la race *Sardi*.

Les travaux sur la brebis Ouled Djellal menés par Tennah (1997), montrent que les taux de fertilité sont de 66, 66% ; 75% ; 76, 47% et 66, 66% pour les âges de 1, 2, 3 et 4 ans pour la lutte de novembre ; sauf que, l'effet de l'âge n'a été apparent que pour la lutte de juin ( $p < 0, 05$ ), lequel en augmente jusqu'à 3 ans puis diminue. Par contre pour Dekhili (2004), l'âge ne semble pas influencer la prolificité dans cette race ( $p > 0, 05$ ). Si les performances reproductives des brebis OD n'ont démontré de supériorité significative que pour des brebis âgées de 4 ans nées doubles comparées aux simples de même âge (Dekhili, 2002) ; il est par contre, relevé plus tard par Dekhili (2004), que l'âge ne semble pas influencer la prolificité dans cette race ( $p > 0, 05$ ). Néanmoins, Dekhili et Benkhilif (2005), rapportent que l'âge de la brebis a un effet significatif sur le taux de productivité numérique avec un maximum à 5 ans ; celui-ci a été de 0, 85 (1 an), de 0, 86 (2 ans), de 0, 91 (3 ans), de 1, 00 (5 ans), de 0, 95 (6 ans), de 0, 92 (7 ans) et de 0, 81 (8 ans). Cependant, Boujenane et Chikhi, (2006), ont montré que l'âge de la brebis a un effet très significatif ( $p < 0, 001$ ) sur les caractères de reproduction (fertilité, taille et le poids de la portée). Ces résultats sont en contradiction avec ceux de Safsaf (2014), qui a rapporté une absence de différence significative entre les brebis OD primipares et multipares avec un taux

de fertilité de 65% dans les deux catégories d'âge et un taux de prolificité plus élevé chez les multipares (146% vs 123%).

### 3.5.3. Etat physiologique de la brebis

Cappai et al. (1984) ont mis en évidence que le niveau de production laitière au moment de la saillie a une influence sur la fécondité. Alors que, Kridli et al. (2009) n'ont pas trouvé de différence significative entre prolificité des brebis Awassi sèches et allaitantes. Ceci est en désaccord avec les résultats de Arbouche et al., (2013) qui ont rapporté que 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 prolificités de 114.8% pour les brebis non allaitantes contre 108% pour les brebis allaitantes. Cette baisse de la prolificité serait peut-être due à la perte de poids au cours de l'allaitement ou de la traite coïncidant avec la mise à la reproduction. Ainsi, Molina et al. (1991), ont noté chez des brebis correctement alimentées, des pertes de poids de l'ordre de 0,3 points en NEC depuis la mise-bas jusqu'au sevrage. La perte de la NEC au cours de l'allaitement ou de la traite serait due en fait à la couverture en partie des besoins de cet état à partir des réserves corporelles (Atti et Abdennebi, 1995).

### 3.5.4. Effet de la saison

Selon Khaldi et Lassouad (1984), la saison la plus favorable pour la viabilité des agneaux, de par ses températures clémentes et les disponibilités fourragères, est Février-Mars. Ainsi, Tennah (1997), a enregistré un taux élevé de mortalité des agneaux Ouled Djellal au cours de leurs premières heures de vie de l'ordre de 16, 6% en Novembre contre 10% en Avril. Alors que, Njoya et al. (1997) ont constaté que le taux de mortalité est plus élevé quand la mise-bas a lieu au printemps. Ils sont rejoints en cela par Clement et al. (1997) pour qui, les performances de la prolificité sont meilleures lorsque les fécondations ont lieu au printemps, au moment où les ressources alimentaires sont en quantité importante et de bonne qualité.

D'après Boukhliq (2002b), la fertilité des brebis de la race Sardi varie avec la saison (65, 4% pour *Juin - Juillet* et 96% pour *Aout - Novembre*). Dekhili et Aggoun (2004), ont trouvé que la saison de lutte a un effet significatif ( $p < 0,001$ ) sur la fertilité et la prolificité et non significatif sur la fécondité. Les résultats trouvés par Dekhili et Benkhilif (2005), ont démontré que la saison de lutte a eu un effet très significatif sur le taux de productivité numérique, et qui a été de 0, 83 pour l'été, 0, 93 en automne, 0, 60 en hiver et 1, 4 pour le printemps. La supériorité numérique était plus significative lors de la lutte de printemps et d'automne par rapport aux deux autres saisons. Le mois de saillie exerce aussi une influence très significative ( $p < 0,001$ ) sur le taux de productivité numérique ; où il a été enregistré des taux plus faibles durant les mois de *Juillet*,



*Aout*, *Septembre* (avec une moyenne de 0, 87 pour les trois) et le mois de *Décembre* (avec 0, 74). En effet, selon Arbouche et al. (2013) le mois de lutte a un effet hautement significatif ( $p < 0, 001$ ) sur la fécondité, où un taux maximal a été enregistré au mois de Mai (118. 7%) et le plus faible au mois d'Avril (50%). La faible performance du mois d'Avril (saison sexuelle) serait justifiée par la conduite d'élevage et la sous-alimentation.

L'application des divers protocoles de synchronisation des chaleurs au cours des saisons de lutte présente des résultats variables avec de meilleures réponses en automne que pour la saison de printemps. Ainsi, Lamerani et al. (2008) ont obtenu des taux de fécondité meilleurs en saison de lutte d'automne avec divers protocoles de synchronisation (EB seul, EB+FGA, EB+FGA+eCG) comparativement à la saison de printemps (90 vs 66.67 et 90 vs 63, 64 et 140 vs 104, 17%). Dans le même contexte, lors d'une étude menée chez la brebis *Ouled Djellal* soumise à l'effet bélier, Benyounes et al. (2013a) ont pu conclure que les meilleurs paramètres de reproduction étaient ceux enregistrés durant l'automne ( $p < 0, 05$ ). Contrairement à Taherti et Kaidi (2018) dans la région de Chlef, qui ont rapporté des taux de fertilité et de productivité des brebis OD significativement très élevés ( $p < 0, 001$ ) à la lutte de printemps (80. 75% et 89. 03%) comparativement à ceux d'automne.

### 3.5.5. Effet du milieu

Les variations des performances de reproduction chez la brebis OD selon le milieu de l'étude menée par plusieurs auteurs sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 3 :** Variation des performances reproductives de la brebis Ouled Djellal en fonction du milieu d'étude (Belkacem, 2019).

Auteur	Milieu	Fertilité %	Prolificité%
Dekhili et al., 2010	Semi-aride	-----	110
Belkasmî et al., 2010a	Semi-aride	90	108
Arbouche et al., 2013	Semi-aride P	88	111
Deghnouche et al., 2017	Arîde SS	68	147
	SH	77	162
Mefti-Kortebyet al., 2017	Arîde	83. 30	143
Taherti et Kaidi, 2018	Semi-arîde P	70. 46	103. 64
	A	35. 31	100
Belkacem et al., 2018	Semi arîde	65	134. 62
	Arîde	81	142. 86

- A : lutte d'Automne vs P : lutte de printemps
- SH : Saison Humide vs SS : Saison Sèche

### 3.5.6. Effet du mode de conduite

Les résultats obtenus par Harkat et Lafri (2007), montrent que les paramètres de reproduction pour la race Ouled Djellal ont été influés par l'administration ou non d'eCG. Ils ont rapporté des taux de prolificité et de fécondité respectivement de 120% et 75% dans le lot témoin ; alors que, dans les lots ayant reçu 500UI vs 600UI d'eCG, les taux de prolificité et de fécondité étaient respectivement de 175 vs 130% et de 130 vs 95%.

D'après Lamrani et al. (2008), l'effet bélier employé seul en saillies automnales, a eu le même effet sur la fertilité et la fécondité par rapport aux traitements hormonaux à base de *FGA+eCG* combinés à l'effet mâle ( $p>0,05$ ) ou ceux à base de *FGA+Effet bélier* ( $p>0,05$ ). Par contre, aux saisons d'été et de printemps, les traitements à base de *PMSG+FGA+Effet bélier* ont présenté des résultats significatifs par rapport à l'*Effet bélier* seul ( $p<0,05$ ) et hautement significatifs par rapport aux traitements à base de *FGA+Effet bélier*. Dans le même contexte, Moumene et al. (2014) ont constaté que la synchronisation aux progestagènes associée à l'effet bélier améliore fortement les performances de la brebis Ouled Djellal au printemps. Le même résultat est obtenu par Narimane et al. (2016) qui ont rapporté de meilleurs taux de fertilité par synchronisation *FGA (40mg) +eCG (300 UI)* et *FGA (40 mg) +eCG (400 UI)* avec respectivement 96% et 100 %. Cependant, Belkacem (2019) a enregistré des valeurs moins bonnes avec ce type de traitement 75% en région semi-aride (Ain M'lila) et 80% en région aride (Biskra) ; alors que, la prolificité était meilleure à la zone semi-aride (146. 66%) qu'en aride (141. 67%).

### 3.5.7. Effet de l'état corporel

L'état corporel au moment de la mise à la lutte est un facteur déterminant pour l'obtention de bonnes performances de reproduction (Dedieu et al., 1989). C'est au moment du tarissement que la brebis reconstitue ses réserves corporelles, permettant ainsi d'obtenir une note objective à la mise en lutte (Gadoud et al., 1992) ; où il est recommandé d'atteindre une note de 3 à la lutte (Bocquier et al., 1988). S'il y a une insuffisance de ressources alimentaires ou un intervalle trop court entre le tarissement et la saillie ; il est possible de réaliser un *Flushing*. La relation positive entre la note d'état corporel à lutte et le taux d'ovulation a été confirmée par plusieurs auteurs et sur différentes races (Rhind et al., 1989 ; Dedieu et al., 1991). Toutefois, il existe un maximum de taux d'ovulation par race, correspondant à un potentiel génétique ; au-delà duquel, on observe plus de réponse à une amélioration de l'état corporel ou de l'alimentation (Rhind et al., 1984).

La fertilité et la fécondité sont tous les deux sensibles aux variations d'alimentation avant et après la lutte, comme l'on montré un nombre important d'expériences utilisant ou non

la NEC, ce qui a amené à la pratique du flushing. Les travaux basés sur la NEC ont permis de mieux analyser cette question, en particulier dans les situations de pâturage. Les brebis de NEC moyenne, un mois avant la lutte (2, 25 à 2, 50) peuvent en effet présenter de meilleures performances de reproduction que celles de NEC plus élevées au départ (2, 75 et plus) si les disponibilités en herbe sont importantes (Gunn et al., 1983).

### **3.5.8. Effet de l'alimentation**

La nutrition est l'un des facteurs les plus importants influençant la fertilité (Petrovic et al., 2012). Elle exerce à la fois des effets à long-terme qu'à court-terme sur les différents paramètres de la reproduction du bétail (Kakar et al., 2004), par action significative sur de nombreuses fonctions reproductives et métaboliques incluant la production d'hormones, la fertilisation et le développement primitif de l'embryon (Grazul-Bilska et al., 2007). Son impact sur les nombreuses fonctions reproductrice est considérable comprenant outre, la production d'hormones, la folliculogénèse la fécondation et le développement embryonnaire ; la croissance fœtale et la survie du chevreau et de l'agneau (Celi et al., 2008 ; Gao et al., 2008).

L'augmentation de l'apport alimentaire en particulier celui des protéines (ex : grains de lupin) produit une augmentation de la taille du foie et une élévation de la concentration des enzymes microsomiales hépatique, ceci résulte en une augmentation du niveau métabolique d'œstrogènes (Sabra et Hassan, 2008) ; ce qui va se répercuter en augmentant celui de la FSH avant et pendant la lutéolyse. Cette élévation du niveau de la FSH dans l'organisme entrainera une augmentation du taux de certains métabolites circulants « glucose, insuline et leptine » pouvant être responsables du développement d'un grand nombre de follicules ovulant (Smith, 1988). Egalement, une alimentation équilibrée peut permettre une croissance placentaire adéquate et augmenter le poids de naissance des agneaux voire même une amélioration de la production laitière des brebis (Morris et Kenyon, 2004). Alors qu'une sous-nutrition avant la période de lutte réduit le taux d'ovulation et une nutrition inadéquate après l'accouplement induisant un taux de perte en ovules plus élevé et des modifications de la croissance folliculaire entrainant la production de petits follicules dont peu deviennent dominants (Lassoued et al., 2004 ; Sen et al., 2016a). Marais (2011) a rapporté que la sous-alimentation sévère comme la suralimentation après accouplement peut être associée à la perte d'ovules et avoir des effets plus graves qu'un état d'engraissement intermédiaire.

### **3.6. Croissance des agneaux**

Pour contrôler la croissance des agneaux, Bouhier de l'Ecluse (1960) propose que celui-ci doit être effectué par l'éleveur. Les pesées doivent être effectuées tous les 20 jours depuis la

naissance ; où chaque agneau est pesé 2 fois pour un contrôle laitier à 10 et à 30 jours et 5 fois pour le contrôle des gains de poids.

### **3.6.1. Poids à la naissance**

Il représente une valeur indicative du niveau alimentaire des brebis en gestation. Etant pris à la naissance, il permet d'apprécier à posteriori, les conditions d'alimentation des brebis pendant la deuxième moitié de la gestation et pourrait donc suppléer aux pesées délicates qui devraient être réalisées sur les femelles gestantes. Il se présente également comme une valeur de référence pour la croissance ultérieure et un élément déterminant des poids ultérieurs, en étant considéré comme valeur unitaire de l'estimation génotypique des parents (Craplet et Thibier, 1980).

### **3.6.2. Poids à 30 jours**

L'estimation de ce poids permet d'apprécier la valeur laitière des brebis mères. Les poids des agneaux simples et doubles ont des différences qui apparaissent quand les besoins des agneaux augmentent. Les agneaux nés simples ont en général assez de lait pour extérioriser leurs potentialités au maximum ; par contre, les besoins des agneaux doubles tendent de plus en plus à dépasser la production laitière des mères et ce n'est pas à partir du moment où ils reçoivent des aliments complémentaires que les agneaux doubles ont tendance à rattraper leur retard. La remontée du croit quotidien moyen des doubles qui se produit à ce moment correspond sans doute à un phénomène de croissance compensatrice (Arbouche, 2013).

### **3.6.3. Poids jusqu' à 90 jours (sevrage)**

Le sevrage se définit comme étant la séparation de la mère et de l'agneau, lorsque ce dernier n'a plus besoins de lait et mange la même nourriture que les adultes. Il faut que le passage de l'aliment liquide à l'aliment solide se fasse progressivement (Craplet et Thibier, 1980). De plus, si le retrait brusque du petit à sa mère est opéré ; il peut engendrer l'apparition de mammites chez cette dernière avec des conséquences pouvant être fâcheuses. La séparation de l'agneau de sa mère et le tarissement, raccourcissent la période d'anœstrus post-partum de la brebis (Labussière, 1990). Selon Dudouet (2003), la précocité ou non du sevrage dépend du type de production ; ainsi, si dans le cas du troupeau laitier, la précocité du sevrage est indispensable, dans un troupeau destiné à la production de viande, il devra permettre l'intensification de la production.

### **3.6.4. Poids à 90 jours et plus**

A cette date, la prise de poids constitue un moyen de suivi régulier des animaux, que ce soit pour l'abattage ou la mise à la reproduction. Le poids réglementé pour l'abattage ou la mise à la reproduction doit être de 3/4 du poids adulte (Soltner, 1989).

## **3.7. Facteurs influençant la croissance des agneaux**

### **3.7.1. Effet de l'âge de la mère**

Selon Abella (1985), il existe des variations importantes du poids des agneaux à la naissance selon l'âge de la brebis. Ainsi, chez des jeunes brebis (deux dents), la différence de poids entre les agneaux issus de portée simple ou double n'est pas significative ; mais en revanche, cette différence le devient chez des brebis plus âgées (4 dents et plus). Le poids des agneaux aurait tendance à augmenter avec l'âge de la brebis. Ainsi, il a été constaté que les agneaux nés des brebis adultes sont plus lourds que ceux issus de jeunes brebis (Kerfal et al., 2005) ; et que, les agneaux issus de brebis jeunes et adultes montrent une supériorité de croit par rapport à ceux nés des antenaises (Belkasmî et al., 2010b). Il en est de même, pour la survie néonatale qui est corrélée positivement à l'âge de la brebis, jusqu'à l'âge de 5ans. Enfin, l'âge de la brebis détermine aussi son aptitude et son expérience pour la croissance de son agneau (Nowak, 1996)

### **3.7.2. Effet de la saison**

Si la saison d'agnelage exerce une influence significative sur les poids à la naissance (Kerfal et al., 2005), son effet sur la croissance est variable selon les auteurs et les périodes. Selon les résultats de Djellal et al. (2016), la saison a un effet significatif sur la croissance des agneaux. Ainsi, cette croissance était bien meilleure durant l'automne pour les intervalles 0-10jours et 20-30 jours ; alors que, pour les intervalles 30-60jours et 60-90jours la palme revient à celle du printemps (Tableau 4). Tandis que, pour Kerfal et al. (2005) dans la race D'man, l'effet s'exerce surtout dans l'intervalle 30- 90 jours, à 135 j et sur les GMQ 10-30 et 30-90jours ; mais n'exerce aucun effet sur les GMQ à 90- 135 jours. De même, que les agneaux nés en automne ont tendance à présenter des poids et des GMQ plus élevés que ceux nés au printemps et en été.

### **3.7.3. Effet du sexe de l'agneau**

Les résultats rapportés par Dekhili (2003) en Algérie, Boujenane et al. (2001) et Chikhi et Boujenane (2004) au Maroc confirment que le sexe a un effet hautement significatif sur le poids des agneaux ( $p < 0,001$ ). Les mêmes auteurs signalent que les mâles réalisent des poids et

des gains moyens quotidiens plus élevés que ceux des femelles entre la naissance et le sevrage, il est de même pour les descendants ouled Djellal (Belkasmi et al., 2010b ; Safsaf,2014 ; Belkacem, 2019)

**Tableau 4** : Effet de la saison et du sexe sur la vitesse de croissance des agneaux OD ( Djellal et al., 2016).

Effet sexe											
0-10 jours			20-30 jours			30-60 jours			60-90 jours		
M (g/j)	F (g/j)	P	M (g/j)	F (g/j)	P	M (g/j)	F (g/j)	P	M (g/j)	F (g/j)	P
203,0	184,7	0,163	164,5	127,2	0,009	187,8	186,1	0,471	132,1	167,6	0,114
Effet saison											
0-10 jours			20-30 jours			30-60 jours			60-90 jours		
A (g/j)	Pr (g/j)	P	A (g/j)	Pr (g/j)	P	A (g/j)	Pr (g/j)	P	A (g/j)	Pr (g/j)	P
233,3	193,2	0,177	187,5	144,6	0,005	142,0	186,9	0,012	137,8	151,0	0,366

**M** : Male ; **F** : Femelle ; **A** : Automne ; **Pr** : printemps ; **p** : Probabilité ; Seuil de signification à  $p < 0.05$

### 3.7.4. Mode de naissance

La taille de la portée, ou nombre d'agneaux par gestation ou prolificité, représente une des composantes principales de la productivité des brebis du fait qu'elle influence grandement l'efficacité économique de la production de la viande de mouton. Il est bien connu que les races ovines présentent des différences importantes quant à la taille de la portée. La sélection des femelles sur la base de la taille de la portée et ou le recours au croisement des races plus prolifiques avec celles qui le sont moins constituent des stratégies les plus employées dans beaucoup de pays pour améliorer des performances reproductives des élevages à faible prolificité (Kenyon et al., 2019)

Il y a lieu aussi de relever que la taille de la portée influe sur le poids individuel des agneaux. Selon les résultats obtenus par Gardner et al. (2007), sur des brebis Mules, le poids individuel des agneaux varie en sens inverse avec la taille de la portée ; il est de 87% pour les doubles, 75% pour les triplets et 67% pour les quadruplets comparativement au poids des singles.

Le poids à la naissance varie suivant la race, l'alimentation de la mère et le mode de naissance. Les agneaux nés simples sont plus lourds que les agneaux nés doubles (Dekhili, 2003). Le poids des agneaux *Ouled Djellal* a fait l'objet de plusieurs études (Tableau 6), ainsi la plupart des auteurs ont conclu que les agneaux issus de portée unique ont tendance à avoir des poids vifs plus élevés par rapport à ceux issus de portée gémellaire (Belkasmi et al., 2010b ;

Boussena et al., 2013 ; Safsaf, 2014 ; Zidane et al., 2015 ; Meredef, 2017 ; Belkacem, 2019 ; Baa et al., 2020)

**Tableau 5** : Comparaison à différents âges du poids des agneaux simples et agneaux doubles (Craplet et Thibier, 1980).

Age		Poids				
Intervalle (jours)	Moyenne (jours)	Simples (S)	Doubles (D)	Moyenne	Différence (S-D)	Différence en % de la moyenne
Naissance		5,48	4,62	5,05	0,86	17
8-14	11	8,85	7,72	8,28	1,12	13,5
15-21	18	11,01	8,59	9,80	2,41	24,6
25-28	25	12,93	10,17	11,55	2,75	23,8
29-35	32	14,92	11,66	13,20	3,26	24,5
36-42	39	17,06	13,32	16,19	3,75	24,6
43-56	49	19,54	15,74	17,64	3,80	21,5
57-70	63	23,31	19,36	21,33	3,95	18,5
71-84	97	27,14	22,63	24,92	4,56	18,2
85-98	91	30,14	25,73	27,94	4,41	15,7
99-112	105	32,25	28,56	30,41	3,69	12,1

**Tableau 6** : Variations du poids de naissance (kg) de l'agneau (moyenne  $\pm$  écart-type) Ouled Djellal à J0 en fonction du mode de naissance

Auteur	Poids moyen à la naissance	
	Simple	Double
Boussena et al., 2013	4, 87 $\pm$ 0, 29	4, 28 $\pm$ 0, 17
Safsaf et al., 2014	4, 05 $\pm$ 0, 72	3, 81 $\pm$ 0, 57
Djellal et al., 2016	5,07 $\pm$ 0,11P 5,54 $\pm$ 0,11 A	
Meredef et al., 2017	4, 61 (T) vs 4, 75 (Exp)	4, 31 (T) vs 4, 06 (Exp)
Belkacem et al., 2018	5, 04 $\pm$ 0, 61	3, 71 $\pm$ 0, 54

Témoin : Effet bélier, Experimental : Synchronisation des chaleurs, P Printemps, A Automne

### 3.7.5. Effet de l'alimentation

L'alimentation de la mère au cours de la gestation et au-delà après la mise-base présente un effet bénéfique qui se répercute sur la santé de sa progéniture. Ainsi, Hall et al. (1992) ont montré qu'une supplémentation protéique en Lupins durant 17jours prepartum entraîne un taux de survie de 95% au 9<sup>ème</sup> jour de vie, supérieur à celui obtenu avec la supplémentation en avoine. La supplémentation en Lupins ne s'est pas accompagnée d'une diminution de l'ingestion d'herbe, contrairement à la supplémentation en avoine ; étant donné que la haute teneur des Lupins en protéines brutes leur conférant un caractère bénéfique sur la production de colostrum et de lait.

Ces résultats sont confirmés par la suite par les travaux de Nottle (1997), qualifiant la meilleure survie néonatale des agneaux obtenue avec la supplémentation à base de lupin ne serait pas liée à une augmentation du poids à la naissance ; mais à l'implication d'autres facteurs, dont celui notamment, d'une augmentation de la production de colostrum et de lait. Alors que, Vipond et al. (1982) et Kleemann et al. (1994) n'observent pas d'effet de la supplémentation protéique prepartum sur le poids des agneaux à la naissance et la survie. Il paraît que les brebis présentant une meilleure NEC ont de meilleures performances laitières s'accompagnant des gains de poids plus importants chez leurs agneaux (Gibb et Treacher, 1982), de même qu'il est clair que l'état corporel des brebis au moment de *l'agnelage* pourrait affecter leur rendement laitier (Jaime et Purroy, 1995). À l'évidence, les performances de croissance des agneaux de la race Ouled Djellal restent tributaires d'autres facteurs, en particulier les aptitudes laitières des mères, la transition et l'apport fourrager mis à la disposition des agneaux durant la deuxième phase de croissance, et l'alimentation des femelles qui est intimement liée à l'état des pâturages en fonction du climat (Chemmam et al., 2014).

### 3.8. Mortalité des agneaux

Le taux de mortalité des agneaux avant sevrage est en moyenne de 15 à 20 % (Gautier et Corbiere, 2011). Il impacte la productivité numérique et donc le revenu des éleveurs ovins. La mortalité des agneaux est d'origine infectieuse ou non, avec comme facteurs de risques liés à la mère, à l'agneau ou à l'environnement.

#### 3.8.1. Classification

La mortalité des agneaux est classiquement décrite par tranches d'âge. Bien que les bornes de ces tranches d'âge varient selon les auteurs. Le découpage suivant est généralement le plus admis et on distingue :

**a - La mortalité prénatale :** elle touche les tranches d'âge comprises entre 11<sup>ème</sup> au 45<sup>ème</sup> jour après la fécondation, correspondant aux mortalités embryonnaires, et celles au-delà du 45<sup>ème</sup> jour correspondant aux mortalités fœtales (ou avortement). Généralement, en pratique, le diagnostic de gestation n'étant pas réalisé avant 40 à 50 jours ; et que la mortalité embryonnaire est souvent confondue avec de l'infertilité. De ce fait, le terme « avortement » ne regroupe bien souvent que l'expulsion observée d'un fœtus non viable ou d'un fœtus mort dans l'utérus avant le terme de la gestation.

**b- La mortinatalité :** correspond aux agneaux morts pendant la mise-bas. Dans ce cas, on parle d'agneaux mort-nés.



**c- La mortalité postnatale** ou **mortalité néonatale** : qui concerne les agneaux morts après la mise-bas. Selon Seegers et al. (1984), Fragkou et al. (2010), celle-ci peut être découpée en trois phases : mortalité *postnatale immédiate* (entre la naissance et 48 h-72 h), mortalité *postnatale intermédiaire* (entre 48 h-72 h et une semaine) et mortalité *postnatale tardive* (entre une semaine et un mois d'âge ou le sevrage). L'ensemble de cette mortalité est parfois regroupé sous le terme *mortalité périnatale*.

### **3.8.2. Les causes de la mortalité des agneaux**

#### **3.8.2.1. Les causes infectieuses**

La mortalité néonatale d'origine infectieuse est de faible incidence. Ainsi, selon Abella (1985) cette incidence est en moyenne de 3% variant dans une fourchette se situant entre 1,1% et 7,1% chez les agneaux nés ; et que les principaux agents responsables sont : *Toxoplasma gondii*, *Brucella ovis*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter foetus*, *Pasteurella* sp., *Salmonella* sp., *Clostridium* sp., *Corynebacterium* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Escherichia coli*. Alors que, pour Abdelhadi et al. (2007), les taux de mortalité des agneaux par suite des diarrhées et des problèmes respiratoires étaient respectivement de 10,08 %, et de 9,46%.

#### **3.8.2.2. Les causes non infectieuses :**

- Dystocies et les malformations

L'incidence de la dystocie peut être élevée lorsque le niveau d'alimentation pendant le dernier tiers de gestation est très important (Lepeltier, 2010) ; et que, les parts dystociques y résultant sont le fait d'un volume excessif du fœtus, d'une mauvaise présentation fœtale ou d'une débilité de la mère. Alors que, les malformations, telles que des anomalies pouvant se présenter sous forme d'orifices nasaux ou d'ouverture du tube digestif entre les deux yeux, s'accompagnent parfois de parts dystociques (Abella, 1985). Ainsi, pour Abdelhadi et al. (2007), dans une étude portant sur 25 élevages avec 6800 brebis, la part des dystocies dans la mortalité des agneaux représente 11,97 %.

- L'exposition-inanition

C'est l'une des principales causes de mortalité postnatale chez les agneaux âgés de moins de 3-4 jours, avec une part très variable de 5 % à 46 % en rapport avec la mortalité totale avant sevrage (Cloete et al., 1993). En effet, la majorité des mises bas ont lieu en hiver, dans des enclos sans abris, quand la disponibilité en fourrage est la plus faible. Le froid produit chez le nouveau-né un engourdissement des extrémités qui l'empêche d'accéder à la mamelle et de

téter ; et que, l'hypothermie accompagnant le froid serait fatale, laquelle se produit quand les pertes thermiques au niveau crânien sont supérieures aux possibilités de production de chaleur. Le nouveau-né se retrouvera ainsi avec des facultés de thermorégulation altérées (Benyounes et al., 2013).

Les agneaux dont le poids est inférieur à 2.5 kg sont particulièrement vulnérables à l'hypothermie en raison de leur immaturité, de leurs faibles réserves énergétiques, de leur large surface corporelle par rapport au poids vif (Boucherit et al., 1985).

- Prédation et accidents

La part de la prédation dans la mortalité des agneaux dépend beaucoup des zones et des systèmes d'élevage mais peut occasionner des pertes importantes. Les attaques sont généralement dues à des renards et des chiens sauvages. De nombreux agneaux se retrouvent blessés par les renards au niveau de la scapula. Le nombre d'animaux morts atteint 50% du nombre d'agneaux mutilés ; d'autres en nombre très réduit meurent par chutes dans des trous, des mares ou par noyade (Gautier et al., 2014) ou par écrasements (7.19%) (Abdelhadi et al., 2007).

### **3.8.2.3. Problèmes métaboliques et nutritionnels**

Certaines affections touchant exclusivement la mère ont des conséquences sur les conditions de mise-bas. Ainsi, les erreurs diététiques (rationnement) telles que la toxémie de gestation, affectant les brebis trop maigres ou trop grasses au moment de la mise-bas, et l'hypocalcémie puerpérale sont responsables de l'augmentation du risque de mortalité néonatale (Gautier et al., 2014).

Les déséquilibres nutritionnels chez les agneaux, en particulier les carences sont responsables également de leur mortalité. En effet, le statut en oligo-éléments de l'agneau dépend presque exclusivement du transfert transplacentaire pendant la gestation et donc des réserves de la mère. C'est le cas de carences profondes en Cuivre (ataxie enzootique), en Sélénium et vitamine E (myopathie dégénérative et raide), en Iode (avortements, facteur favorisant le syndrome hypothermie), et plus exceptionnellement en Zinc et en Cobalt (Gautier et al., 2014 ; Kenyon et al., 2019)

### **3.8.3. Les facteurs de risque de la mortalité des agneaux**

#### **3.8.3.1. Facteurs de risque liés à la brebis**

La perte de poids des brebis au cours de la gestation accroît le risque de mortalité des agneaux dans les 7 premiers jours ; et ce, suite à un comportement maternel moins développé

et une agressivité plus importante des mères vis-à-vis de leurs agneaux (Dwyer et Lawrence, 2005). Ainsi, lors d'un comportement maternel moins développé, les agneaux mettent plus de temps à se lever et à aller téter et de ce fait le rejet de ces agneaux est plus fréquent (Nowak et Poindron, 2006 ; Dwyer, 2008). Alors qu'un meilleur comportement maternel (augmentation du Maternal Behavior Score) est associé à un meilleur taux de survie des agneaux (Everett-Hincks et Dodds, 2008, Darwish et Ashmawy, 2011) ; et que, le léchage de l'agneau nouveau-né réduit les pertes de chaleur par radiation et sa stimulation favorise un lever et une première tétée précoce (Nowak et Poindron, 2006). Lors d'une production de colostrum plus faible et de moins bonne qualité durant les premières heures de vie de l'agneau augmente le risque de mortalité (Sevi et al., 2000). C'est ainsi, que dans les élevages de la région de Tiaret, les problèmes d'allaitement ont été derrière des taux de mortalité de l'ordre de 19,64 % (Abdelhadi et al., 2007). Par ailleurs, un état corporel trop faible ou à l'inverse trop important est associé à un risque accru de toxémie de gestation et à une production de colostrum et de lait plus faible. L'âge de la brebis influe aussi sur la survie des agneaux ; ainsi, les brebis âgées de plus de 6 ans ont un risque accru de perdre leurs petits (Wallace et al., 2006). Il a été également relevé que le taux de mortalité des agneaux (jusqu'à 2 mois de vie) issus de primipares est globalement plus élevé que celui de ceux issus de multipares (Hatcher et al., 2009) ; et ce, par le fait d'un poids des agneaux plus faible et un risque élevé de dystocie (Cloete et al., 2002).

### 3.8.3.2. Facteurs de risque liés à l'agneau

- **La température à la naissance** : plus la température rectale des agneaux à la naissance est faible, plus ils mettent du temps à se lever et à téter leur mère et sont plus sujets au risque d'hypothermie-inanition (Gautier et Corbière, 2011 ; Kenyon et al., 2019).
- **Le poids de naissance** : C'est le facteur de risque le plus important. Etant fortement dépendant de la taille de la portée, le risque de dystocie est accru pour les agneaux les plus lourds. Les agneaux les plus légers possèdent moins de réserves lipidiques, ont une température rectale plus faible à la naissance et sont moins vigoureux (Dwyer et Morgan, 2006).
- **Taille de la portée** : Comparativement aux agneaux nés simples ou doubles, la mortalité chez les triplés (ou plus) est significativement plus importante (multiplié par 1,5 à 3), principalement en raison de poids de naissance plus faibles et d'un risque accru de dystocie (Everett-Hincks et Dodds, 2008 ; Hatcher et al., 2009 ; Kenyon et al., 2019).
- **Sexe de l'agneau** : Les agneaux mâles présentent classiquement un taux de mortalité plus important que les femelles. Sachant que, les agneaux mâles sont moins vigoureux à la

naissance et que la conduite alimentaire intensive après sevrage est plus à risque (Gautier et al., 2011 ; Kenyon et al.,2019)

- **Type de manteau de laine** : Le type de manteau de laine de l'agneau joue un rôle important dans le maintien de sa température corporelle. Ainsi la survie des agneaux qui possèdent une couverture de laine à gros diamètre serait meilleure que celle des agneaux ayant une couverture fine. Cet effet est marqué pour la survie des agneaux immédiatement après la naissance mais reste significatif jusqu'à 50 jours d'âge (Hatcher et al., 2009 ; François et al., 2010).

### 3.9. Facteurs de risque liés à l'environnement

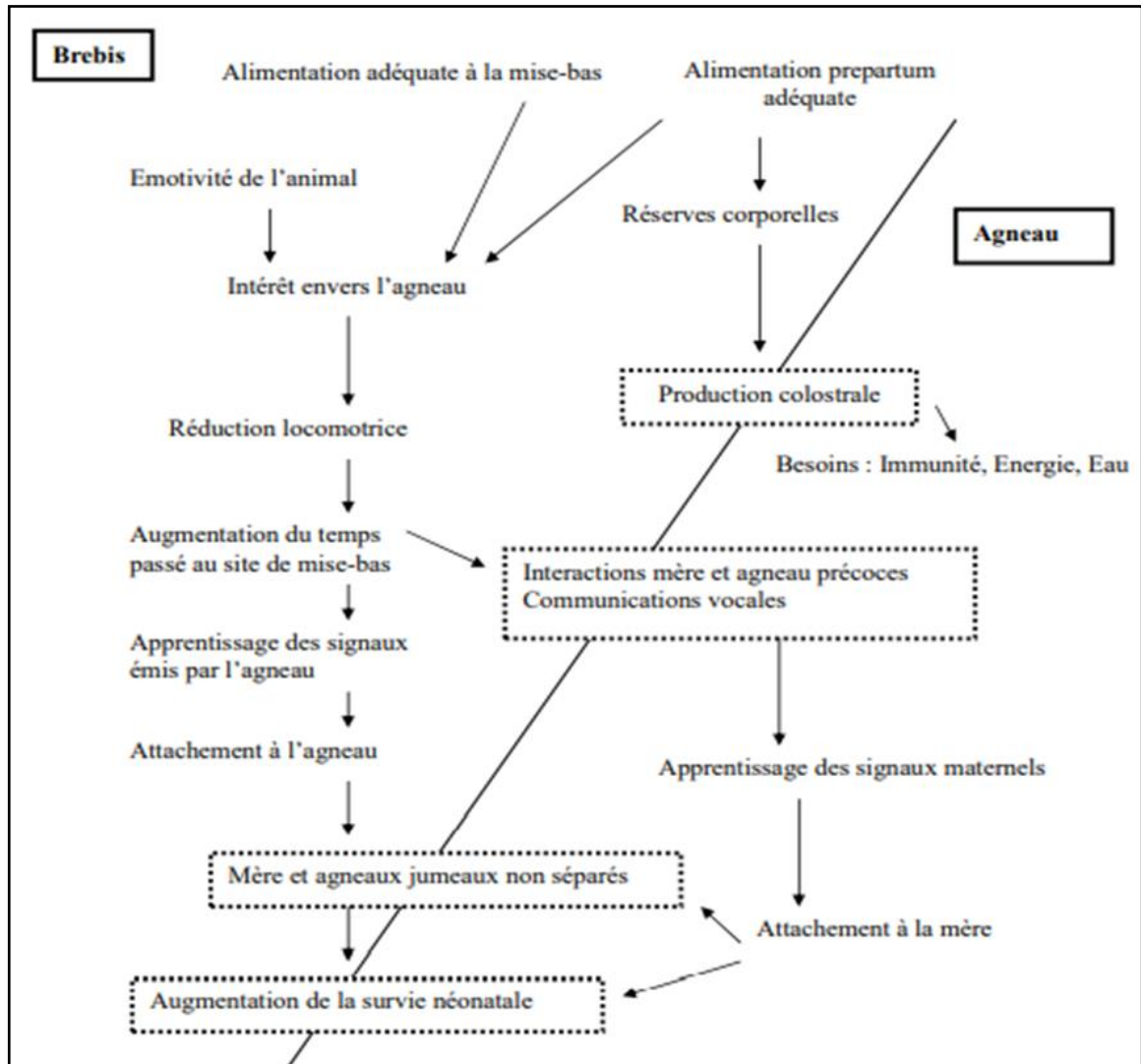
**Conditions climatiques ou d'ambiance** : Le froid, le vent (ou les courants d'air) et l'humidité sont des facteurs affectant la survie des agneaux de façon importante. Les températures froides et les courants d'air, en augmentant les pertes de chaleur par radiation et par convection augmentent les risques d'hypothermie (Chniter, 2013 ; Kenyon et al.,2019).

**Agnelage en bergerie ou à l'extérieur** : Agnelage en bergerie ou à l'extérieur sont chacun associés à des facteurs de risques spécifiques de mortalité. Lors de naissance à l'extérieur, les agneaux sont soumis outre aux risques climatiques précédemment décrits, à la difficulté de surveillance par l'éleveur des mises-bas et de la prise colostrale ; alors que, ceux qui naissent en bergerie sont plus exposés aux agents infectieux (fonction de l'hygiène et de l'ambiance du bâtiment) mais aussi du fait d'une plus forte densité animale (Blanchin et al., 2005, Kenyon et al.,2019).

**Etat sanitaire du troupeau** : la mortalité chez les jeunes agneaux est quasiment doublée dans les élevages où il y a introductions de sujets non contrôlés (Ducrot et al.,1987, cités par Gautier et Corbière, 2011). Ainsi, le non-respect des mesures de biosécurité, visant à la fois les animaux (introduction, pension, transhumance, pâturage commun...) et les intervenants en élevages, constitue un facteur de risque majeur d'exposition aux agents pathogènes responsables d'avortements, de diarrhées néonatales ou de troubles respiratoires

**La surveillance et le suivi du troupeau** : C'est surtout durant le parturition que l'éleveur doit jouer son rôle par la préparation des brebis en fin de gestation, la surveillance des mises-bas, la prise du colostrum par l'agneau et l'identification précoce des agneaux nécessitant des soins (agneaux faibles, agneaux malades). Ainsi, dans une étude menée dans la région de Tiaret par Abdelhadi (2007) dans des élevages de la race Rumbi et à la faveur d'une observation sur 3 ans (2003-2005), il a été relevé un taux de mortalité de 25,15% dont le facteur ayant présenté le plus d'impact a été celui relatif à la température au moment de la naissance avec un taux de

44,09% pour des températures variant entre 0°C et 5°C. Pour l'âge de survenue de la mortalité **8.25 %** de la naissance au 1<sup>er</sup> jour, **12.95 %** du 1<sup>er</sup> au 10<sup>ème</sup> jour et **3.92 %** du 10<sup>ème</sup> au 30<sup>ème</sup> jour.



**Figure 8** : Facteurs comportementaux et environnementaux affectant la survie néonatale en conditions extensives. (Nowak, 1996)

# **Chapitre II**

## **Nutrition**

## 1. Le rationnement

Le rationnement a pour objectif de calculer les quantités d'aliments à distribuer à un animal pour lui permettre d'assurer au mieux la couverture de ses besoins d'entretien et de production en énergie, azote, minéraux, oligo-éléments et vitamines. Dans certains cas, il n'est pas possible ou il n'est pas nécessaire de couvrir complètement les besoins : l'animal peut prélever transitoirement dans ses réserves corporelles les nutriments qui lui manquent et adapter sa production (Enjalbert et al., 2007).

Selon le système français INRA (1988), l'estimation des principaux besoins alimentaires quotidiens des brebis surtout laitières doit se réaliser en tenant compte de quatre nutriments essentiels qui correspondent, à :

- ❖ Energie Nette (UFL : Unités Fourragères Lait, UFV : Unités Fourragères Viande)
- ❖ Protéines (PDI : Protéine Digestible dans l'Intestin, g/j) ;
- ❖ Calcium (Ca, g/j) et Phosphore (P, g/j).

Le reste des nutriments, bien qu'importants, ne seront pas considérés ici.

Les besoins en énergie, exprimés en **UFL**, sont obtenus par la formule :

$$Bes_{UF} = 0,033x PV^{0,75}, \text{ (PV en kg, } PV^{0,75} = \text{ poids métabolique)}$$

Les besoins en protéines, exprimés en grammes de PDI :  $Bes_{PDI} = 2,5xPV^{0,75}$

Les besoins en minéraux, principalement en calcium (Ca) et en phosphore (P), exprimés en grammes.

Le calcul des besoins doit également prendre en compte la capacité d'ingestion de l'animal, exprimée en UE (Unité d'Encombrement), c'est-à-dire « le volume » maximal d'aliment que l'animal peut ingérer ; lequel est en relation avec la note d'état corporel. Autrement dit l'**unités d'encombrement (UE)** se définit comme l'encombrement d'un kg MS de l'herbe de référence (herbe pâturée coupée au stade gazon lors de sa première pousse). En général, c'est l'aptitude d'un aliment à être ingéré grâce à ses caractéristiques propres de rassasiement métabolique et d'encombrement digestif. Ainsi, les UE prennent en compte la CI, propre à l'animal, et la valeur d'encombrement (VE), spécifique à l'aliment ingéré (Delagarde et al., 2007). Comme la prise volontaire d'un fourrage dépend du poids, du type d'animal et de la production, l'unité d'encombrement lait (UEL) est utilisée chez les vaches et les chèvres en lactation (Faverdin et al., 2018).

Les aliments concentrés n'ont pas de valeur d'UE fixée à priori car celle-ci résulte de la situation énergétique de la ration via la proportion d'aliments concentrés distribués et de l'UE du fourrage associé. De plus, les UEL ne sont applicables que si les fourrages sont distribués à volonté, que les refus se limitent à 15% des quantités distribuées et que la valeur énergétique de la ration est égale ou supérieure à 0,70 UFL/kg MS (Sauvant et al., 2007). Prédire la quantité de matière sèche (MS) que l'animal va volontairement ingérer (MSI) est au cœur de la formulation d'une ration. Seulement, contrairement aux monogastriques, les fourrages sont souvent distribués à volonté chez les ruminants. Il est donc difficile de savoir précisément la quantité de fourrage réellement ingérée par l'animal et donc de déterminer la quantité des autres aliments à lui apporter pour répondre à ses besoins. On peut cependant l'estimer : lors de la distribution d'un aliment ad libitum, la CI en UEL/j équivaut à la somme des VE en UEL/kg MSI, multipliés par les quantités de MS ingérées (QI) en kg MSI des fourrages (F) et des concentrés (C). La quantité de fourrages ingérée peut ainsi être déterminée (Delagarde et al., 2007).

La capacité d'ingestion est calculée par la formule :  $CI = I_{note} \times PV^{0.75}$

$I_{note} = 0.075$  pour une NEC de 4.0 à 4.5,

$I_{note} = 0.081$  pour une NEC de 3.0 à 3.5 et

$I_{note} = 0.089$  pour une NEC de 2.0 à 2.5 (Hassoun et Bocquier, 2007).

Cette dernière a tendance à augmenter avec le poids et diminue avec l'état corporel. En général, pour les brebis, on ne doit pas permettre une perte de l'état corporel supérieure à 0,6 à 1,0 unités (brebis viande) ou 0,5 unités (brebis traite), dans une période de temps inférieure à 6 semaines. Ceci suppose qu'en pratique les brebis au moment de la lutte doivent avoir à une note d'état proche à 3 et le besoin d'évaluation au moins une fois par mois de l'état corporel pour obtenir des productions satisfaisantes.

Les besoins journaliers de chaque nutriment se calculent suivant une méthode factorielle, par la somme des besoins respectifs qui peuvent se présenter dans la situation de production correspondante. Dans le cas des brebis, ils peuvent correspondre à l'entretien, la croissance, la gestation et à la lactation (Bocquier et Caja, 1993).

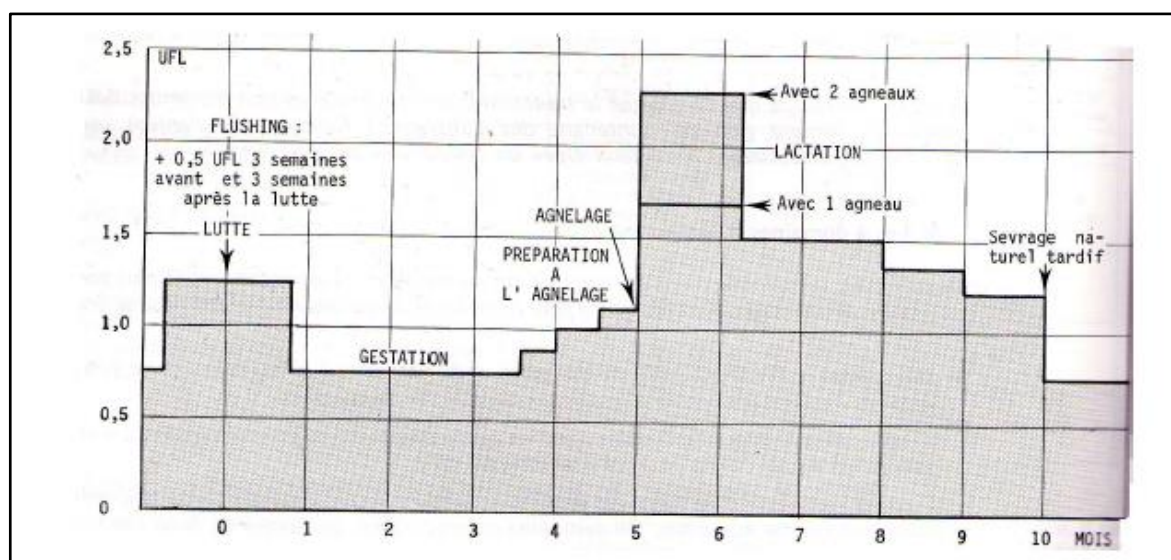
## **1.1. Les besoins et apports alimentaires recommandés chez la brebis**

### **1.1.1. Besoins d'entretien**

Au stade d'entretien, les seuls besoins nutritifs de l'animal consistent à maintenir un poids corporel désiré ; étant donné qu'aucune forme de production n'est en cours (la brebis n'est



ni en lactation, ni pleine). À tous les autres stades, les besoins doivent donc être plus élevés que pendant le stade d'entretien. Comme les brebis ne font que maintenir leur poids, aucune alimentation en grains n'est nécessaire pendant cette période.



**Figure 9 :** Besoins de la brebis au cours d'un cycle de reproduction (D'après Soltner, 1988)

**Tableau 7 :** Variation de la capacité d'ingestion des brebis exprimées en UEm/j (INRA, 1988) en fonction du poids vif à l'entretien et de la note d'état corporel.

Poids à l'entretien	NEC	NEC	NEC
	2, 0-2,5	3,0-3,5	3,5-4, 5
40	1,4	1,3	1,2
50	1,7	1,5	1,4
60	1,9	1,7	1,6
70	2,2	2,0	1,8

### 1.1.2. Besoins de la mise à la reproduction et flushing

La réussite de la mise à la reproduction nécessite certaines conditions auxquelles la femelle doit répondre dont la prédisposition génétique, l'intégrité des organes génitaux, un optimum de note corporel. Pour cette dernière condition, une note comprise entre 2,5 et 3,5 est requise pour qu'une femelle puisse être mise à la reproduction ; pour ce, une brebis à ce moment ne doit être ni trop grasse ni trop maigre. Selon Castonguay (2018), pour sélectionner des brebis en vue de la lutte, il est essentiel de choisir des brebis qui ont une note d'état corporel d'au moins 2,0 pour qu'elles puissent atteindre la note recommandée de 3 à 3,5 au moment de la lutte. Le programme alimentaire durant le flushing est d'une importance capitale et qui devra être ajusté principalement en fonction de la note d'état des brebis à la fin du tarissement. Ainsi, Rhind et al. (1989), dans une étude sur des brebis Greyface Dartmoor ont rapporté qu'une faible

consommation alimentaire avant l'accouplement réduisait le taux moyen d'ovulation (OR) et qu'une faible consommation après l'accouplement induisait un taux plus élevé de perte d'ovules.

### **1.1.2.1. Le flushing**

Le flushing, suggère une alimentation intensive pour des brebis maigres avant et après la lutte, a pour but d'augmenter le taux d'ovulation et ainsi le taux d'agnelage. La réponse des brebis à cette situation dépend de certains facteurs : âge de la brebis (plus il est avancé, plus est grande la réaction), de sa race, de l'état corporel et du stade de la saison de reproduction. La réaction sera d'autant plus marquée au début et en fin de la saison de reproduction ; par contre, elle est moins efficace pendant la période de pointe de la saison de reproduction pour pouvoir augmenter le pourcentage d'agnelage. L'alimentation intensive est surtout bénéfique pour les brebis maigres n'ayant pas encore récupéré du stress de la lactation précédente (Anonyme, 2016).

### **1.1.3. Besoins de gestation**

Les besoins de gestation sont pratiquement négligeables jusqu'au dernier tiers (100 jours). En début de gestation, la croissance fœtale est minime et les besoins alimentaires de la brebis diffèrent peu de ceux observés au stade de l'entretien. On peut donc donner aux brebis une ration similaire, mais en quantité un peu plus élevée. C'est rare que les grains soient nécessaires en début de gestation à moins que le fourrage ne soit de piètre qualité et que l'état corporel des brebis s'en ressente. A partir de 100 jours, les besoins augmentent rapidement pour atteindre des valeurs plus au moins élevées selon le nombre de fœtus- (prolificité). Ainsi, les valeurs représentées dans le tableau 8 qui correspondent aux poids des fœtus ou de l'agneau à la mise bas, doivent être utilisées en fonction du nombre moyen d'agneaux et de leurs poids attendus à la naissance. Cette dernière phase de gestation est la période la plus délicate du point de vue alimentaire. (INRA,2007)

L'augmentation des besoins est normalement associée à une diminution de la capacité d'ingestion de la brebis, et est plus au moins dépendante de la nature de la ration (Bocquier et Caja, 1993). C'est le stade le plus exigeant du point de vue nutritionnel à cause de la croissance fœtale et du développement du potentiel de production de lait. Etant donné que plus de 80 % de la croissance fœtale se produit pendant les six dernières semaines de gestation ; il est donc recommandé de choisir les aliments à valeur nutritive élevée, à bonne digestibilité et à faible encombrement. Une nutrition carencée (surtout en énergie) pendant cette période a des effets nuisibles sur l'apparition de la toxémie de gestation, la production de colostrum, sur le poids à la naissance et la vigueur (potentiel de survie) des agneaux. Les brebis doivent recevoir au

moins 300 g de grains par brebis / jour, pour celles qui ont un pourcentage d'agnelage supérieur à 200 %. Pour toutes ces raisons, et pour disposer d'une marge de sécurité pour les rations de gestation, les apports recommandés dans le tableau 8 doivent être considérés toujours comme des minima (Caja et Gargouri, 1995).

#### 1.1.4. Besoins d'allaitement

Durant l'allaitement, la brebis atteint quantitativement, l'étape de besoins les plus élevés de tout son cycle de production. La production de lait dépend du nombre et de la vigueur des agneaux allaités. Pour la plupart des races méditerranéennes cette production peut varier de 1 à 3 l/j et par brebis (Caja et Gargouri, 1995), pendant le premier mois après l'agnelage, et qui peut être maintenue à 0,7 à 1,5 l/j (Torre, 1991) pendant tout l'engraissement des agneaux (3-4mois). Normalement, on estime qu'il faut 0,5 à 0,6 litres de lait pour chaque 100 g de croissance des agneaux (INRA, 1988 ; Torre, 1991). Pour des brebis rustiques méditerranéennes, commela "Manchega", les productions moyennes de lait pour des brebis avec 1,2 à 1,5 agneaux, se situent entre 1,4 à 1,7 l/j, permettant ainsi une vitesse moyenne de croissance de 150 à 250 g/j. Dans la pratique, ceci suppose des productions totales de lait de 40 à 70 litres en 5 semaines d'allaitement.

**Tableau 8** : Estimation des besoins alimentaires des brebis (Caja et Gargouri 1995)

Situation productive	Energie (UFL/JOUR)	Protéine (PDIg/j)	Ca (g/l)	P (g/l)
Entretien	0,033	2. 22	0. 19	0. 05
Croissance agnelles	0. 26	22. 0	1. 40	0. 40
Augmentation poids (/100 g GQP) 0,56	0. 56	22. 0	-----	-----
Perte poids (/100 g GQP) -0,25	-0. 25	-22. 0	-----	-----
Gestation (/kg agneau né)	0,01 5			
-6 à -5 semaines	0,04	5	0,50	0,12
-4 à -3semaines	0,08	10	0,80	0,20
-2 à l'agnelage		13	1,35	0,33
Allaitement 0-6 semaine (/litre lait) ****	0. 61-0. 64	75-88	6. 0	1. 5

Les besoins élevés dues aux quantités de lait produites durant l'allaitement, maxima entre la deuxième et la troisième semaine après l'agnelage, sont partiellement atténués par une diminution parallèle du contenu en matières grasses et en protéines suite à l'augmentation de la quantité de lait. (Caja et Gargouri, 1995).

**Tableau 9 :** Variation de la capacité d'ingestion des brebis exprimée en UEm (INRA 1988) en fonction du poids vif à la gestation et du nombre d'agneaux en gestation

Poids à la gestation kg	Portée unique 1 (4kg)	Portée unique 1 (5kg)	Portée double 2 (5kg)	Portée double 2 (7kg)	Portée double 2 (9kg)	Portée triple 3 (11kg)
55	1. 29	-----	1. 16	1. 29	-----	-----
70	-----	1. 64	-----	1. 58	1. 71	1. 65

## 2. Aliments destinés aux brebis

Il existe deux grandes catégories d'aliments : les aliments grossiers et les aliments concentrés.

### 2.1. Les aliments grossiers

Ils sont représentés par les fourrages frais (herbe, betteraves fourragères), les fourrages conservés semi secs (préfané d'herbe), les fourrages conservés humides (ensilage d'herbe, de maïs, de pulpes de betteraves sucrières) les fourrages déshydratés (pellets de luzerne, pulpes sèches de betteraves sucrières ou de chicorées) et enfin les fourrages conservés secs (foin, paille). La qualité de ces derniers, qui constituent l'essentiel des aliments des animaux, a une grande influence sur l'état des animaux et leur productivité. Leur valeur alimentaire est variable et dépend surtout de mode de conservation. Si la teneur en cellulose du foin varie de 23 à 40%, celle de la paille par contre est plus élevée avec en sus une valeur alimentaire faible, à l'exception de la paille d'avoine qui est riche en azote. Les pailles bien récoltées peuvent remplacer une partie du foin (Regaudier et Releveau, 1969).

Les pailles sont qualifiées par fourrage pauvre en raison de leur *teneur élevée en glucides pariétaux complexes* (cellulose, hémicelluloses et lignine constituant la paroi végétale qui représente la presque totalité de la matière organique (60 à 80 p. 100) de la plante, *une valeur faible azotée et très faible pour les minéraux et les vitamines*. Des analyses chimiques de 35 variétés de paille algériennes, réalisées par Chabaca et al. (2009) ont révélé des teneurs en azote de 3,2% et en lignine de 7,0% pour l'ensemble des échantillons. Ces teneurs sont comparables à celles trouvées dans d'autres régions du Maghreb : 3,8 et 6,9 respectivement pour 27 pailles (Chermiti, 1994). Comparées aux pailles européennes, la teneur en azote est du même ordre de grandeur. En revanche, celle en lignine est plus faible dans le Maghreb. Plusieurs auteurs notamment Chenost et Dulphy (1987) indiquent des valeurs de 10,2% pour la lignine des pailles de blé européen.

**Tableau 10** : Exemples de variation (valeurs extrêmes) de la valeur alimentaire des pailles  
(FAO, 2006)

Paille	DMO	Quantités volontairement ingérées (g/kg P0,75)	
		Matière sèche	Matière organique digestible
Riz (1)	p. 100	25-65	9-25
Orge (2)	35-55	35-51	15-21
Blé (3)	43-48	23-35	8-10

(1) 20 références, Asie et Australie

(2) 7 mesures, Syrie (Capper et al., 1989)

(3) 15 mesures in vivo (INRA, 1988)

*Les aliments grossiers* sont indissociables des rations car ils apportent les fibres nécessaires à la rumination des brebis et donc à leur salivation et au respect du degré d'acidité (pH) de leur organisme. Ils ont tous une valeur d'encombrement (VE) importante de par leur faible poids volumétrique qui fait qu'ils occupent une place importante dans la panse même lorsqu'ils sont distribués en petites quantités. De ce fait, la prévision de l'ingestion des fourrages par les animaux à partir des tables INRA manquait de précision. Ceci est peut-être liée à l'estimation de l'ingestibilité des fourrages et/ou à l'estimation de la capacité d'ingestion de ces animaux (Maxin, 2015).

## 2.2. Les aliments concentrés

Contrairement aux aliments grossiers, les concentrés sont denses et occupent peu de place dans la panse, même si les quantités ingérées sont importantes. De ce fait, ils ont une valeur d'encombrement négligeable. Il existe trois grands types d'aliments concentrés :

- *Les concentrés énergétiques* : ce sont les aliments riches en énergie et pauvres en protéines ex : les céréales et coproduits (blé, orge, maïs, avoine, son de blé) (Riviere, 1991) ;
- *Les concentrés riches en énergie et modérément riches en protéines* : les protéagineux et oléo protéagineux (graines de pois, de féverole, de lin).
- *Les concentrés riches en protéines ou concentré protéiques* : les sous-produits d'huilerie, appelés tourteaux (tourteaux de lin, de soja, de cocotier).

Pour faciliter l'utilisation digestive et augmenter les quantités ingérées de fourrages pauvres, une complémentation en concentrés s'avère indispensable, en vue de l'optimisation de la cellulolyse dans le rumen. Cette complémentation vise précisément à favoriser la cellulolyse microbienne par un apport à la flore ruminale des éléments manquant dans le fourrage ; à savoir les matières azotées (dégradables ou non protéiques comme l'urée), les minéraux et les

vitamines A et D3. Ainsi, dans les régions steppiques d'Algérie, la complémentation par les concentrés énergétiques a lieu en saison surtout hivernale et varie en fonction de la catégorie d'animaux. En général, les brebis suitées (Hallaba) reçoivent une quantité oscillante entre 0,7 à 1,2 kg / tête / jour. Quant au reste du troupeau, la consommation journalière de concentrés est de l'ordre de 0,7 kg en moyenne (Kanoun et al., 2007).

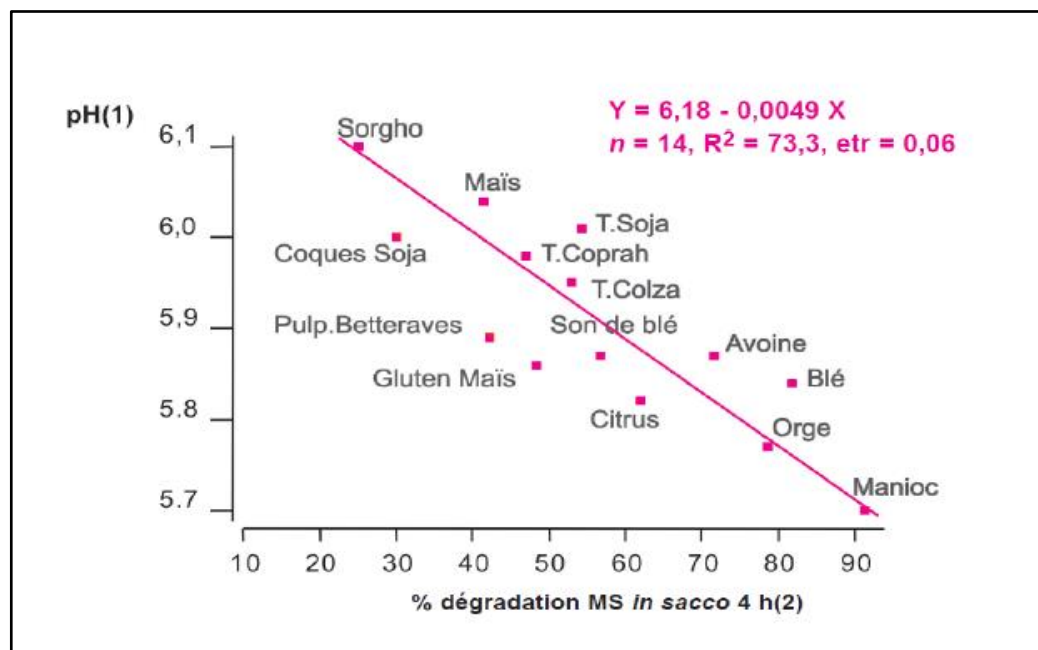
On distingue deux types de complémentation :

### **2.2.1. Complémentation "paysanne" ou "fermière"**

La complémentation dite ainsi, paysanne ou fermière, se réfère à ce qu'elle ne fait pas appel à des aliments composés du **commerce, mais** à des aliments disponibles directement sur l'exploitation. Ils sont peu nombreux, où on retrouve principalement en Algérie les issues des céréales (surtout le son de blé) (blé produit localement ou importé) et en Afrique subsaharienne, les issues des céréales produites et transformées localement (brisures et sons de riz, sons de sorgho, de maïs) ou importées (surtout le blé), les graines et tourteaux de coton, les déchets et farines animales (viande, sang et os, poisson). Ces derniers se présentent comme les compléments de choix des fourrages pauvres en particulier des fourrages traités qu'ils permettent de bien valoriser [fourniture de protéines peu dégradables et d'acides gras (pour les farines de poisson) ] ; mais ils sont souvent chers et sont généralement mieux valorisés par les monogastriques (Chenost et Martin-Rosset, 1985).

### **2.2.2. Complémentation "classique" avec des concentrés commerciaux dits industriels**

Il s'agit d'une complémentation qui n'est souvent pas adaptée, tant sur le plan nutritionnel qu'économique, pour valoriser les fourrages pauvres et, d'autre part, n'est pas du ressort des pays à difficultés nutritionnelles (utilisation de céréales en alimentation animale) à l'exception toutefois de certains pays du Maghreb et du Proche Orient où les céréales (orge) peuvent être moins chères que la paille pendant certaines périodes (saison sèche) de l'année. Cette situation encourage alors les éleveurs à les utiliser de manière exagérée ; ce qui conduit à des accidents digestifs parfois mortels (acidoses, entérotoxémie...). C'est d'ailleurs la paille ou les parcours qui constituent les "compléments" des concentrés en tant qu'apport d'éléments fibreux à la ration (FAO, 2006).



**Figure 10** : Relation entre le pH du rumen et la dégradation in sacco de la matière sèche des aliments dans la ration (D'après Sauvant et al., 2006).

### 2.3. Le taux de substituions fourrage/ concentré

La proportion de l'aliment concentré a une grande influence sur les paramètres de fermentation au niveau du rumen. Ainsi, une proportion élevée de l'aliment concentré entraîne une activité intense de fermentation par l'écosystème microbien dans le rumen, entraînant une forte production des AGV et par conséquent une baisse du pH (González-Bulnes et al., 2012 ; Giger-Reverdin et al., 2013). Ce qui conduit à une digestion moins efficace et une diminution de la prise alimentaire (Jouany, 2006).

Berge et Dulphy (1985) ont constaté que le taux de substitution augmentait systématiquement avec la proportion de concentré dans la ration, mais l'augmentation était forte avec des concentrés à base de céréales et de son blé et faible avec ceux à base de pulpe betterave, de lupin et de pellicules de soja. Ainsi, pour des proportions élevées de concentrés (céréales), le taux de substitution a toujours été plus élevé pour des rations riches en amidon. A l'inverse, l'augmentation de la teneur en MAT des rations a entraîné une baisse de taux de substitution. En effet, lorsque la proportion de concentré augmente, on assiste à une diminution de l'activité cellulolytique dans le rumen, donc de la vitesse de digestion du fourrage. L'effet d'encombrement de ce dernier augmente alors avec le taux de substitution avec des variations importantes. Ces variations sont dues à la nature des aliments utilisés et aussi probablement à

l'effet d'une régulation métabolique de l'ingestion, plus prononcée avec les concentrés riches en amidon (maïs, orge...).

La nature et la quantité de concentrés à incorporer dépendra de la composition des fourrages servis. A la faveur de la connaissance de la composition des aliments disponibles, on peut calculer un programme alimentaire précis ; ainsi, en règle générale, il faut considérer que plus le fourrage est récolté jeune, plus il possède d'énergie et de protéines (Cinq-Mars, 2008). En se référant aux données INRA, le taux de substitution global (Sg) en concentrés ne dépend que de la valeur d'encombrement du fourrage (VEF) ; et ce selon l'équation :

$$\text{Sg} = 3.35 - (2.3 \times \text{VEF}). \text{ (Hassoun et Bocquier, 2007) :}$$

Des fourrages plus matures ayant une teneur plus élevée en fibres nécessiteront un apport plus important en concentrés que des fourrages plus jeunes. Alors qu'une carence en fourrages provoque une acidification du milieu ruminal ; avec comme conséquences, une baisse générale dans la consommation alimentaire et probablement l'induction d'une acidose métabolique (Kennelly et al., 1999). L'équilibre entre la consommation de fourrages et de concentrés chez les brebis peut atteindre presque 22 % d'ADF dans la matière sèche ingérée correspondant en gros à un régime alimentaire contenant de 50 % à 60 % de concentrés et de 40 % à 50 % de fourrages (Zervas et al., 1999). Si les ovins peuvent tolérer des rations contenant jusqu'à 80 % de concentrés, ou 9,5 % d'ADF ; il n'est pas recommandé de procéder à une telle pratique dans la ferme (Valdes et al., 2000). Subséquemment à cela, des cas d'acidose métabolique peuvent se développer ; où l'animal cesse toute activité alimentaire, sa production laitière cesse, chute de la condition corporelle, apparition des cas de fourbures et des problèmes hépatiques, et des baisses générales de performances zootechniques. Donc, il faut assurer aux femelles en lactation, surtout celles allaitant plusieurs agneaux, du fourrage d'excellente qualité. (Cinq-Mars, 2008).

**Tableau 11** : composition chimique et valeurs nutritive des matières premières des concentrés à base de céréales (D'après Tables INRA 2018)

Matière première	MAT %	CB %	MG %	MM %	UFL Kg	PDIN g/Kg	BalProR u g/Kg	DE	DT amidon	DT azote
Blé tendre	11	2,4	1,4	1,5	1,04	77	-12	84,7	90	76
Orge	9,9	4,7	1,6	2,2	0,97	76	-20	79,4	86	71
Son de blé tendre	15,3	9,2	3,3	4,8	0,79	77	29	61,2	89	73

**MT** : matière azotée, **CB** : cellulose brute, **MG** : matière grasse, **MM** : matière minérale, **UFL** : unité fourragère, **PDIN** : protéines digestibles dans l'intestin, **BalProRu** : balance protéique du rumen. **DE** : digestibilité d'énergie, **DTN** : digestibilité totale de l'azote, **DT** amidon : Digestibilité de l'amidon



### 2.4. Les mélanges minéraux vitaminés

Les CMVs se présentent généralement sous forme de poudres ou semoulettes à incorporer à l'aliment. Malgré leur faible part dans l'alimentation des animaux, ils sont essentiels au bon fonctionnement de l'organisme des animaux. Sachant que, les rations à base de fourrages conservés et de concentrés ne sont généralement pas suffisamment riches en minéraux et vitamines pour couvrir les besoins des animaux (Demarquilly et al., 1987) ; d'où la nécessité d'apporter ce Complément Minéral Vitaminé (CMV) aux animaux pour couvrir leurs besoins (Gueguen et al., 1988). Pour les animaux qui pâturent, il n'y a généralement pas besoin d'apporter de CMV sauf si les sols sont carencés en minéraux (manganèse, cobalt, sélénium, ...) (Normand et al., 2005).

### 3. La notation de l'état corporel

La connaissance de la valeur des réserves corporelles dans la productivité d'un troupeau ovin et son étude systématique comme un paramètre mesurable - la note d'état corporel (NEC) ou "Body Condition Score (BCS)" qui a été développé en Australie par Jefferies (1961) et a depuis été accepté et utilisé au niveau international pour estimer le "statut énergétique" ou le "bien-être nutritionnel" des brebis adultes par d'autres auteurs dont Russel et al. (1969) qui l'a plus développé (van Burgal et al., 2011). Le système est basé sur la variation par palpation de l'état d'engraissement et de l'état musculaire de la zone lombaire du corps des ovins. Son utilisation a été généralisée et est actuellement introduite comme critère d'établissement du rationnement pratique des ovins (INRA, 1988).

Les changements de l'état corporel sont généralement mesurés comme une modification du poids vif à la faveur du remplissage des intestins ; alors que, la condition physique peut également être mesurée par un score semi-quantitatif (Russel et al., 1969 ; Gadoud et al., 1992 ; McDonald et al., 2010). D'ailleurs, la plupart des chercheurs ont relevé que les effets absolus de la condition corporelle (note d'état corporel) et le poids vif, beaucoup plus que leurs variations, ont le plus grand impact sur l'efficacité de la reproduction dans l'espèce ovine.

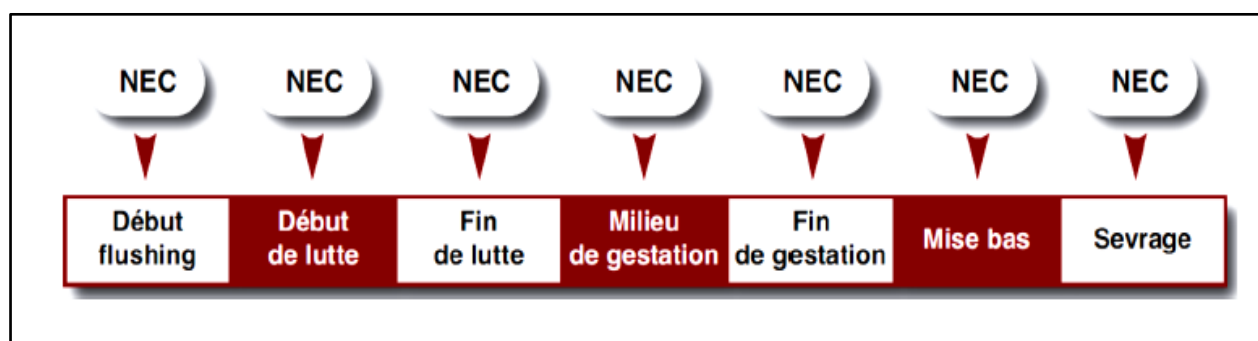
Les valeurs de l'état corporel ont été aussi utilisées pour l'estimation de la capacité d'ingestion qui a tendance à augmenter avec le poids et diminuer avec l'état corporel. Ainsi, pour des brebis et dans une période de temps inférieure à 6 semaines, il n'est pas admis de permettre une perte de l'état corporel supérieure à 0,6 à 1,0 unités (brebis viande) ou 0,5 unités (brebis traite). Ceci suppose dans la pratique, à faire rapprocher la note des brebis à la lutte de

3 et aussi l'utilité d'évaluation de l'état corporel au moins une fois par mois pour obtenir des productions satisfaisantes (Caja et Gargouri, 1995). Les périodes de notation de l'état corporel sont déterminées à des moments clés du cycle de production ; afin de permettre l'étude des relations alimentation – production et de pouvoir poser un diagnostic pertinent des systèmes d'élevage étudiés (Tabelau 12).

**Tableau 12** : Note d'état corporel recommandé à différentes phases du cycle de production de la brebis. Bocquier et al. (1988).

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

Demarquet et Gautier (2010) ont proposé pour cela le calendrier repris dans la Figure 12. L'effet de la périodicité des notations doit être déterminée en fonction du calendrier fourrager, des rythmes de reproduction et des objectifs de production ciblés par chaque éleveur.



**Figure 11** : Les périodes physiologiques clés d'estimation de la NEC (Demarquet et Gautier, 2010).

## 4. La digestion des aliments chez le ruminant

### 4.1. Anatomie et physiologie digestive des ruminants

Le système digestif des ovins présente la particularité d'être pourvu de 4 estomacs : 3 « préestomacs » (réseau, rumen et feuillet) et un estomac proprement dit, la caillette.

Cette configuration particulière permet au ruminant d'effectuer une prédigestion microbienne des aliments, facilitant une utilisation poussée des fibres présentes dans la ration.

Le rumen est un écosystème peuplé de microorganismes qui vivent en symbiose avec le ruminant. Ces microorganismes, adaptés à vivre dans un environnement caractérisé par un pH de 6,0 à 7,0, dégradent, *via* des processus d'hydrolyse et de fermentations, la plupart des composants de la ration alimentaire. (Ortigue-Marty et al., 2016.).

### 4.2. La digestion des aliments

Lorsqu'un aliment est placé dans une étuve, l'eau contenue dans l'aliment s'évapore et il subsiste un résidu sec, appelé matière sèche (MS). La MS comprend d'une part, la matière organique [glucides pariétaux (communément appelés « fibres » : cellulose, hémicellulose et pectines) et cytoplasmiques (amidon et sucres solubles), lignine, lipides, matières azotées et vitamines liposolubles et hydrosolubles] et d'autre part, la matière minérale [macro-éléments et oligo-éléments]. (Cinq Mars, 2008).

Les aliments ingérés par l'animal ne sont quasiment jamais digérés et absorbés en totalité, car une partie se retrouve au niveau des matières fécales. Ainsi, la digestibilité apparente d'un aliment est définie comme la proportion d'aliments qui disparaît apparemment dans le tube digestif ; suite à cela, elle est égale à la quantité ingérée moins la quantité excrétée dans les matières fécales (Cuvelier et al., 2005).

#### 4.2.1. La digestion des glucides

De tous les nutriments qu'ingèrent les ovins, les hydrates de carbone représentent généralement la fraction la plus importante. On les subdivise en hydrates de carbone structuraux et non structuraux (acides gras volatils AGV). Ces acides gras volatils sont : l'acétate (C2), le propionate (C3) et le butyrate (C4) (Drogoul et al., 2004). Les hydrates de carbone structuraux ou fibres forment le squelette de la plante et sont déterminés par l'analyse de la fibre détergente neutre (NDF). Ainsi plus la plante vieillit, plus elle devient rigide et sa teneur en hydrates de carbone structuraux augmente. Ces derniers se composent principalement de cellulose et d'hémicellulose. La lignine ne figure pas parmi ceux-ci, car elle est à base de polymères polyphénoliques. Toutefois, elle s'associe avec les hydrates de carbone structuraux, les rendant

plus difficiles à digérer. Tous ces composés constituent la fibre des plantes (Ortigues et al., 2016).

Les fibres alimentaires contribuent au bon fonctionnement du rumen. En ce sens, elles restent un élément essentiel de la ration. Les fibres des aliments sont formées des hydrates de carbone structuraux contenus dans les plantes. Ces hydrates demeurent généralement la partie la moins digestible de la plante. La fraction « fibre brute » d'une analyse comprend la cellulose et une partie de l'hémicellulose et de la lignine des plantes. De plus, l'analyse ne fait pas la distinction entre ces différents constituants. C'est pourquoi la mesure de la fibre brute ne donne pas la valeur précise de la fibre totale des plantes (Drogoul et al., 2004)

La cellulose et l'hémicellulose peuvent subir une digestion considérable dans le rumen. Par contre, la lignine se digère difficilement. Sur cette base, Akin (1986) mentionne une certaine activité digestive de certains champignons microscopiques, les mycètes, du rumen sur la lignine. Une fois arrivés dans le rumen, *les glucides* subissent une fermentation microbienne grâce à la flore microbienne composée de protozoaires, de champignons et de bactérie. Ce qui aboutira par la suite à la formation d'un mélange d'acides gras volatils (AGV) aux proportions suivantes: acide acétique (C2 : 0) (66%), acide propionique (C3 : 0) (20%) et acide butyrique (C4 : 0) (14%). Ces AGV sont absorbés à travers la paroi du rumen passent dans la circulation sanguine où ils vont être interceptés par le foie. Ces AGV assurant 60 à 80% des apports du métabolisme énergétique chez les ruminants voient ainsi, leur absorption influencée par le pH sanguin et leur taille (Ortigues-Marty et al., 2016). L'acétate qui représente environ 90% des AGV circulants est très peu fixé par le foie. L'acétate et le butyrate vont être convertis en acétyl-CoA ; alors que, le propionate intervient dans la néoglucogénèse. Le butyrate est aussi métabolisé au niveau de la paroi du rumen en  $\beta$ -hydroxybutyrate (voie des corps cétoniques) (D'Mello, 2000).

Une fraction de l'amidon non digéré dans le rumen subit une digestion enzymatique dans l'intestin grêle qui entraîne la formation de glucose, absorbé à travers la paroi. L'amidon non digéré dans l'intestin grêle est en partie dégradé par les microorganismes du gros intestin. Les glucides pariétaux qui ont échappé aux fermentations microbiennes peuvent quant à eux subir une seconde fermentation dans le colon (Cuvelier et al., 2015).

#### **4.2.2. La digestion des matières azotées**

Les *matières azotées alimentaires* subissent dans le rumen une dégradation par la flore ruminale aboutissant au produit terminal l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Ce dernier est utilisé par les microorganismes du rumen pour synthétiser leurs propres protéines, appelées *protéines microbiennes*. Cette synthèse ne peut avoir lieu qu'en présence d'une quantité suffisante

d'énergie. C'est principalement la dégradation des glucides *via* les fermentations microbiennes qui va fournir l'énergie nécessaire à cette synthèse protéique. S'il existe un excédent de matières azotées par rapport à l'énergie présente, l'ammoniac excédentaire est absorbé puis transformé en urée dans le foie. Les protéines microbiennes subissent une digestion enzymatique dans la caillette, conduisant à la formation d'acides aminés (AA) (Cuvelier et al., 2015).

Les ovins ont besoin de protéines alimentaires pour toutes sortes de fonctions métaboliques (la synthèse du lait, des muscles, les sécrétions enzymatiques, les hormones, la laine et autres. Les protéines de l'ordre d'une vingtaine sont constituées d'acides aminés. C'est selon l'agencement qu'ils font entre eux que les diverses protéines corporelles sont formées. Les besoins en protéines sont en réalité des besoins en acides aminés précis pour une protéine donnée. De plus, les microbes du rumen contiennent des profils en acides aminés qui correspondent assez bien dans l'ensemble à la composition des différentes protéines corporelles. C'est pourquoi, en favorisant un milieu ruminal idéal, on favorise la production de protéine microbienne qui en se digérant dans l'intestin produit un bon profil en acides aminés pour répondre aux besoins des ovins (Cuvelier et al., 2015).

Les protéines alimentaires qui sont disponibles pour les microbes présents dans le rumen sont appelées *protéines dégradables*. Il faut viser à apporter toutes les protéines dégradables dont les microbes ont besoins au niveau du rumen de façon à optimiser la production de protéine microbienne. Ces protéines apportées directement par la ration et synthétisées dans le rumen forment les *PDI* (protéines digérées dans l'intestin), il s'agit là de l'unique apport de matière azotée pour l'animal. L'apport énergétique est essentiel à la synthèse protéique chez les ruminants, étant donné que dans une ration classique, 65% à 70% des protéines sont dégradées dans le rumen. Ainsi, chez la vache laitière, une production journalière en protéines de l'ordre de 2.5 kg est assurée par Les microorganismes du rumen (Clark et al. 1992).

La conversion des protéines dégradées au niveau du rumen en protéines microbiennes dépend de la disponibilité de l'énergie métabolisable fermentescible. Ainsi, suite à une insuffisance énergétique nécessaire à la conversion des protéines alimentaires dégradables au niveau du rumen, le surplus en ions ammonium sera converti en urée au niveau hépatique et sera éliminé du sang au niveau rénal. Alors qu'une alimentation hyperprotéique entraîne une augmentation de la concentration de l'urée au niveau du plasma et du lait et qui se trouve associée avec une réduction de la fertilité par augmentation de la mortalité embryonnaire chez les brebis (Meza-Herrera et al., 2006).

Plusieurs études ont utilisé des techniques *in vitro* afin d'en connaître un peu plus sur les paramètres qui affectent la croissance bactérienne (Casamiglia et al., 1995 cités par Sok, 2017). A ce titre, Sok et al. (2017) lors de son étude, sur le profil en acides aminés des protéines microbiennes chez le bovin laitier, a cité que parmi les paramètres essentiels ayant un impact sur la croissance bactérienne, on retrouve :

- ***La matière sèche ingérée (MSI)*** : la littérature rapporte qu'une corrélation positive importante entre la MSI et la croissance des microorganismes est observée (Clark et al., 1992 ; Gomes et al., 1994).
- ***L'apport de composé azoté*** : où pour assurer une croissance optimale des microorganismes, il faut que les rations contiennent un minimum de 11 % de protéines brutes ; sachant que, l'efficacité d'utilisation de ces protéines dépend de la capacité du ruminant à dégrader ces protéines alimentaires pour en générer suffisamment d'azote dégradable ; dont les composés libérés lors de cette dégradation sont déterminants pour le développement de la flore microbienne (Pathak, 2008).
- ***L'apport d'énergie*** : qui constitue un facteur habituellement limitant pour la croissance de microorganismes dans le rumen. Le rendement en protéines microbiennes est basé sur l'apport en énergie métabolisable, énergie métabolisable fermentescible, les glucides digestibles ou la matière sèche fermentescible. Il faut noter que, l'ATP libéré lors du métabolisme microbien des glucides est crucial pour la croissance des microorganismes. (Verbic et Babnik, 1997)
- ***L'apport en vitamines et minéraux*** : A titre d'exemple, la concentration en soufre dans la ration doit être suffisante pour favoriser la croissance de la flore microbienne. En effet, un apport limité en cet élément couplé à de grandes concentrations en azoté non protéique (ANP) aura un impact négatif sur la synthèse de protéines microbiennes. (Sniffen et Robinson, 1987).

Deux types de matière azotée arrivent donc dans l'intestin, lieu de l'absorption des nutriments : d'une part les protéines non dégradées dans le rumen (PDIA), et d'autre part, les protéines issues de la protéosynthèse microbienne (PDIM). Ainsi, un aliment peut être caractérisé par ces deux valeurs d'évaluation des protéines réellement digérées dans l'intestin

Les protéines réellement digérées dans l'intestin permises par l'azote (PDIN) :

$$\blacksquare \text{ PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

- Les protéines réellement digérées dans l'intestin permises par l'énergie (**PDIE**) :
  - $PDIE = PDIA + PDIME$

L'équilibre entre les apports énergétiques et azotés peut être obtenu pour un aliment, si celui-ci contient 160 g de matière azotée dégradable *MAD* par kg de matière organique fermentescible (MOF). Dans le cas d'un aliment mal équilibré en azote et en énergie, le facteur en excès sera mal valorisé. Ainsi pour calculer l'apport PDI d'une ration il faut calculer séparément la somme des apports *PDIE* et la somme des apports *PDIN* des aliments, et retenir la plus faible valeur des deux (Enjalbert, 2008).

L'association raisonnée des aliments permet ainsi par supplémentation de valoriser au mieux les apports, de façon à se rapprocher au maximum de l'équilibre :

Somme des apports *PDIN* = somme des apports *PDIE* = besoin PDI

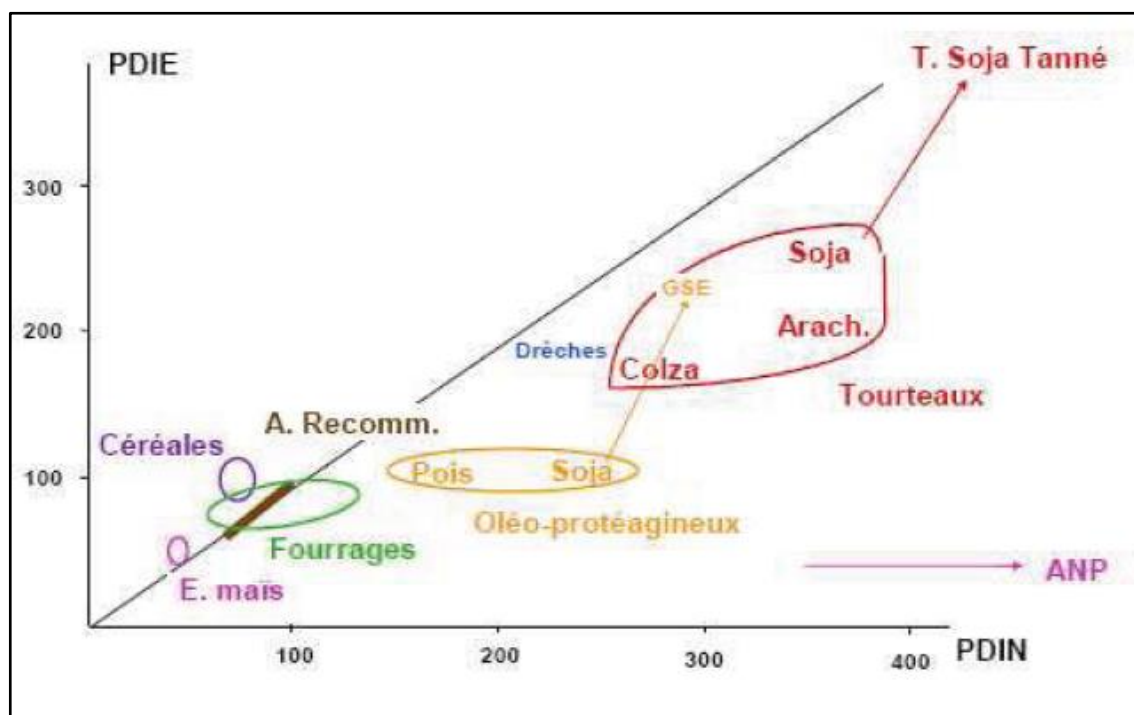
En effet, les aliments ne contiennent pas tous le même équilibre *PDIE* / *PDIN*. Ainsi, on peut distinguer :

- Des aliments dont la *valeur PDIE* > *PDIN* : c'est le cas des céréales, de l'ensilage de maïs, de certains fourrages de mauvaise qualité. Ces aliments ont un taux azoté faible ( $MAT < 12\%$  de matière sèche) ; et où les matières azotées dégradables constituent le facteur limitant de la protéosynthèse.
- Des aliments dont la *valeur PDIN* > *PDIE* : tels les fourrages jeunes ou à base de légumineuses, des oléo-protéagineux et des tourteaux. L'énergie fermentescible est alors le facteur limitant de la protéosynthèse ; le taux azoté de ces aliments est élevé ( $MAT > 14\%$  de matière sèche)
- L'urée est un cas particulier ; étant donné qu'elle n'apporte pas d'énergie et ne possédant qu'une valeur *PDIN* potentielle et qui ne sera valorisée si seulement elle est associée à une source d'énergie (Kayouli et al., 1993).

#### 4.2.3. La Balance Protéique du Rumen BPR (L'équilibre *PDIN* / *PDIE*) :

L'INRA a supprimé la distinction entre *PDIN* et *PDIE* en 2018 et a proposé une nouvelle approche avec la Balance Protéique du Rumen (BPR). La BPR compare la quantité d'azote alimentaire entrant dans le rumen avec celle qui en sort, sous forme microbienne ou alimentaire, permettant d'estimer la biodisponibilité de l'azote et son efficacité protéique. Cette BPR remplace le Rapport Microbien auparavant utilisé ( $R_{mic} = \text{Apport } PDIE - \text{Apport } PDIN / UF$ ) qui servait à estimer l'équilibre entre *PDIN* et *PDIE* dans le système de 2007. Idéalement, la BPR doit être nulle, ce qui équivaut à un  $R_{mic}$  de 4 à 8. Une BPR positive indique un gaspillage

d'azote et une BPR négative une carence en azote dégradable dans le rumen. La carence peut être comblée, si elle est limitée, par le recyclage de l'azote salivaire (Bourgeois, 2018).



**Figure 12 :** Valeur de PDI des principales matières premières g/Kg de matière sèche (Enjalbert, 2008).

#### 4.2.4 La digestion des lipides

Les lipides forment un groupe de composés qui se partagent certaines caractéristiques. Ils sont relativement insolubles dans l'eau, mais se dissolvent dans les liquides non polaires tels que l'éther, le chloroforme et le benzène. Les lipides sont classés en trois grandes catégories :

- Les lipides simples, qui incluent les esters d'acide gras avec généralement du glycérol ; les huiles, les graisses et les cires forment ce groupe.
- Les lipides composés et regroupe les phospholipides, les lipoprotéines et les autres composés similaires.
- Les lipides dérivés de l'hydrolyse des deux groupes précédents : stérols, glycérols, stéroïdes, corps cétoniques, cholestérol, cholestérol-esters et autres.

Les microorganismes du rumen en hydrolysant les lipides alimentaires, permettent la production de glycérol et d'acides gras libres (Cuvelier et al., 2005), et synthétisent également, au sein de leur organisme, des lipides microbiens. La synthèse endogène des lipides par les microorganismes du rumen se situerait à environ 68 g/jour. Par contre, l'incorporation de lipides



alimentaires provoquerait une diminution de cette synthèse (Weisbjerg et al., 1992). Les microorganismes en quittant le rumen et en passant dans la caillette, ils sont détruits par le suc gastrique, permettant ainsi la libération des lipides microbiens. Les acides gras libres microbiens rejoignant le pool d'acides gras libres d'origine alimentaire pour subir une digestion et une absorption intestinales (Figure 14).

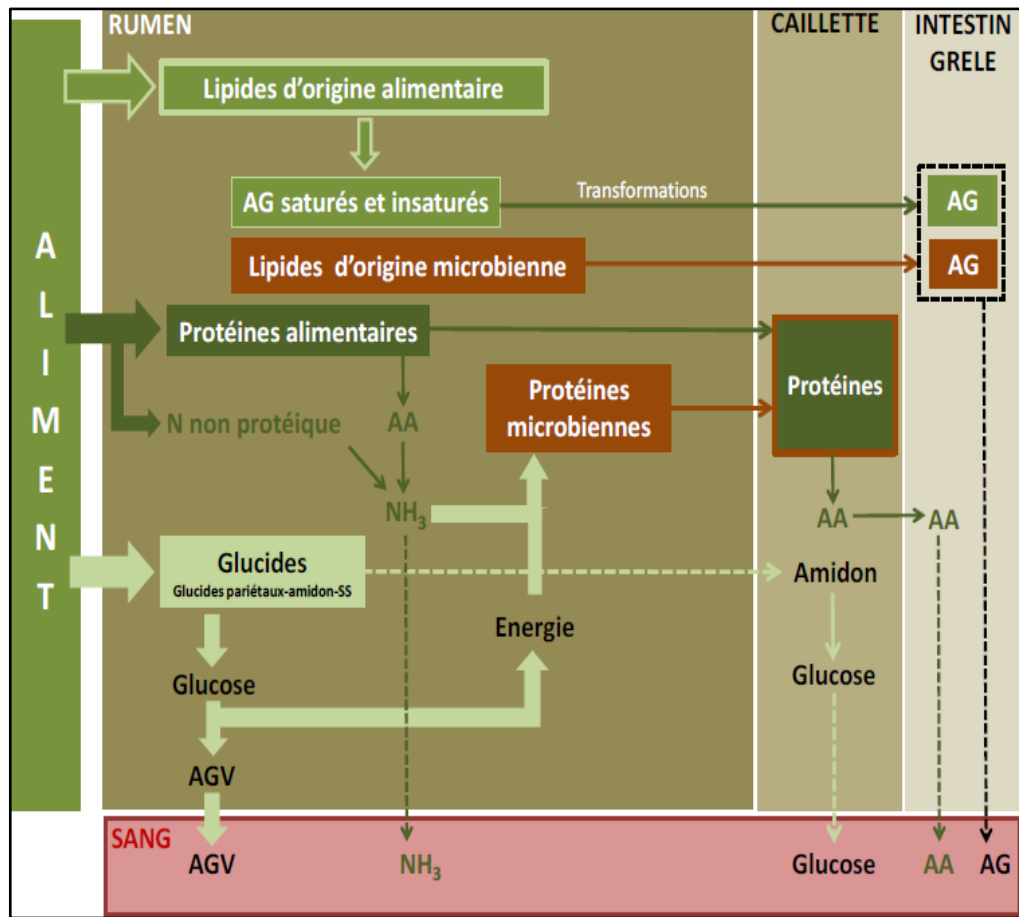
Les lipides alimentaires subissent des modifications considérables durant leur séjour dans le rumen par l'action des lipases microbiennes qui hydrolysent complètement les triglycérides alimentaires en acides gras libres et en glycérol qui se transformerait rapidement en acide propionique (Jenkins, 1993).

#### **4.2.3. Les particularités du métabolisme des glucides, des acides gras volatils, des lipides et des protéines chez les ruminants**

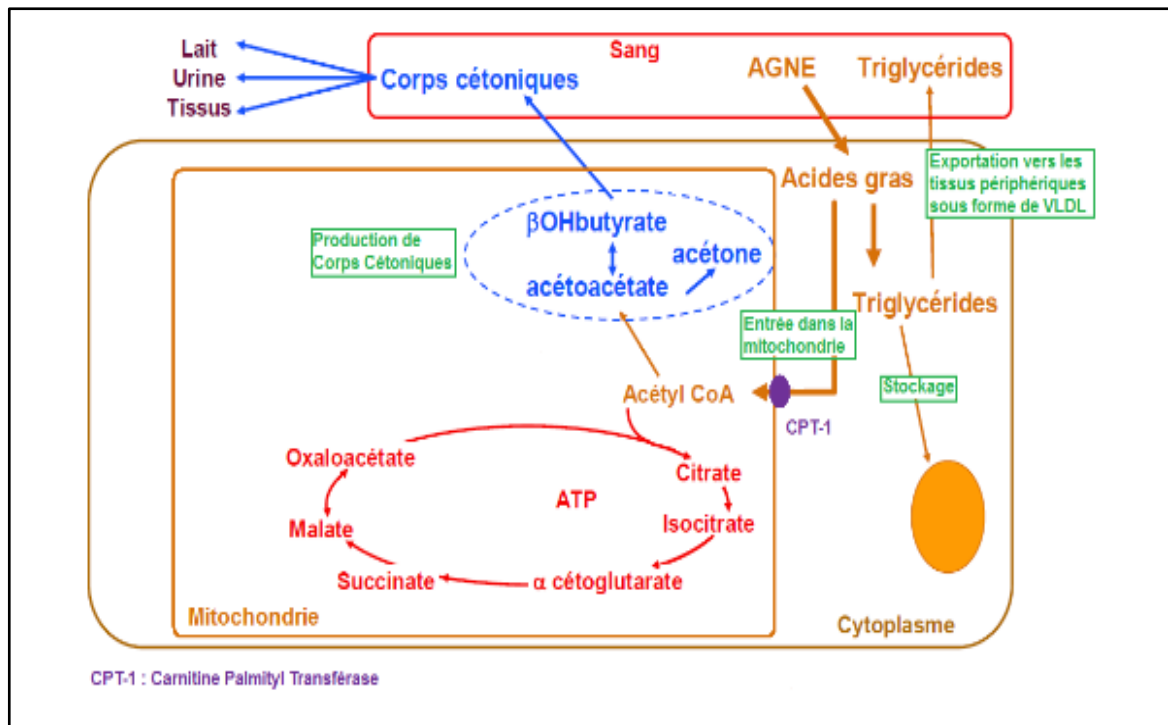
Le glucose chez les ruminants est synthétisé pour une grande part en particulier à partir des métabolites issus de la digestion ruminale (Nafikov & Beitz, 2007). Il s'agit en fait de la néoglucogenèse ; où le principal précurseur du glucose est l'acide propionique, avec la possibilité d'utiliser également les acides aminés, l'acide lactique et le glycérol ; étant donné, que la majeure partie du propionate produit dans le rumen est disponible pour le métabolisme hépatique (Drogoul et al., 2004).

La conversion du propionate en propionyl-CoA s'effectue au niveau des hépatocytes via la propionyl-CoA synthétase ; par la suite, il est ensuite converti en acide oxaloacétique (AOA) qui est une molécule entrant dans le cycle de Krebs. Les autres voies de la néoglucogenèse conduisent aussi à la formation d'AOA (acides aminés glucoformateurs) mais aussi à la formation de pyruvate (lactate) (Brocard et al., 2010).

Quant aux acides aminés circulants, ceux appelés glucoformateurs (alanines, glutamines, acide glutamique, acide aspartique, proline, sérine), ils sont désaminés pour donner du glucose. Leur provenance est liée au catabolisme musculaire, à des protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (PDIA) de certaines protéines végétales présentes dans les aliments riches en protéines (luzerne déshydratée, tourteaux de coton, du foin, des protéines protégées ( tannage au formol, traitement thermique, traitement chimique, extrusion) et des protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne (PDIM) ( protéines des corps microbiens et des protozoaires qui sont d'excellente qualité biologique) (Brocard et al., 2010).



**Figure 13 :** Schéma simplifié de la digestion des glucides, des lipides et des matières azotées chez le ruminant. AA : acide aminé ; AG : acides gras ; AGV : acide gras volatil ; N non protéique : azote non protéique ; SS : sucres solubles (Brocard et al., 2010)



**Figure 14 :** Devenir hépatique des acides gras non estérifiés, (d'après Enjalbert, 2008)

## 5. Le profil biochimique chez la brebis

La plupart des paramètres sanguins reflètent les états nutritionnels et physiologiques des animaux. Ainsi, de nombreux chercheurs ont montré que les paramètres biochimiques des petits ruminants sont influencés par de nombreux facteurs comme :

- La saison (Yokus et al., 2006),
- L'âge (Baumgartner et Pernthaner, 1994 ; Bonev et al., 2012),
- Les facteurs environnementaux tels que l'altitude et la température (Titaouine, 2017 ; Deghnouche et al., 2013a, Belkacem et al., 2018),
- L'activité physique et les caractéristiques génétiques (Caldeira et al., 2007b),
- La race (Antunović et al., 2011b) ; mais avec un faible degré de spécificité (pour Alonso et al., 1997 et Roubies et al., 2006)
- Les différences des systèmes de production (Deghnouche et al., 2011 ; Raju et al., 2015 ; Antunović, et al., 2017)
- Le régime alimentaire (Šimpraga et al., 2013)
- Les stades physiologiques de production (Antunović, et al., 2011a, Allaoua et Mahdi 2018, Berkani et al., 2018).

Chez la brebis, les variations les plus significatives du profil métabolique ont été détectées en fin de gestation et en début de lactation (Goff et Horst 1997, Piccione et al., 2009, Giuliotti et al., 2014). Ces deux étapes sont considérées comme les plus critiques et les plus stressantes en raison des besoins nutritionnels élevés du fœtus, du colostrum et production de lait (Piccione et al., 2009).

Selon Karapehlivan et al. (2007), les paramètres biochimiques comprenant les protéines totales, les triglycérides, les acides gras libres et l'urée sont des indicateurs importants de l'activité métabolique chez les brebis en lactation. Sachant que pendant la gestation, les tissus maternels qui sont impliqués dans l'apport d'énergie pour les processus de reproduction peuvent affecter les valeurs chimiques du sérum sanguin ; de même que le sont d'autres facteurs comme la race, l'âge, la malnutrition, la croissance fœtale ou la saison (Swanson et al. 2004 ; Yokus et al., 2006).

Pendant la lactation, les cellules sécrétrices de la glande mammaire utilisent 80% des métabolites sanguins pour la synthèse du lait, en fonction de la vitesse d'infiltration de précurseurs de composés laitiers (c'est-à-dire acides aminés libres, glucose et acides gras). La forte réduction de la lipogenèse et augmentation de la libération d'acides gras, soutenue par la norépinéphrine et la stimulation de l'épinéphrine, induisent une augmentation de l'activité lipase

de la glande mammaire, pour fournir les substrats pour la synthèse des matières grasses du lait (Nazifi et al., 2002).

Les effets de l'alimentation sont probablement, plus marqués sur les paramètres qui reflètent les métabolismes énergétique et minéral (Alvarez-Rodriguez et al., 2008). Ces derniers en réalisant une étude comparative entre des brebis alimentées à l'intérieur et celles à l'extérieur lors du premier mois du post-partum, ont relevé que la concentration plasmatique en acides gras non-estérifiés (AGNE) était trois fois plus élevée, celle de l'urée 30% plus basse chez celles de l'intérieur ; alors que, les concentrations en triglycérides étaient identiques. C'est la différence dans l'approvisionnement alimentaire, qui en est responsable ; où celle à l'intérieur est inférieure à celle en plein air. Il a été également observé, une augmentation du taux plasmatique des AGNE, une baisse de la leptine et une absence de fluctuations de la glycémie et de l'insulinémie chez des brebis alimentées avec la moitié de leur besoin d'entretien durant les quatre semaines du début de gestation (Sosa et al., 2009). Alors qu'une sous-alimentation chez les brebis, ayant présenté des glycémies et des concentrations en lactate inférieures à celles de brebis contrôles, avait des conséquences néfastes sur leurs fœtus.

## **5.1. Effet de la nutrition sur les indicateurs du métabolisme énergétique**

### **5.1.1. La glycémie**

Le glucose est une molécule indispensable aux métabolismes énergétiques cellulaires et lipidiques, au développement fœtal, et à la production laitière (synthèse de lactose) (Khatun et al., 2011 ; Ismaeel et al., 2018). Le glucose sanguin provient de plusieurs voies : l'apport des glucides alimentaires directement assimilable (30% comme l'amidon) et de la néoglucogenèse (Marutsova et Binev, 2018) dans laquelle les précurseurs du glucose sont le propionate (55%), le lactate et les acides aminés glucoformateurs (25%) (Sordillo et Raphael, 2013). Smith et al. (2006) a décrit des valeurs physiologiques de la glycémie chez la brebis, oscillant entre 2,78 et 4,44 mmol/L.

Le régime et la qualité des composants qu'il contient (déficience ou excès) peuvent influencer sur les taux glycémiques. Ainsi, la glycémie diminue lors de carence en cobalt (élément nécessaire à la synthèse de la vitamine B12 indispensable chez les ruminants à l'utilisation de l'acide propionique pour la néoglucogenèse) (Haddad, 1981 ; Jouany et al., 1995). C'est le cas également des aliments où des régimes associés avec des taux élevés d'entrée de glucose, qui associés au gène de la fertilité et le font probablement à travers une plus haute absorption intestinale (Landau and Molle, 1997). Inversement pour cela, Dell'Orto et al. (1996) ont rapporté qu'une augmentation du taux d'amidon dans le concentré de l'ordre de 34% n'a pas

d'influence sur le taux glycémique des brebis comparativement à celles recevant un concentré avec 12,2%. Néanmoins, les brebis nourries avec du lupin en 2 repas de 250 g chacun, matin et soir, ont présenté une augmentation de la glycémie et de l'insulinémie. Il en est de même avec une infusion de 50 mM/h de glucose qui a permis des taux très élevés de ces deux paramètres ; tout en relevant que l'augmentation immédiate des concentrations d'insuline après infusion est restée élevée pendant la durée du traitement (Downing et al., 1995a ; Muñoz-Gutiérrez et al., 2002).

### 5.1.2. Beta-Hydroxy –Butyrate ( $\beta$ -OHB)

Le béta-hydroxybutyrate ( $\beta$ -OHB) est un métabolite du cycle énergétique qui provient de la dégradation des acides gras chez les ruminants. Son dosage dans le sang constitue à l'heure actuelle l'indicateur le plus fiable pour caractériser une cétose qu'elle soit clinique ou subclinique, entre 5 et 50 jours après le vêlage (Duffield et Leblanc, 2009). La meilleure façon d'obtenir des prélèvements dans de bonnes conditions, est de les réaliser dans les 4 à 5 heures après le repas principal (Oetzel, 2004). Cette période correspond au pic de  $\beta$ -OHB circulant qui serait dû à la production d'acide butyrique par le rumen ; et que la valeur maximale tolérée du BHB dans le sang de vache été fixée à 1,4 mmol/l (Enjalbert et al., 2001).

Lors de sous-alimentation, la mobilisation des réserves corporelles entraîne une augmentation de la concentration plasmatique des AGNE et du  $\beta$ -hydroxybutyrate ( $\beta$ -OHB), qui à leur tour modifient la réponse de l'insuline et conduisent à une augmentation de la GH plasmatique et une diminution de l'IGF-1 (Meier et al., 2008). Dans la toxémie de gestation et suite à une baisse de la capacité d'ingestion, aggravée lors d'une gestation gémellaire, une augmentation des corps cétoniques dans le plasma est observée (Henze et al., 1998). Cette augmentation inhibe la synthèse du glucose hépatique, renforçant ainsi l'hypoglycémie (Schlumbohm et Harmeyer, 2008).

La mesure des corps cétoniques est plus pratique et moins chère que celle des AGNE. L'urine, le lait ou le sang peuvent être utilisés comme substrats. La référence est le dosage des  $\beta$ -OH sanguins au laboratoire à l'aide d'un dosage enzymatique en cinétique, car le  $\beta$ -OH est le plus stable des corps cétoniques dans le sang (Tyopponen and Kauppinen 1980). Pour le  $\beta$ -OH sanguin dans la période post-partum, la valeur au-delà de laquelle la probabilité d'apparition de problèmes de santé augmente est généralement de 1,2 mmol/L (Duffield et Leblanc, 2009 ; Ospina et al., 2010). Une diminution de la glycémie couplée à une augmentation du  $\beta$ -OHB, peuvent être enregistrées lors de certains état pathologique comme la fasciolose chez les ovins (Phiri et al., 2007).

Alors qu'une augmentation du  $\beta$ -OHB est observée lors de la tremblante (Charlton et al., 2006) ; ce qui semble être due probablement à l'hypercorticisme observé lors de ces maladies (Gayrard et al., 2000).

**Tableau 13** : Récapitulatif des différents tests utilisables en routine pour détecter les cétooses subcliniques. Les tests de référence (gold standard) sont les dosages de  $\beta$ -OHB sanguins en laboratoire (Oetzel, 2004.)

Test	Seul d'interprétation	Sensibilité	Spécificité	Référence
TB	> 48 g/L	39 %	87 %	Heueur et al. 1999
TP	< 29 g/L	17 %	85 %	Heueur et al. 1999
Ratio TB/TP	> 1.5	51 %	87 %	Heueur et al. 1999
$\beta$ -OH Precision Xtra® (sang)	1.2 mmol/L	88 %	97 %	Iwersen et al. 2009
$\beta$ -OH Ketolac® (lait)	100-199 $\mu$ mol/L	95.8 %	63.4 %	Enjalbert et al. 2001
Acétone (lait)	160 $\mu$ mol/L	91.7 %	57.4 %	Enjalbert et al. 2001
Acéto-acétate (lait)	50 $\mu$ mol/L	91.7 %	73.3 %	Enjalbert et al. 2001
DVM NEFA®	0.4 mmol/L	84 %	96 %	Rollin 2006
NEFA Test®	0.3 mmol/L	> 90%	> 90%	Philippe 2014

### 5.1.3. Cholestérol

Le cholestérol est le stérol le plus abondant dans les tissus des animaux, et qui constitue la source de la plupart des stéroïdes. Le cholestérol circulant a une double origine : alimentaire et endogène ; sa synthèse au niveau du foie chez les non-ruminants est sensible au cholestérol alimentaire, de sorte qu'elle diminue quand les niveaux diététiques sont élevés (Fuller et al., 2004). L'effet de l'apport alimentaire sur la cholestérolémie est variable selon les auteurs. Ainsi, Kronfeld et al. (1982) considèrent la concentration sérique en cholestérol (cholestérolémie) comme l'indicateur des variations alimentaires le plus fiable et est négativement corrélée aux divers apports alimentaires (énergie nette, protéines brutes, Ca, P),

La cholestérolémie varie surtout avec le niveau énergétique de la ration ; elle est plus élevée lors de ration riche (Serra et al., 1988-1992 ; Mosaad et Derar, 2009) ou faible en énergie (Mosaad and Derar, 2009 ; Mazur et al, 2009). Chez les vaches laitières, un régime riche en lipides (Belibasakis et al., 1994) ou des régimes à base de fourrage vert (Rosenberger, 1979)

permettent d'augmenter la cholestérolémie. L'adjonction du sorbitol à la ration alimentaire en début de lactation des vaches provoque une diminution de la cholestérolémie, ceci peut s'expliquer par une sécrétion accrue de sels biliaires et une diminution de la synthèse du cholestérol (Rémond et Jacquier, 1986). Cependant, Ruegg et al. (1992) constatent que la cholestérolémie est inversement corrélée à la perte d'état *post partum* : plus le déficit énergétique est important, plus la cholestérolémie est élevée. Les teneurs plasmatiques en cholestérol augmentent lorsque la ration est riche en matières grasses protégées (Beam et Butler, 1999).

En fin de gestation, le profil lipidique chez la brebis est caractérisé par une concentration accrue de cholestérol total, de triglycérides et les lipoprotéines en raison de la diminution de la sensibilité des tissus vis-à-vis de l'insuline qui, associée à une lipomobilisation des tissus adipeux rendent disponibles de nouvelles sources pour la croissance fœtale (Schlumbohm et al. 1997). Sa variation dans le sang a été également observée pendant l'œstrus et la gestation, utilisée comme précurseur des hormones stéroïdes (Iriadam, 2007).

#### **5.1.4. Triglycérides**

Le taux des triglycérides est influencé par le niveau énergétique de la ration, qui lors de faible taux énergétique elle tend à la diminution (Mosaad and Derar, 2009). Des valeurs de triglycérides plasmatiques basses ont été signalées chez des chèvres vivant dans de mauvaises conditions alimentaires ( $15 \pm 0.17$  mg/100 ml) comparativement à d'autres vivant des conditions alimentaires jugées plus ou moins bonnes ( $56 \pm 0.36$  mg/100 ml) (Bennis et al., 1994). L'adjonction d'éléments riches en acides gras dans la ration de bovins (supplémentation de tournesol entier) permet d'élever le taux de triglycérides au niveau sanguin de 7.46 à 10.19 mg/dl (Belibasakis et al., 1994). Les variations quotidiennes de la triglycéridémie sont en relation avec le régime alimentaire, elles sont plus stables en régime énergétique bas et élevé que d'un régime équilibré, et sont également élevées lors de sous-nutrition ou de sur-nutrition (Caldeira et al., 2007a). La triglycéridémie tend à l'augmentation lors de restriction hydrique (Antunović et al., 2011b).

### **5.2. Effet de la nutrition sur les indicateurs du métabolisme protéique**

#### **5.2.1. Urée**

L'urée sanguine (plasmatique ou sérique) constitue un bon indicateur de l'apport azoté chez les ovins et les caprins (Gürgöze et al., 2009), tout comme l'est l'urée dans le lait (Marton et al., 2009 ; Braun et al., 2010) ; d'ailleurs les deux paramètres sont bien corrélés chez les femelles ruminants (Khaled et al., 1999). Mais l'urémie n'apporte qu'une information

individuelle, ponctuelle, et qui est perturbée par la proximité des repas. L'urémie augmente graduellement pour atteindre son maximum entre 1 à 6 heures après les repas, pour chuter jusqu'à atteindre des valeurs de base presque 20 heures après (Caldeira et al., 1999). Alors que, l'urée du lait présente l'avantage de donner des résultats indépendamment de l'heure du prélèvement par rapport aux repas (Wolter, 1992 ; Hof et al., 1995).

L'urémie varie avec le régime alimentaire ; ainsi il a été constaté que chez les agneaux en finition, des valeurs élevées de l'urémie avec des glycémies faibles sont relevées sous un régime paille + farine de poisson que sous des régimes avec concentrés seuls et paille seule. Ceci s'explique par le fait que, la ration paille + farine de poisson a fourni des protéines en excès et que la supplémentation azotée n'a pas été accompagnée par une augmentation considérable dans la mobilisation de réserves d'énergie (Pittroff et al., 2006). Une urémie basse peut être également indicative d'une non-disponibilité contemporaine des protéines digestibles au niveau ruminal (Sargison et Scott, 2010). Alors qu'elle est élevée lors d'une suralimentation avec de la farine de soja et la farine de gluten qui constitue une stratégie alimentaire efficace pour augmenter le nombre d'ovulations chez brebis Santa Ines ; où des concentrations élevées de 22,2 mg/dL ont été enregistrées chez les brebis supplémentées, comparativement à celles de 12,9 mg/dL chez des brebis recevant un régime d'entretien (Lazarin et al., 2012).

Il en est de même pour les résultats rapportés par Milis et al. (2005) chez les brebis nourries aux régimes contenant des farines de soja et du son de blé avec une urémie de 24,9 mg/dl par rapport à la farine de gluten de maïs avec une urémie de 22,5 mg/dl. Dans le même contexte, Kemmis et al. (2014) ont rapporté lors d'un flushing protéique, des concentrations d'urée plasmatique plus élevées ( $p < 0,001$ ) chez des brebis recevant de Luzerne-43 que chez des brebis témoins ; mais sans variation significative entre les jours d'échantillonnage ( $P > 0,05$ ). Alors qu'une supplémentation de la ration avec des sucres rapidement fermentescible (sucrose, amidon de blé) entraîne une augmentation du flux d'urée à travers la paroi du rumen et une diminution de l'urémie (Rémond et al., 1996). Cependant, lors de carence d'apport énergétique, il se développe chez les ruminants (bovins) une hypo-insulinémie et une mobilisation subséquente des protéines corporelles pour satisfaire les besoins énergétiques durant les deux à trois premiers jours du jeûne et par la suite une mobilisation des glycérols et des acides gras du tissu adipeux pour économiser leurs protéines endogènes. L'urémie relevée après 48 h de jeûne montre un accroissement de 30 à 44% (Godeau et al., 1987 ; De Peters and Ferguson, 1995).

Du point de vue performance reproductrice, une urémie supérieure à **7 mmol/l** se présente comme un seuil critique, au-delà duquel une concentration élevée entraîne une diminution du pH utérin, un changement de concentration ionique au niveau du liquide utérin



et une sécrétion des prostaglandines affectée. Ce qui suggère qu'une suralimentation protéique en début de gestation tout en modifiant l'environnement utérin peut être nuisible à la nidation et au développement précoce de l'embryon (Marton et al., 2009). Toutefois, les taux d'urée plasmatique peuvent augmenter pendant la 10<sup>ème</sup> semaine de gestation et atteindre un pic à la mise bas (El-Sherif et Assad 2001) ; augmentation qui est associée chez les ruminants domestiques à un catabolisme des protéines stimulé par la sécrétion du cortisol (Silanikove, 2000).

### 5.2.2. Protéines totales et albumine

Les protéines totales et l'albumine reflètent la disponibilité d'acides aminés au niveau de la ration et leurs concentrations diminuent lors de déficience en protéines que ce soit celles synthétisées par l'organisme ou apportées par l'alimentation. Van Saun, (2009) a relevé également le lien étroit entre l'apport en énergie métabolisable de la ration et la synthèse des protéines bactérienne ; où une déficience énergétique induit une réduction concomitante dans la synthèse de protéines microbiennes et donc, une faible contribution des protéines microbiennes aux besoins de la brebis surtout en fin de gestation (Dawson et al., 1999).

Les variations des protéines sériques sont dues à de nombreux facteurs. Chez les ovins, la concentration des protéines est faible à la naissance et augmente rapidement après la consommation du colostrum, ensuite elle diminue au cours du premier mois de la vie, et cette diminution concerne plus particulièrement les globulines (Loste et al., 2008). L'intensité de ces variations dépend du contenu du colostrum, qui dépend à son tour en grande partie de l'alimentation des brebis (Hashemi et al., 2008).

Des augmentations des concentrations plasmatiques en protéines totales et en albumine ont été observées chez des brebis allaitantes recevant 60 et 80 % de leur approvisionnement normal en eau (Casamassima et al., 2008). Il y a lieu de signaler également l'effet de la gestation sur le métabolisme protéique, où une diminution de la concentration de protéines sanguines pendant les derniers stades de la gestation a été observée chez la brebis en raison de l'utilisation d'acides aminés pour la synthèse des protéines dans les muscles fœtaux (Antunović et al. 2004).

Une diminution du taux des protéines totales et de l'albumine peut être observée lors d'infestations parasitaires par spoliation sanguine par *Haemonchus contortus* avec une diminution moyenne atteignant plus de 15 g/L (protéines) deux à trois semaines après l'infestation (Gonzalez et al., 2008), ou par *Trypanosoma congolense*, où les effets étaient plus sévères chez les animaux recevant un régime pauvre en protéines (Katunguka-Rwakishaya, 1997 ; Katunguka-Rwakishaya et al., 1999).

Fernandez et al. (2003) ont observé, chez quelques moutons atteints d'*amyloïdose*, une diminution significative de l'albumine sérique, et une augmentation des globulines, tandis que la concentration des protéines totales n'a pas varié significativement.

Plusieurs études ont montré qu'il existe une relation directe entre la concentration d'albumine sérique et l'état nutritionnel, en particulier l'apport en protéines, chez la brebis et la vache (Hoaglund et al., 1992 ; Yokus et al., 2006). L'albumine signalée comme étant affectée par des conditions nutritionnelles (Mazzaferro et al., 2002), avait une relation relativement forte avec les protéines alimentaires (Caldeira et al., 1999 ; Sahoo et al., 2009 ; Bashandy et al., 2010 ; İçil Nİ et al., 2020). Mazzaferro et al. (2002) a suggéré que l'un des facteurs de synthèse de l'albumine est le régime alimentaire et que 6% de l'apport quotidien en azote est utilisé pour la synthèse de l'albumine. En outre, il est indiqué que lors d'alimentation carencée en protéines, la synthèse de l'albumine diminue de 50-60%.

Chez l'homme comme chez le ruminant, la synthèse d'albumine est stimulée par la prise alimentaire (Kraft, 2009). De plus, l'adjonction de levures dans la ration permet d'améliorer l'albuminémie au cours de la gestation (Abdel Rahman et al., 2012). Lors d'un déficit d'apport protéique, il y a une chute de l'albuminémie par défaut de synthèse au niveau du foie (Lynch et Jackson, 1983 ; VanSaun, 2009) ; chute également constatée après un jeûne chez le mouton (Connell et al., 1997). La chute de l'albuminémie au cours de la déficience d'apport entraîne un changement dans le ratio albumine/globulines qui devient étroit (Sahoo et al., 2009).

Il est suggéré que l'énergie alimentaire a également un effet sur la synthèse de l'albumine, et en cas de carence énergétique, la réduction du taux de synthèse de l'albumine ne pouvait être éliminée qu'en se provisionnant de glucose (Princen et al., 1983). En outre, l'insuline le niveau doit être suffisant pour assurer cette synthèse (Lloyd et al., 2012). Dans l'étude menée par İçil Nİ et al. (2020), il a été clarifié que les concentrations d'albumine et de protéines totales sont liées au niveau énergétique et protéique du régime alimentaire. Ce qui confirme les suggestions de Caldeira et al. (2007), lesquelles stipulent qu'une augmentation des taux sériques d'albumine et de protéines totales était corrélée positivement avec augmentation du régime alimentaire des brebis vides. Cela pourrait s'expliquer par l'installation d'une déshydratation suite à l'ingestion de grande quantité d'un régime hyper-énergétique (Kida, 2002).

Des variations des taux de protéines sériques pendant la période de reproduction ont été rapportées par Kia et al. (2011) chez la chèvre Markhoz ; où le lot supplémenté a présenté le plus haut niveau de protéines sériques et une corrélation positive entre les concentrations de

protéines et d'œstrogènes ( $r = +0,48$  ;  $p < 0,05$ ) et par conséquent le nombre de descendants ( $p < 0,05$ ). Ces niveaux élevés en protéines sériques sont probablement liés à l'apport plus élevé en protéines alimentaires.

## 6. Relation nutrition & Reproduction

La nutrition est considérée comme un facteur important affectant la fonction de reproduction chez les ruminants domestiques (Butler, 2000). Chez le mouton, elle affecte l'âge à la puberté, la fertilité, le taux d'ovulation et la survie de l'embryon (Armstrong et al., 2003). Alors que, la régulation de la fonction ovarienne est dépendante de plusieurs facteurs métaboliques incluant des hormones et des facteurs de croissance, tels que la leptine et les facteurs de croissance apparentés à l'insuline - 1 (IGF-1) et leurs protéines de liaison (Webb et al., 2004). Une mauvaise alimentation ou une mauvaise condition de chair durant la période post-partum causera un retard dans l'apparition des chaleurs, des chaleurs silencieuses, un retard dans l'ovulation, une diminution du taux d'ovulation, un taux de conception faible et une augmentation de la mortalité embryonnaire (Scaramuzzi et al., 2006)

La sous-nutrition comme la suralimentation peuvent amener à des résultats indésirables interférant avec la bonne rentabilité de l'élevage. Si la suralimentation induit un gaspillage des ressources alimentaires, elle conduit aussi à une baisse des performances reproductives surtout par augmentation de la mortalité embryonnaire ; la sous-nutrition chronique ou transitoire à certaines périodes critiques du cycle de reproduction peut amener à des défaillances reproductives et sanitaires importantes chez les femelles (Scaramuzzi et al, 2006). Afin de pouvoir observer la relation entre la nutrition et la reproduction, il faut voir du côté de l'équilibre énergétique. Quand les besoins nutritionnels nets des ruminants dépassent les apports, les ruminants utilisent alors leurs réserves d'énergie (glycogène, triglycérides, et protéines) pour combler le déficit et l'animal dans ce cas est en « Bilan énergétique négatif ». De même, quand les besoins nutritionnels nets sont inférieurs à l'apport nutritionnel net, l'animal va stocker les nutriments en excès (sous forme de glycogène et triglycérides) et / ou disperser l'excès nutriments sous forme de chaleur métabolique, et l'animal est en « Bilan énergétique positif ». Cet état métabolique est régulé par une série d'interactions complexes entre les métabolites et les concentrations sanguines d'hormones métaboliques (Scaramuzzi et al, 2006). Ces interactions sont impliquées dans le maintien de l'homéostasie nutritive du corps entier pouvant affecter également le système reproducteur. Par conséquent, il existe des associations bien définies entre état métabolique et reproduction résumé dans le Tableau 14.

**Tableau 14 :** Interaction entre balance énergétique et la reproduction (D'après Scaramuzzi et al., 2006).

Statut métabolique	Conséquences métaboliques	Effets sur la reproduction
Balance énergétique négative	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de poids</li> <li>- Epuisement des réserves adipeuses</li> <li>- Perte de muscles</li> <li>- Hypoinsulinémie</li> <li>- Hypoglycémie</li> <li>- Taux élevé de <math>\beta</math>-OH-butyrates et d'AGNE</li> <li>- GH élevé – Taux bas de leptine</li> <li>- Energie métabolique réduite</li> <li>- Système d'IGF supprimé</li> <li>- Taux d'urée élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhibition de la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus</li> <li>- Baisse des pulses LH</li> <li>- Concentrations basses de FSH</li> <li>- Inhibition de folliculogénèse</li> <li>- Sensibilité de rétroaction négative élevée</li> <li>- Taux bas d'œstradiol</li> <li>- Anovulation</li> <li>- Anœstrus</li> <li>- Puberté retardée</li> </ul>
Balance énergétique équilibrée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintien du poids</li> <li>- Insuline normale</li> <li>- Normoglycémie</li> <li>- Maintien des réserves graisseuses</li> <li>- Taux bas de <math>\beta</math>-OH-butyrates et d'AGNE</li> <li>- GH normal –</li> <li>- Leptine normale</li> <li>- Système normal d'IGF</li> <li>- Urée normale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sécrétion normale de GnRH par l'hypothalamus</li> <li>- Pulsatilité normale de LH</li> <li>- Concentrations normales de FSH</li> <li>- Folliculogénèse normale</li> <li>- Œstradiol et inhibine normaux</li> <li>- Rétroaction négative normale</li> <li>- Ovulation</li> <li>- Œstrus</li> <li>- Taux d'ovulation en dessous du maximum</li> </ul>
Balance énergétique positive	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gain de poids à long terme</li> <li>- Hyper-insulinémie</li> <li>- Hyperglycémie</li> <li>- Accumulation de graisses</li> <li>- Taux bas de <math>\beta</math>-OH-butyrates d'AGNE</li> <li>- Taux bas de GH</li> <li>- Taux de leptine élevé</li> <li>- Energie métabolique accrue</li> <li>- Système stimulé d'IGF</li> <li>- Taux d'urée normal mais peut être augmenté lors d'excès d'azote alimentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sécrétion normale de GnRH par l'hypothalamus</li> <li>- Pulsatilité normale de LH</li> <li>- Concentrations élevées de FSH</li> <li>- Folliculogénèse augmentée</li> <li>- Œstradiol réduit</li> <li>- Rétroaction négative réduite</li> <li>- Ovulation</li> <li>- Œstrus</li> <li>- Le taux naturel maximum d'ovulation</li> <li>- Puberté avancée</li> </ul>

En réalité, les signaux alimentaires peuvent être communiqués au système hypothalamo-hypophysaire sous la forme de signaux neuronaux du tractus gastro-intestinal via le nerf vague, de disponibilité de métabolites énergétiques spécifiques (glucose, acides gras volatils, certains acides aminés, et acides gras non-estérifiés), de médiateurs endocrines de statut alimentaire (insuline, IGF1, GH, neuropeptide Y et les opiacés) et par la leptine sécrétée par le tissu adipeux (pour réguler la prise alimentaire) (Garcia-Garcia, 2012).

### **6.1. Effet de la nutrition sur les hormones de reproduction**

Il est admis que les ruminants sont particulièrement sensibles à l'insuffisance en hydrates de carbone de la ration, et que le fœtus et le fonctionnement de la glande mammaire sont prioritaires du point de vue métabolique sur les autres tissus de l'organisme pour les éléments nutritifs, surtout le glucose. Ce dernier se présente comme une composante primordiale pour le cerveau du ruminant et agirait chez le rat comme un élément nutritif essentiel dans la sécrétion des GnRH, dans la maturation de l'oocyte et de la spermatogenèse (Rutter and Manns, 1987). Ainsi, les effets du bilan énergétique négatif sur la reproduction se répercutent principalement sur l'axe hypothalamo-hypophysaire de la reproduction. ; avec comme conséquences de l'hypoglycémie, l'hypo-insulinémie, la diminution du IGF-I et un taux élevé de GH, des changements associés à l'inhibition de la pulsativité de la GnRH, l'anovulation et l'anœstrus chez la femelle (Wade and Jones, 2005). Il y a peu de preuves suggérant une influence directe de la balance énergétique négative sur l'ovaire de brebis indépendamment de ses effets sur l'axe hypothalamo-hypophysaire (Lozana et al., 2003 ; Kiyama et al., 2004). Inversement à ce qui est observée chez la vache laitière en lactation ; où il existe une preuve solide de l'action inhibitrice certaine et directe de l'équilibre énergétique sur la folliculogenèse et la qualité des ovocytes (Gong et al., 2002 ; Wathes et al., 2003).

A l'inverse, un bilan énergétique positif conduit à une augmentation des concentrations de leptine et d'insuline dans le sang et une augmentation de l'absorption du glucose. Ces changements semblent affecter l'ovaire directement et sont associés à augmentation de la folliculogenèse et augmentation taux d'ovulation chez les brebis (Scaramuzzi et al., 2006). La balance énergétique positive est également associée à des altérations dans le métabolisme hépatique des stéroïdes ; où elle peut entraîner des perturbations en feed-back négatif entre l'ovaire et le système hypothalamo-hypophysaire avec théoriquement une folliculogenèse accrue (Parr et al., 1987 et 1993). A cet effet, la principale action de la nutrition sur l'ovaire est l'inhibition de la sécrétion folliculaire d'estradiol par au moins 3 systèmes métaboliques qui sont l'insuline-glucose, la leptine et l'IGF (Figure 15).

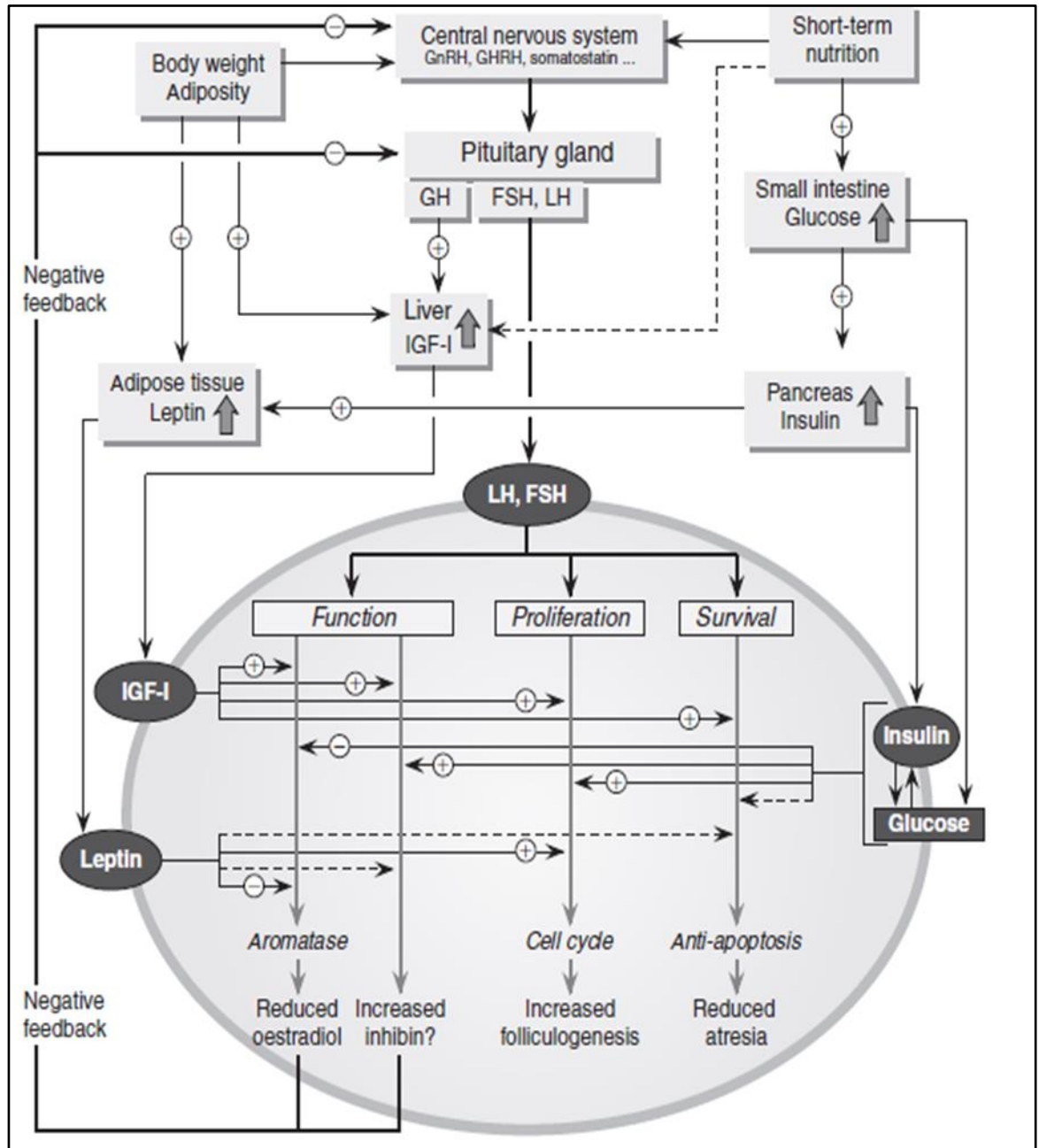


Figure 15 : Représentation schématique du mécanisme par lequel la nutrition influence la folliculogénèse (Scaramuzzi et al., 2011)

Chez la brebis, les populations de follicules sont très sensibles à l'apport alimentaire. Ainsi, les effets de la nutrition sur le taux d'ovulation ont été identifiés en : effet statique, effet dynamique et effet immédiat (Scaramuzzi et al., 2006). Comme effet immédiat, on peut citer la supplémentation à court terme en grains de lupin pendant 4 à 6 jours pendant la fin de la phase lutéale avant l'ovulation ; ce qui engendre une augmentation du nombre de follicules et du taux d'ovulation sans modifier le poids corporel. Les mécanismes des effets nutritionnels sur la folliculogénèse ne sont pas des effets associés à la quantité de nutriments apportés, mais

beaucoup plus d'action d'effets de signalisation nutritionnels spécifiques. La nutrition module la fonction reproductrice à plusieurs niveaux grâce aux hormones métaboliques circulantes, qui jouent un rôle important dans le contrôle de la croissance folliculaire et sont susceptibles d'être des médiateurs des effets de l'apport nutritionnel sur le taux d'ovulation, en agissant pour réguler l'action des hormones reproductrices clés telles que les gonadotrophines et les stéroïdes dans les follicules, l'insuline comme régulateur important de la folliculogénèse en favorisant l'absorption du glucose. L'importance de la FSH et les mécanismes de rétroaction négative de l'axe hypothalamus-hypophyse-ovarien qui régulent la réponse folliculaire à la stimulation nutritionnelle. Les stéroïdes ovariens qui en modulant l'action des hormones métaboliques, entraînent des boucles de rétroaction positives et négatives interactives. Ainsi, une supplémentation nutritionnelle hautement énergétique stimule la folliculogénèse en diminuant la rétroaction négative pour induire des augmentations compensatoires de la folliculogénèse. Ce qui suggère que la suppression nutritionnelle de l'œstradiol entraîne des augmentations de la FSH qui stimulent la folliculogénèse (Scaramuzzi et al., 2011).

L'insuline présente des effets spécifiques sur la granulosa et la cellule de la thèque chez la brebis ; et qui associée au glucose par action d'ensemble influence directement l'ovaire. Il est évident que l'insuline peut affecter la folliculogénèse en régulant l'absorption cellulaire de glucose suggérant un rôle de l'insuline dans le mécanisme des effets nutritionnels sur la folliculogénèse chez les ovins (Scaramuzzi et al. 2006 & 2014). Dans le même contexte, une supplémentation à court terme du lupin a permis l'augmentation des concentrations plasmatiques de glucose et de l'insuline. Il en est de même avec l'administration de glucose (Downing et al. 1995a, Rubio et al. 1997), de l'ingestion de régimes hautement énergétiques (Downing et al. 1995b) ou une perfusion d'amino-gluconéogènes (Downing et al. 1995a) qui seraient accompagnée aussi d'une augmentation du nombre de follicules et/ou du taux d'ovulation chez les brebis. Ainsi, une supplémentation nutritionnelle à court terme a permis l'augmentation de l'insulinémie chez les brebis (Downing et Scaramuzzi 1991, Downing et al. 1995b, Williams et al. 2001, Vinöles et al. 2005, Somchit et al. 2007), chez les vaches (Gutiérrez-Adán et al., 1997 ; Landau et al. 2000, Gong et al. 2002).

A l'augmentation de l'insuline plasmatique il s'ensuit une augmentation dans l'absorption du glucose par l'ovaire pendant la phase lutéale tardive du cycle œstral ; ce qui stimule la croissance de petits follicules et/ou prévient l'atrésie des follicules de taille moyenne à grande augmentant ainsi la réserve des follicules ovulatoires. (Scaramuzzi et al., 2006)

## 6.2. Effet de la nutrition sur la progestéronémie

La progestérone est une hormone stéroïde synthétisée surtout par le corps jaune à partir du cholestérol sanguin (libre ou estérifié) et de l'acétate. Elle est composée de 21 atomes de carbone avec un poids moléculaire de 314 daltons. Elle est connue depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle et joue un rôle essentiel dans le maintien de la gestation. La progestérone a été à la base du développement des premières méthodes de diagnostic hormonal par dosage dans le sang et le lait dès les années soixante-dix du siècle dernier, et est également utilisée comme moyen de contrôle du cycle œstral particulièrement dans la synchronisation des chaleurs. Le rôle indispensable dans le maintien de la gestation par la mère, fait de la présence de la progestérone circulante en quantité suffisante une nécessité pour la survie et le développement de l'embryon/fœtus et les membranes annexes (Spencer et al., 2004), en agissant comme un important médiateur de l'effet nutritionnel par action sur le développement de l'embryon (Lozano et al., 2003).

Il a été établi que la progestéronémie périphérique évolue inversement avec le statut nutritionnel (Smith et al., 2006 ; Debus et al., 2012). Ainsi, des progestéronémies basses ont été rapportées chez les brebis nourries avec des régimes trop énergétiques ; ce qui explique en quelque sorte l'augmentation du taux de mortalité chez ces dernières (Parr et al., 1993 ; Smith et al., 2006) ; ce qui semble probablement liée à l'augmentation de la clairance hépatique des stéroïdes induisant leur catabolisme accru au niveau du foie. C'est le même cas qui est observé chez des femelles sous-alimentées (Lozano et al., 2003) ; où des brebis soumises à un jeûne prolongé en cours de la phase lutéale du cycle ou à un régime restrictif en cours de gestation ont présenté des progestéronémies élevées (Faris et al., 2003 ; Kiyma et al., 2004). Cela semble être dû à une perte accrue dans le tissu adipeux et la libération subséquente des hormones lipophiles stéroïdes (Debus et al., 2012) ou à une réduction du métabolisme de la progestérone au niveau hépatique par augmentation de l'insulinémie consécutive à l'élévation du propionate au niveau portal (Smith et al., 2006). Alors que, la supplémentation de la ration des brebis en fin de gestation avec des grains de soja, augmentant ainsi le niveau nutritionnel protéique et énergétique, a entraîné une diminution de la concentration de progestérone comparativement à une ration à base d'ensilage de pulpes de betteraves (O'Doherty et Croby, 1996). A l'inverse, une supplémentation de la ration en lipides de l'ordre de 3% lors du post-partum chez des brebis a permis une augmentation de la progestéronémie comparativement aux taux de 0% et 5% (Titi et al., 2008). C'est ainsi, que les formulations alimentaires permettant de stimuler la sécrétion de l'insuline sans changement dans la prise de la matière sèche peuvent réduire le catabolisme de la progestérone au niveau hépatique induisant par là une baisse de la fertilité (Smith et al.,



2006). Il y a lieu également de relever l'effet dépressif du stress thermique, qui peut entraîner une baisse de la concentration de la progestérone circulante périphérique (Hansen, 2009).

### **6.3. Effet la nutrition sur l'entrée en activité ovarienne et comportementale précoce des agnelles**

L'alimentation prise avant la puberté influence significativement l'avènement de la puberté (Foster et Olster, 1986 ; Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992 ; Martinez et al., 2012). Par conséquent, les jeunes soumis à un régime alimentaire de haut niveau atteindront la puberté plus tôt que ceux soumis à un régime de bas niveau (Baril et al., 1993 ; Adam et Findlay, 1997). En outre, la puberté peut être retardée de plusieurs mois ou plusieurs années jusqu'à ce qu'une quantité suffisante d'aliment soit disponible (Foster et Nagatani, 1999).

Ainsi, le poids vif et l'alimentation constituent manifestement des facteurs importants pour l'apparition d'une activité ovarienne normale chez les agnelles de race Sardi. Lorsque l'alimentation ne permet pas une croissance suffisante, l'âge se substitue au poids comme facteur déclenchant la puberté. Une supplémentation alimentaire chez des jeunes agnelles de cette race après le sevrage (500g d'aliment composé avec du maïs, sorgho, issues de blé, tourteaux d'oléagineux) permet d'accélérer significativement la croissance et les mécanismes de reproduction. L'activité ovarienne cyclique apparaît de manière plus précoce (à l'âge de 10 à 11 mois et le 1er agnelage à 16-17 mois). Les premières chaleurs, y compris celles qui accompagnent un cycle ovarien normal, sont observées à un plus jeune âge et à un poids plus élevé, garant de meilleures performances ultérieures (Hamidallah et al., 2006). Il en est également d'un apport protéique relativement élevé ; où avec une ration contenant 16% de protéines brutes a permis d'assurer l'apparition de la puberté à terme, même si l'animal reçoit seulement une petite quantité journalière. Alors qu'un apport protéique bas (moins que 8 % de MS) retarde la croissance et la maturité sexuelle chez les ruminants paissant sur des pâturages tropiques (Fekete Ed., 2008). Selon Polkowska et al, (2003), une restriction protéique agissait en modulant les réponses des hormones hypothalamo-hypophysaires au cours du développement reproducteur des agnelles en croissance.

De nombreux auteurs ont démontré qu'une bonne croissance durant les premiers mois de la vie de l'animal améliore les performances reproductrices des agnelles (Hamra and Bryant, 1982). Aux effets bénéfiques d'un poids vif élevé sur les performances de reproduction des jeunes femelles ovines qui ont été mis évidence ; il en ressort que les femelles les plus lourdes atteignent la puberté plus tôt, ont une fréquence plus élevée d'ovulations multiples et ont plus de chance d'être gestantes (King et Martin., 1989 ; Foster, 1994). Etant donné que la puberté

est beaucoup plus en relation avec le poids qu'avec l'âge ; un retard de puberté chez les agnelles a été associé à un apport insuffisant en énergie et en protéines pendant la période de croissance ; lequel poids est associé avec le niveau nutritionnel au cours de la période de croissance (Kaur et Arora, 1995 ; Boulanouar, 1997).

#### **6.4. Effet de la nutrition sur la folliculogénèse et le taux d'ovulation**

Selon Molle et al. (1997), l'influence de la nutrition sur l'ovulation et le taux de conception est caractérisée par deux effets définis par deux termes statique et dynamique. Si l'effet statique se réfère simplement à l'état corporel, le poids vif et /ou la taille de la brebis dont l'évaluation par Smith and Stewart (1990) a été de 1. 2-2% kg de poids vif. Cet effet a été toujours associé à une augmentation du taux d'ovulation (Viñoles et al., 2005), par les actions directes de la leptine, l'IGF-I, l'insuline et le glucose sur l'ovaire (Scaramuzzi et al., 2014). Alors que, l'effet dynamique se définit comme un changement de poids vif au cours de la période de six semaines avant l'accouplement. Ainsi, Lindsay (1976) a décrit le poids vif comme étant « un critère brut inexact, parce qu'il ne décrit que les changements obtenus à long terme dans l'alimentation, et est incompatible avec les études portant sur la plupart des composants du processus de reproduction qui se déroulent sur quelques jours voire même sur quelques heures

#### **6.5. Effet de la nutrition au moment de la lutte**

De nombreux travaux ont traité de l'influence du niveau des apports alimentaires, lors de la lutte, sur les paramètres de reproduction des brebis (Atti et Abdennabi, 1995 ; Thimonier et al., 2000 ; Arbouche et al., 2013). Ainsi, Mebirouk-Boudechiche et al (2015) ont constaté que la complémentation des brebis Ouled Djellal (chaque brebis recevait 500g/jour/ration) avant la lutte aussi bien par l'orge que par la caroube entière (30% de son de blé et 70% de caroube entière : pulpe + graines) permet la reconstitution des réserves corporelles. Cette complémentation assure des performances de reproduction identiques. La caroube semble ainsi constituer un bon complément énergétique pour ces brebis et peut, de ce fait, se substituer à l'orge en grain (30% de son de blé et 70% d'orge).

Dans le même contexte Taherti et Kaidi (2018) ont rapporté que, les éleveurs qui ont apporté un soutien alimentaire en plus du pâturage à l'ensemble du troupeau visant à maintenir l'état des brebis et garantir la réussite de la lutte de printemps (un effet flushing) ont eu de meilleures performances de reproduction. En effet, l'association pâturage et complémentation (distribution entre 0,8 et 1,2 kilogramme d'orge par brebis et par jour) a permis une meilleure couverture des besoins durant la lutte. C'est le cas également dans une étude menée par Ibrahim et al. (2013) sur des brebis Barbarine ; où une supplémentation énergétique de 0, 200 et 400 g

de concentré/ brebis, au moment de la lutte a permis 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 relevée dans le groupe à 400g traduit l'effet néfaste de suralimentation des brebis en bonne condition corporelle sur les performances reproductives.

**Tableau 15** : Effet de la durée de la supplémentation sur l'apparition des chaleurs et le taux d'ovulation chez les petits ruminants (Fitz-Rodriguez et al., 2009)

	0-5 day		6-14 day		0-14 days	
	Groupe NS	Groupe S	Groupe NS	Groupe S	Groupe NS	Groupe S
<b>% Oestrus</b>	56 (15/27)	60 (16/27)	78 (21/27)	93 (15/27)	81 (22/27)	93 (25/27)
<b>% Oestrus &amp; Ovulaion</b>	37 (10/27)	56 (15/27)	74 (20/27)	98 (15/27)	79 (21/27)	89 (15/27)
<b>% Ovulation</b>	48 (13/27)	74 (20/27)	85 (23/27)	96 (15/27)	89 (24/27)	96 (15/27)

Groupe S : supplémenté, (250 gr Maïs roulé (8. 6% PB) +110gr tourteaux de soja (49% PB) + 900gr foin de luzerne (18% PB) / animal /jour).Groupe NS : non supplémenté.

### 6.6. Effet de la nutrition sur la mortalité embryonnaire et la gestation

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 (Belkasmi et al., 2010b ; Idamokoro et al., 2017) et une augmentation de la matière sèche ingérée en début de gestation accroît le taux de mortalité embryonnaire (Parr et al., 1987). Ainsi, la sous-alimentation comme la suralimentation au cours de la gestation entraîneraient des pertes embryonnaires. Dans ce contexte, Cumming et al. (1975), ont observé que des brebis Mérinos et Border Leicester x Mérinos alimentées de façon à couvrir 25%, 100% et 200% des besoins énergétiques d'entretien entre les jours 2 et 16 de la gestation, présentaient des nombres d'embryons viables de 1,12 ; 1,19 et 1,04 respectivement. Alors que dans d'autres études, il a été démontré qu'une ration couvrant 50% des besoins énergétiques d'entretien au cours des premières semaines de gestation des brebis entraînait de la mortalité embryonnaire, comparativement à une ration couvrant les besoins à 150% (Abecia et al., 1997 & 1999). Ceci

pourrait être expliquée par le fait que la ration déficiente en énergie est associée à une réduction de la production d'INT- $\tau$  (Abecia et al., 1999). D'autre part, un surplus de 22% de protéines dégradables dans le rumen pourrait conduire à des concentrations en ammoniac anormalement élevées dans les voies utérines, ce qui serait toxique pour l'embryon au 3ème jour suivant une insémination chez la brebis (McEvoy et al., 1995).

### 6.7. Effet de la nutrition sur le poids de naissance et la croissance des agneaux

Le poids à la naissance est en relation étroite avec l'état nutritionnel de la mère au cours des différentes étapes de la gestation. Ainsi, selon la période d'excès ou de restriction, on peut avoir :

- ***Début de gestation*** : Pour Edwards et al. (2005), une restriction de 30% en énergie chez des brebis en péri-conception, n'a pas entraîné d'effet significatif sur le poids des agneaux nés de gestations uniques ou doubles. De même que, pour des observations de Sen et al. (2016a), qui en ayant soumis des brebis en période péri-conception à une restriction de 50% des besoins, n'ont pas constaté de modification du poids de naissance des agneaux. Mais, lorsque la restriction touche l'ensemble de la gestation, les jumeaux nés pèsent 35% de moins que ceux issus de mères bien nourries ; alors que, les agneaux uniques, nés de mères restreintes ou non, pèsent le même poids. Cependant, 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).

- ***Milieu et fin de gestation*** : cette période est associée à une croissance et une demande nutritionnelle fœtales maximales (Robinson et al., 1997), où 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, le poids à la naissance des agneaux nés simples ne semble pas être affecté par des phases de restrictions alimentaires au début jusqu'au milieu de la gestation suivie d'une nutrition adéquate (Sen et al., 2016b) ; ceci pourrait être expliqué par la croissance fœtale compensatrice consécutive à la réalimentation des mères (Field et al., 2015). Ce résultat est contradictoire avec celui Piaggio et al. (2018), pour qui une restriction énergétique de 30% et 40% du 45ème au 115ème jour de gestation suivie d'une alimentation adéquate a affecté significativement le poids à la naissance des descendants ( $p < 0,05$  et  $p < 0,01$  respectivement). Alors qu'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), et réduire le développement mammaire et la production laitière (Salama et al., 2010, Freitas-de-Melo et al., 2018). Quant à la suralimentation, surtout en milieu et en fin de gestation chez les agnelles, elle diminuerait le poids de naissance des agneaux (Yunusova et al., 2013) ; et qu'un excès global

de nutriments en milieu et/ou en fin de gestation n'entraîne pas de modifications du poids de naissance des descendants de brebis multipares (Hoffman et al., 2014 : 126% ; Sen et al., 2016b : 175% des besoins énergétiques).

# **Partie expérimentale**

# **Chapitre III**

## **Maériel et méthodes**

## *Première expérimentation*

### *Impact du déséquilibre PDIN/PDIE dans la raion de la brebis Ouled Djellal sur la réussite de la maîtrise des cycles dans la région semi-aride Algérienne : Profil hormonal et biochimique.*

#### **1. Introduction**

L'Algérie présente de par la diversité de son milieu naturel une grande variété de conditions de production. En fonction des facteurs climatiques et édaphiques qui déterminent la répartition de la végétation naturelle et les potentialités agricoles on peut distinguer plusieurs zones bioclimatiques. Parmi elles ; figure la zone semi-aride, située au niveau des hauts plateaux, elle reçoit entre 200 et 400 mm de pluies par an. Cette zone comprend les Wilayates de Saida, Tiaret, Djelfa, Souk-Ahras, Tébessa, M'sila, Batna, Biskra, Oum-El-Bouaghi et Khenchela totalisant une superficie de 18 211 000 ha (Merdjane et Khelaf, 2016).

Le patrimoine ovin national est riche et varié, il est caractérisé par une grande diversité de races bien adaptées aux conditions du milieu : *D'Man, Hamra, Ouled Djellal, ... etc.* Cette dernière est plus importante numériquement (environ 11 340 000 têtes), représentant ainsi plus de 60 % du cheptel national (Moula, 2018). Cet effectif diminue de façon importante en année de sécheresse et se rétablit rapidement en année normale car il est fortement tributaire des parcours pour son alimentation et donc des conditions climatiques. L'alimentation constitue en particulier la contrainte névralgique de ces élevages, notamment celle des ruminants (bovin, ovin, caprin, ...). Sa dépendance vis-à-vis de la végétation naturelle est très importante. Les ressources fourragères sont vulnérables et assujetties aux aléas climatiques.

L'offre fourragère sur la zone semi-aride est évaluée à 2,175 Mrds d'UF soit 36% de l'offre globale. A l'échelle nationale, la répartition de l'offre fourragère par type de fourrage montre que la contribution des pacages et des parcours est de l'ordre de 1,379 Mrds d'UF soit 22,79% des apports, alors que les fourrages cultivés participent pour 960 Mrds d'UF (15,8%). Par ailleurs, au niveau de la zone semi-aride, l'essentiel des apports est fourni par les produits de la céréaliculture (orge, paille, chaumes et jachère) à hauteur de 1,494 Mrds d'UF soit 68,70% ; sachant que suite au surpaturage, l'offre en UF au niveau de la steppe est passée de  $1600 * 10^6$  à  $533 * 10^6$  UF/ha (Nedjraoui et Bédrani, 2008). Les parcours contribuent avec seulement 319 millions d'UF soit 14,68% de l'offre globale de la zone semi-aride (Merdjane et Khelaf, 2016). Les grains de céréale (orge et avoine) fournissent en moyenne 608 millions d'UF soit 28% de l'offre global de la zone semi-aride. La part qu'occupent les grains de céréales dans



cette zone laisse apparaître une pratique d'élevage à coups de concentré. Les chaumes et les pailles revêtent une importance particulière en contribuant pour 484 millions d'UF soit 22,25 % du total. Ils assurent à eux seuls presque ¼ des UF disponibles sur cette zone.

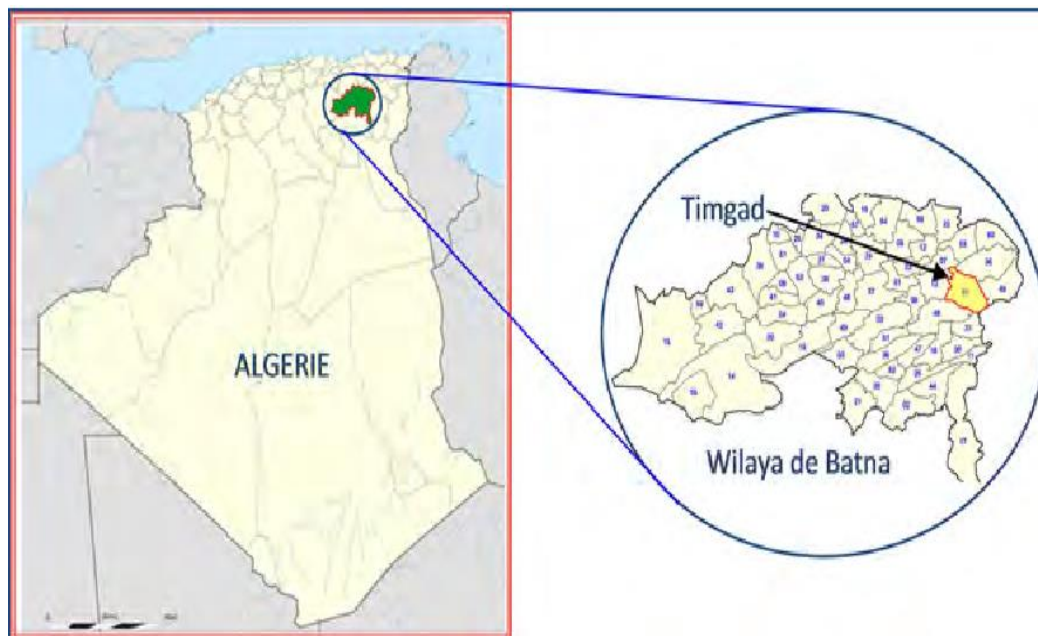
Cette diminution de plus en plus accentuée d'une année à l'autre des ressources alimentaires du cheptel a créé des difficultés de couverture de leurs besoins. Or, un déséquilibre de la ration alimentaire entre le ratio énergie/protéine diminue d'une manière significative les performances de production et de reproduction des ruminants (Caja et Gargouri, 1995). Pour faire face aux problèmes de disponibilité fourragère, l'utilisation des aliments concentrés semble être une nécessité pour couvrir les besoins des animaux et pour une meilleure production. La complémentation à base de concentré (orge, son et parfois maïs) devient nécessaire lorsque les parcours ne couvrent pas les besoins alimentaires du cheptel (Medouni et al 2004) et s'étend durant toute l'année (Hadbaoui, 2013 ; Hadbaoui et al., 2020).

Le problème majeur qui freine le développement du secteur ovin en Algérie réside dans la faible productivité des troupeaux, elle est à peine de 0,8 agneau sevré par brebis/an soit une moyenne de production de viande de 12 kg/brebis/an (Benyounes et al,2013). Cette faible productivité est due aux faibles performances de reproduction des brebis, et de croissance et de viabilité pré- et post-natale des agneaux. Elle est aussi due à la diminution des ressources nutritionnelles, au manque de reproducteurs sélectionnés et au non développement de schémas de production performants. Il est alors possible d'intensifier l'élevage et d'envisager de produire 1,5 à 2 agneaux sevrés. Pour atteindre cet objectif, l'amélioration de la taille de portée ou bien l'augmentation de la fréquence des mise-bas constituent des solutions réalisables. Selon ces besoins, il est possible d'adapter à la population ovine certaines techniques permettant de maîtriser la saison de lutte et d'améliorer les performances de reproduction. Ces techniques vont des plus naturelles et peu coûteuses tel que l'effet bélier aux plus sophistiquées et plus coûteuses telles que les techniques qui utilisent les hormones. L'utilisation de ces hormones dépend de la saison, de l'âge de la femelle et surtout de l'objectif de l'usage. L'accélération du rythme d'agnelage (3 agnelages en 2 ans ou bien 4 agnelages en 3 ans) nécessite l'application de règles fondamentales d'une bonne conduite de l'élevage pour ne pas dépasser les ressources nutritionnelles et environnementales de l'exploitation.

## **2. Lieu d'étude**

Cette recherche a été effectuée dans 4 fermes privées situées dans la commune de Timgad, à 30 Km de la wilaya de Batna dans la région Est d'Algérie à 1027 m d'altitude (35°29'03"Nord 6°28'07"Est) l'étage climatique semi-aride, durant Cette région est caractérisée

par des hivers froids avec une moyenne des minima comprise entre 1 et 5 °C, au mois le plus froid (janvier) et les étés sont chauds et secs avec une moyenne des maxima comprise entre 33 et 40° C, pour le mois le plus chaud (août). Les précipitations de la région sont irrégulières avec une moyenne de 350 mm de pluie / an.



**Figure 16** : Site expérimental Timgad Batna

### 3. Enquête

Cette enquête a porté sur :

- Renseignements généraux sur l'éleveur (âge et niveau d'instruction) et sur son troupeau (taille du troupeau, âge moyen du troupeau, effectif des brebis, races) ;
- L'âge et le niveau intellectuel de l'exploitant représentent les éléments les plus intéressants pour le jugement du fonctionnement d'un système d'élevage. Les éleveurs des exploitations choisis appartiennent à la catégorie d'âge moyen (35-55 ans), quant au niveau d'instruction, dans la majorité des cas les éleveurs ont un niveau secondaire ce qui affecterait le processus d'amélioration de la conduite d'élevage vu la faible capacité d'assimiler les nouvelles technologies ;
- Caractéristiques du bâtiment d'élevage (lieu, type de stabulation, hygiène du bâtiment,) ;
- Nature de l'alimentation utilisée (nature du fourrage, type et mode de conservation des fourrages, période et durée de pâturage, aliment concentré, disponibilité en eau ;
- L'alimentation des brebis est basée sur les ressources non cultivées et les résidus de cultures Céréalière. Les trois principales surfaces pouvant refléter ces ressources

sont **les chaumes** disponibles en été, **la jachère pâturée** au printemps et en automne (repousses sur chaumes), **la paille de blé et d'orge** qui sert d'aliment de base, particulièrement en hiver, le concentré fermier surtout aux reproductrices à l'approche de la lutte de printemps (fin hiver) il s'agit de l'orge en grains donné, comme complément seul ou en mélange avec le son de blé.

- Les fourrages grossiers sont représentés surtout par la paille et le foin. Vu le prix élevé du foin sur le marché, la paille est devenue un élément essentiel dans l'alimentation du cheptel alors que le foin n'entre dans le calendrier fourrager que dans les périodes physiologiques critiques (lutte, agnelage).
- Chez les enquêtés, la lutte pratiquée est une lutte libre, commence au mois de mars se poursuit durant le printemps jusqu'au début de l'été dans le but d'avoir le maximum de femelles saillies, sans application de l'effet bélier et sans respect du sexe- ratio.

**Tableau 16 :** Caractéristiques générales des 4 exploitations

Exploitation	Nombre des brebis	Niveau d'instruction	Main – d'œuvre	Alimentation Concentré & fourrage	Quantité de céréales intégrée dans le concentré	Conduite d'élevage	Mode de reproduction
Ferme 1 Amerauoui	45	Secondaire	Familiale	Blé tendre +son de blé tendre paille d'orge	>500gr	Semi-intensif	Lutte libre
Ferme 2 Ben rabea	55	Secondaire	Salarier	Blé tendre + Son de blé tendre Paille d'orge	>500gr	Semi-intensif	Lutte libre
Ferme 3 Hidoussi	120	Secondaire	Salarier	Orge + son de blé dur Paille d'orge	<500gr	Semi-intensif	Lutte libre
Ferme 4 Bouchebek	65	Secondaire	Salarier	Orge +son de blé dur Paille d'orge	<500gr	Semi-intensif	Lutte libre

## 4. Matériel

### 4.1. La conduite d'élevage

#### 4.1.1. Animaux

L'expérimentation préliminaire a été menée durant la saison de lutte de printemps 2018 (Avril- Octobre) dans 4 fermes privées.

L'étude a concerné 80 brebis sélectionnées âgées de 1 à 4 ans d'un poids moyen 42-54 kg, non gestantes, non allaitantes et cliniquement saines. Des traitements antiparasitaires sont effectués régulièrement pour les jeunes et les adultes. Une *coproculture* a été réalisée pour s'assurer de l'état sanitaire des brebis choisies. Le suivi sanitaire est assuré par un vétérinaire et un technicien privé.

Au moment de la sélection, toutes les brebis étaient pesées et leur état de chair évalué, cette sélection a été validée par deux vétérinaires. Les notes d'état ont été regroupées en 3 classes (ou modalités) :

Une note de  $1.67 \pm 0.49$  points ou moins, animal qualifié de « **maigre** » ;

Une note de  $2.15 \pm 0.54$  points, animal qualifié de « **moyen** » ;

Une note égale ou supérieure à 2.5 points incluse, animal qualifié d'état « **obèse** » ;

Les brebis étaient ensuite identifiées par des étiquettes d'oreilles numérotées pour faciliter le suivi de chacune d'elles.

#### 4.1.2. L'alimentations et l'abreuvement

La pratique d'élevage au niveau des fermes choisies est de type semi –intensif, basé sur la complémentarité céréaliculture/élevage ovin. Toutefois l'alimentation des brebis est différente d'une saison à une autre. Elle est basée sur les ressources non cultivées et les résidus de cultures céréalières. Les trois principales surfaces pouvant refléter ces ressources sont les chaumes disponibles en été, la jachère pâturée au printemps et en automne (repousses sur chaumes), la paille de blé et d'orge qui sert d'aliment de base, particulièrement en hiver, le foin d'avoine distribué surtout aux reproductrices à l'approche de la lutte de printemps (fin hiver) et enfin l'orge donné, comme complément seul ou en mélange avec le son aux reproductrices et aux agneaux engraisés à l'approche des fêtes.

Durant, l'expérimentation les brebis ont reçus une complémentation fermière, débutant dans la majorité des cas, le mois de janvier avant la saison de reproduction et se termine 3

semaines après la lutte. Ces concentrés distribués aux brebis étaient formulés selon le choix des éleveurs et fabriqués au près des moulins d'aliment de bétail privé, il s'agit de 4 concentrés fermiers, distribués chaque jour aux animaux (à raison de 650g à 1300g / brebis). L'eau est distribuée deux fois par jour.

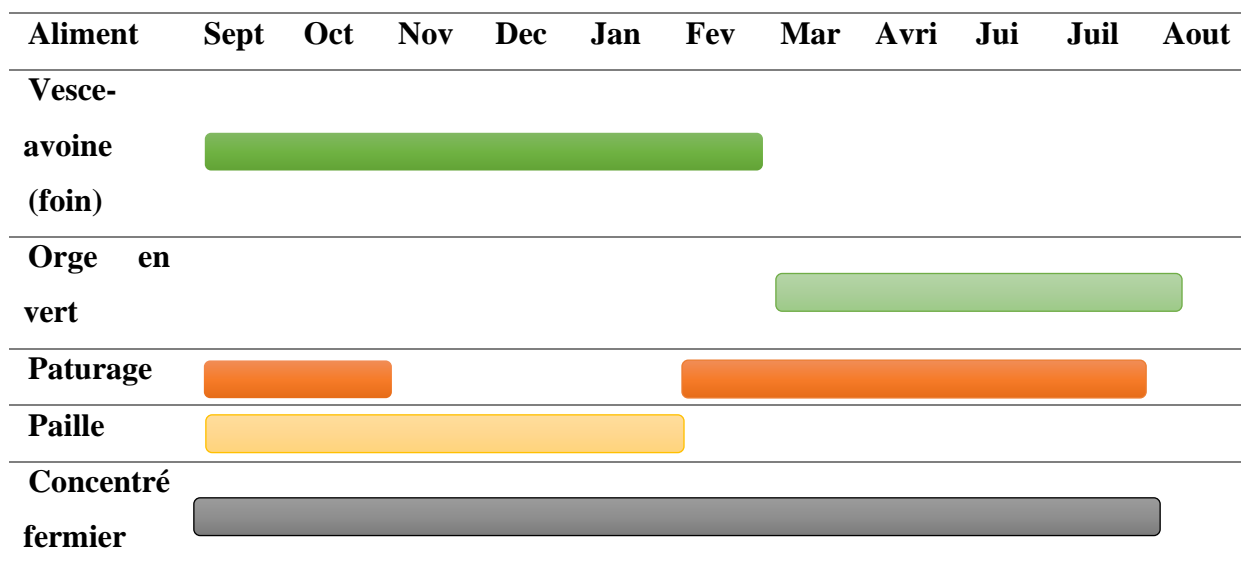


Figure 17 : Calendrier fourrager suivi dans la commune de Timgad

## 4.2. La conduite de la reproduction

### 4.2.1. Préparation des animaux

Les béliers sont du même type génétique que les brebis et issus de l'élevage mère (auto-renouvellement). Leur âge est compris entre 3 et 4 ans et le poids entre 55 et 60 kg.

Deux mois avant la lutte, les béliers triés 1 mois avant (début février- début mars) ont été examinés pour s'assurer qu'ils n'avaient pas de défauts physiques majeurs ou de problèmes de santé et ont subi des traitements antiparasitaires (interne et externe) et un traitement vitaminique. Ces béliers sont isolés dans des boxes loin des brebis. Durant tout l'essai, excepté la période de suivi des chaleurs et lutte où les brebis étaient maintenues en bergerie, les femelles ont été élevées en semi-intensif, et logées loin des mâles. Un ratio de 1 mâle pour 5 à 8 femelles a été respecté lors des accouplements.

### 4.2.2. Synchronisation, lutte et diagnostic de gestation

La synchronisation des chaleurs a été réalisée en utilisant des éponges vaginales FGA (40 mg flurogestone acetate Chronogest®, Intervet International B.V., Angers, France) (Cognie 1988), et la PMSG 500UI. Le protocole arrêté était le suivant :

**-16 J** : Pose de l'éponge dans le vagin à l'aide d'un applicateur stérile 17/03/2018 ;

**-2J** : Retrait de l'éponge et injection intra musculaire de 500UI de PMSG  
30/03/2018 ;

**J0** : Détection des chaleurs et introduction des béliers 02/04/2018 ;

**J24** : Diagnostic gestation par dosage de la progestérone 26 /04/2018 ;

**J60** : Confirmation de gestation par échographie.

En considérant j0 le jour de l'introduction des béliers, la gestation est confirmée par le dosage de progestérone à j 24 et examen échographique au 60eme jour en utilisant un échographe portable **WED 3000** à R40/ 3.5 MHz (China).

## 5. Méthodes

### 5.1. Analyse des concentrés

Afin de déterminer la composition chimique et la valeur nutritive des concentrés fermiers utilisé dans cette expérimentation, une analyse par Spectrometrie Proche Infra Rouge SPIR (Model *Burker Tango* FT-NIR spectrometer, Burker Optics, Germany) a été effectuée.

Les analyses ont été réalisées selon les normes. Pour chaque échantillon, les analyses ont été répétées trois fois et les résultats des concentrations en éléments nutritifs ont été exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche de l'aliment

#### 5.1.1. Description de la technique d'analyse SPIR

La Spectrometrie peut être définie comme l'étude de l'interaction de la lumière avec la matière. Le rayonnement dans le Proche Infra Rouge (PIR) couvre la plage des longueurs d'onde de la lumière comprise entre 780 et 2 500 nm. La Spectrometrie dans le proche infrarouge (SPIR) a été découverte par F.W. Herschel en 1 800. Les principes de la SPIR sont très bien décrits dans la synthèse de Bertrand (2002).

La spectrométrie proche infra-rouge repose sur la mesure de la réflectance- d'un rayonnement émis à une longueur d'onde donnée dans le visible ou l'infrarouge. Les différentes liaisons chimiques du matériel étudié (type O-H, N-H ou C-H) absorbent à des longueurs d'onde spécifiques égales à leur fréquence de vibration et passent ainsi d'un état fondamental à un état excité. L'ensemble de ces fréquences (ou longueurs d'onde) d'absorption constituent le spectre d'absorption. (Compan et al., 2013)

Chaque constituant absorbe de manière spécifique la lumière dans cette zone spectrale. Un capteur permet de récolter après son passage dans l'échantillon, la lumière ayant été réfléchié par celui-ci. Ce capteur nous fournit alors un spectre de réflexion de la lumière en fonction de la longueur d'onde. Ce spectre se caractérise par une série de pics d'absorption. Ces

pics sont spécifiques aux différents constituants du fourrage ou concentré et à leur concentration.

Il s'agit donc bien d'un dosage indirect des constituants puisqu'un étalonnage préalable de l'appareil est nécessaire pour que l'ordinateur puisse identifier l'effet de chaque constituant sur l'allure du spectre.

L'étalonnage consiste à développer un modèle mathématique reliant les données spectrales aux valeurs obtenues par les méthodes de référence à partir d'une population d'échantillons représentatifs du produit à analyser. L'interprétation des résultats utilise donc des critères statistiques pour évaluer la qualité d'une équation de régression linéaire  $R^2$  (Bertrand, 2002) (Annexe 3). Un modèle différent doit être établi pour chaque produit et chaque constituant. Une fois ces modèles établis, ils peuvent être utilisés en routine pour la détermination simultanée de plusieurs paramètres. Ces paramètres sont : taux d'humidité, matière sèche, protéines, cellulose, fibres, matière grasse, amidon, matière minérale ainsi que le calcul à partir de formules, de la digestibilité de la matière organique et des valeurs énergétiques des concentrés. (Compan et al., 2013).

Cette technique analytique n'est pas nouvelle : elle a été mise au point dans les années 60 par des précurseurs qui l'ont d'abord appliquée à la mesure de l'humidité des céréales (Norris et Hart, 1965). Assez rapidement l'application aux fourrages a été développée (Norris *et al.*, 1976), mais le coût des appareils, la limitation des outils informatiques associés, l'absence de bases d'étalonnage suffisantes ont longtemps limité l'extension de l'outil. A l'heure actuelle, la SPIR est utilisée en routine dans l'industrie de l'alimentation animale pour la qualification des lots d'aliments et de matières premières et le pilotage des unités de production.

Nos échantillons ont été prélevés de manière à être les plus représentatifs possibles, lors de l'échantillonnage, il faut réaliser plusieurs prélèvements et les rassembler dans un sac qui doit être fermé de manière hermétique et doivent être conservés à l'abri de tous effets climatiques (température, humidité, lumière...) jusqu'au moment d'acheminement au laboratoire d'analyse.

Lors de la réception des échantillons au laboratoire, un numéro d'analyse lui est attribué et celui-ci ne le quittera plus. Ce même numéro sera celui du compte rendu remis une fois l'analyse terminée et le résultat achevé.

Nos 4 échantillons des concentrés fermiers ont été analysés selon la technique SPIR au niveau du laboratoire *VIETAM*, Sétif, Algérie.

La teneur en protéine, amidon, matière grasse et minérale ainsi que l'humidité et le taux de fibre ont été déterminée par un appareil « *SPIR* » où les mesures ont été faites en transmission ou en réflexion dans une plage spectrale en proche infrarouge [1400-2500nm] d'un échantillon broyé. La détermination de ces teneurs nécessite un étalonnage préalable mémorisé dans un microprocesseur à l'aide de l'échantillon, de composition connue et un traitement mathématique du spectre résultant de l'analyse de l'échantillon inconnu. Les résultats sont exprimés en (%) de matière recherchée par rapport à la matière sèche (représentent la moyenne de 3 répétitions).

### 5.1.2. Données des valeurs nutritives calculées

Le calcul des valeurs : énergie métabolisable (**EM**) énergie digestible (**ED**), matière organique digestible (**DMO**) et la matière organique fermenticible (**MOF**), **PDIN**, **PDIE**, **UF** a été réalisé au niveau du centre de recherche Centre Wallon de Recherches Agronomiques Unité Qualité des produits (CRA-W, Belgique) par *Dr virginie Decruyenaere* selon les formules décrites (Tables INRA,2018)

**DMO** digestibilité de matière organique =  $95.81 - 1.911 \text{ CF} + \alpha$  (n = 124 ; r = 0.93 ; RSD = 3.7)

**Digestibilité énergétique (Ed)** Ed a été calculée à partir d'DMO et de composants chimiques à l'aide d'équations de régression obtenues à partir de la base de données citée ci-dessus :

$$\text{Ed} = \text{DMO} - 3,50 + 0,046 \text{ CP} + 0,155 \text{ EE} \quad (1) \quad \text{Ed} = \text{DMO} - 2,90 + 0,051 \text{ CP}$$

Ed et DMO sont exprimés en % ; les constituants chimiques (CP : protéines brutes ; EE : extrait d'éther ; Cendres : minéraux) sont exprimés en % de matière sèche.

Niveaux d'énergie digestibles et métabolisables :

$$\text{Énergie digestible} : \text{DE} = \text{GE} \times \text{Ed} / 100$$

$$\text{Énergie métabolisable} : \text{ME} = \text{DE} \times \text{ME} / \text{DE}$$

$$100 \text{ ME} / \text{DE} = 86,38 - 0,099 \text{ CFo} - 0,196 \text{ CPo}$$

**Gross Energy( GE)**: energie brute en MJ / kg matière sèche ;

**CFo** (crude fiber) fibres brutes en % de matière organique ; **CPo** (crude protein) protéines brutes en % de matière organique.



Valeurs UFL et UFV :

**Valeur UFL** = ME x kl 7,12 **valeur UFV** = ME x kmf 7,62. (k= EN/EM ; kl : laitier  
Kmf : maintenance – engraissement)

Les valeurs d'énergie nette de l'orge de référence ont été maintenues à **7,12 et 7,62 MJ/kg** pour la production de lait et de viande respectivement. Les valeurs nutritionnelles de l'azote sont exprimées sous forme de protéines digestibles dans l'intestin ou **PDI (Protéines digestibles dans l'intestin, en g/kg)**. Trois valeurs d'PDI sont indiquées (INRA, 2007) : **PDIA**, d'origine animale, incluse dans PDIE et PDIN. PDIE, lorsque l'énergie est le facteur limitant pour l'activité microbienne rumen. PDIN, lorsque l'azote est le facteur limitant pour l'activité microbienne rumen Calcul des valeurs PDI pour les matières premières Les équations proposées en 1988 (Vérité et al., 1987 et INRA, 1988) ont été utilisées pour calculer les valeurs de PDI pour les différents constituants.

$$\mathbf{PDIA} = \mathbf{CP} \times [1,11 (1 - \mathbf{NED})] \times \mathbf{TId}$$

$$\mathbf{PDIMN} = \mathbf{CP} \times [1 - 1,11 (1 - \mathbf{NED})] \times 0,9 \times 0,8 \times 0,8$$

$\mathbf{PDIME} = \mathbf{MOF} \times 0,145 \times 0,8 \times 0,8$   $\mathbf{PDIE} = \mathbf{PDIA} + \mathbf{PDIME}$   $\mathbf{PDIN} = \mathbf{PDIA} + \mathbf{PDIMN}$   
avec **CP** : protéines brutes en matière sèche g/kg

**NED** : dégradabilité efficace de l'azote dans le rumen ( $0 < \mathbf{NED} < 1$ )

**TId** : véritable digestibilité du RUP dans l'intestin grêle ( $0 < \mathbf{TId} < 1$ )

**RUP** : Rumen undegradeable proteins

**MOF** : matière organique fermentable dans le rumen, en matière sèche g/kg,

$\mathbf{MOF} = \text{matière organique digestible} - \text{extrait d'éther} - \text{protéine brute non dégradable}$   
(a priori  $\mathbf{CP} \times (1 - \mathbf{NED})$ ).

## 5.2. Evaluation de l'état corporel

L'étude de l'état corporel à portée sur 80 brebis appartenant chacun à l'une des 4 exploitations. Chaque lot est constitué de 20 brebis de race Ouled Djellal, elles ont été marquées par des boucles d'oreilles. Des notations d'état corporel ont été réalisées selon la méthode de Russel et al. (1984). Le maniement se fait d'une main alors que l'autre permet de tenir l'animal sans trop le contraindre afin qu'il soit le plus décontracté possible. Au niveau lombaire, la main exerce un effet de pince et une pression fixe, autour et entre les apophyses transversales, articulaires et épineuses. Sur un animal insuffisamment détendu, la note donnée peut être

surestimée. Il faut donc veiller à bien décontracter l'animal avant de faire la notation. En outre, il faut veiller à ce que l'épaisseur de la laine n'interfère pas sur la note.

Les notes d'état corporel (NEC) ont été attribuées par deux notateurs et la NEC considérée a été la moyenne des ces deux notes. Les périodes de notation ont été effectuées à des moments clés du cycle de production, afin de permettre l'étude des relations alimentation-reproduction. Les notations ont été effectuées durant les mois de : début Mars, fin mai, correspondants respectivement aux dates de synchronisation et lutte de printemps.

### 5.3. Collecte des prélèvements de sang

Le jour de la pose des éponge (-16jours), un prélèvement sanguin a été réalisé sur toutes les brebis de l'étude par ponction de la veine jugulaire ou de la veine caudale. Le sang a été collecté dans des tubes secs stériles sous vide (*VENOJECT*, ND) portant le numéro de l'animal. Les échantillons sanguins ont été centrifugés (3000g, 15 minutes, 4°C). Deux aliquotes de sérum ont été recueillies à l'aide de pipettes munies d'embouts changés à chaque prélèvement, dans des tubes secs en plastique étiquetés, cette opération est refaite 2 fois de plus à -2 j moment du retrait de l'éponge et à j24 pour diagnostic de gestation et les sérums recueillis ont été acheminé directement au laboratoire d'analyse *Iben Roched* Batna.

### 5.4. Analyses de laboratoire

#### 5.4.1. La progesteronémie

Les concentrations sériques de progestérone *P4* (ng/ml) ont été déterminées par électrochimiluminescence par un système automatisé ECLIA (Cobas®6000, Roche) (Ayad et al., 2018).

Cette technique est la plus répandue à l'heure actuelle sur les automates de dosages hormonaux. Elles fait appel à des substrats qui, transformés, émettent durant un court laps de temps de la lumière. La spécificité de ces techniques est supérieure à l'immunofluorescence parce qu'il n'existe ni parasite ni diffusion.

La mesure de l'activité ovarienne a été réalisée à partir de l'analyse des taux sériques de progestérone, déclarant effectivement une brebis en activité sexuelle à partir d'une concentration  $\geq 0,5 \text{ ng / ml}$  (Thimonier, 2000) et gestante à partir d'une concentration  $> 2.5 \text{ ng / ml}$  (Boscos, 2003).

#### 5.4.2. Concentrations des paramètres biochimiques

Les analyses des différents paramètres sériques sont effectuées, par des méthodes colorimétriques enzymatiques, sur automate de biologie clinique (Cobas ®6000, Roche)

- **Urée** par la méthode colorimétrique enzymatique à l'uréase (Roch-hitachi Cobas6000)
- **Cholestérol** Par la méthode colorimétrique enzymatique CHOD-POD (Cobas6000)
- **Triglycérides** Par la méthode colorimétrique enzymatique GPO/PAP. (Roche-cobas c 501)
- **Protéines totales** Par la méthode colorimétrique enzymatique (Roch-Hitachi Cobas6000)
- **Albumine** Par la méthode colorimétrique enzymatique (Roch-hitachi Cobas6000)
- **Globulines** Les valeurs de la globulinémie sont obtenues en calculant la différence entre les valeurs des protéines totales et celles de l'albumine sérique.

#### 5.4.3. La concentration du Béta-Hydroxy –Butyrate (BHB)

Les prélèvements pour déterminer le niveau d'acide bêta-hydroxybutyrate (BHBA) ont été obtenus le matin par ponction de la veine jugulaire à l'aide d'aiguilles stériles. La concentration sanguine a été déterminée in situ en utilisant des bandes d'un kétomètre tenu à la main (*Free Style Optimum* de Abbott Diabetes Care, LTD, 2007). Le Compteur optimal donne d'excellents résultats pour mesurer le BHB dans sang entier chez la vache (Voyvoda et Erdogan, 2010), aucun étalonnage supplémentaire ou ajustement pour le système humain est nécessaire lors de son usage chez les animaux : il a été validé pour son utilisation chez les chiens et les chats (Hoenig et al., 2008), les bovins laitiers (Voyvoda et Erdogan, 2010) et les brebis et chèvres (Panousis et al. 2012 ; Hornig et al., 2013). Ce ketometer est un test électrochimique simple et direct (ce qui explique pourquoi il fonctionne bien pour les humains et les animaux ), les bandes d'essai de cétone contiennent l'enzyme B hydroxyl butyrate deshydrogenase qui oxyde BHB en acetoacetate ce qui réduit le nicotinamide adénoine dinucléotide (NAD +) à (NADH), le NADH est réoxydé à NAD + par une molécule de transfert électronique médiction .Le courant électrique généré par cette conversion est mesuré par le compteur et directement proportionnel à la concentration de BHB (Oestzel, 2010).

Panousis et al. 2012, ont démontré qu'il n'existe pas de différence significative entre les valeurs obtenues par le kétomètre et les valeurs obtenues au laboratoire chez la brebis, pour cette raison, nous l'utilisons pour mesurer le niveau de BHB dans le sang de la brebis *Ouled Djellal* dans la présente étude.

### 5.5. Paramètres de reproduction

- **Taux de fertilité**=Nombre de brebis ayant mis bas/nombre de femelles soumises à lutte x100
- **Taux de fécondité** =Nombre d'agneaux nés / Nombre de brebis soumise à la lutte x100
- **Taux de prolificité** = Nombre d'agneaux nés / Nombre de brebis ayant mis bas x 100

### 6. Analyse statistique

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel *SPSS.23*. L'effet des facteurs fixes, du régime alimentaire et du moment du prélèvement (Pr1, Pr2, Pr3) de l'essai ainsi que leur interaction sur les différents paramètres étudiés ont été analysés à l'aide d'une analyse variance **ANOVA**. Le test de comparaisons multiples de *Tukey* a été effectué pour tester la signification entre les moyennes des différents sous-groupes. Les différences étaient considérées comme significatives lorsque  $p < 0,05$ . Le test KHI DEUX a été effectué pour comparer les paramètres de reproduction entre les différents lots. Les résultats ont été présentés comme : Moyenne  $\pm$  SEM pour la concentration de progestérone, Moyenne  $\pm$  écart type pour les paramètres biochimiques

## Deuxième expérimentation

### *Impact de l'équilibre PDIN/ PDIE dans la ration alimentaire de la brebis Ouled Djellal sur les performances de reproductions et la croissance des agneaux.*

## Chapitre III : Matériel et méthodes

### 1. Introduction

En Algérie, l'élevage ovin localisé majoritairement dans les régions arides et semi-arides, constitue une source importante de protéines animales. Cependant malgré son importance socio-économique, sa productivité reste toujours faible. Sa principale cause, est la mauvaise maîtrise de sa reproduction. Celle-ci se caractérise par de faibles taux de fertilité et de prolificité à cause d'une mauvaise préparation des femelles à la lutte, sur les plans alimentaire et condition corporelle (Lamrani et al., 2008).

La thématique nutrition x reproduction est abordée dans notre travail en raison des fortes fluctuations des apports alimentaires dans les systèmes d'élevage en zones aride et semi-aride. En milieu méditerranéen, les parcours présentent une saisonnalité marquée : la valeur de l'offre alimentaire fluctue selon la période de l'année. Schématiquement, elle est maximale au printemps (période au cours de laquelle l'animal emmagasine des réserves corporelles), puis

décroît rapidement en été, repart à l'automne (selon le régime des pluies) puis décroît à nouveau en hiver (Mebirouk-Boudechiche et al., 2011). De cela, il en résulte que les modes de conduite des différentes catégories d'animaux comportent pratiquement toujours des alternances de périodes de sous-alimentation et de réalimentation. Cependant le surpâturage et le climat aride et semi-aride associés aux variations climatiques entraînent une instabilité de la valeur quantitative et qualitative des fourrages (Arbouche et al., 2016) avec comme corollaire une offre alimentaire dépendante des fluctuations saisonnières.

Le statut nutritionnel représente le principal facteur influençant la capacité de l'animal au maintien de sa santé et de sa reproduction ; de sorte qu'il constitue un déterminant majeur des performances reproductrices d'un animal (Keisler et Lucy, 1996 ; Mohajer et al., 2010).

La formulation d'aliments composés nécessite la connaissance de la composition et de la valeur nutritionnelle des ingrédients utilisés. Les mettre à la disposition des animaux pour satisfaire leurs besoins constitue un enjeu d'abord technique, mais également économique puisqu'une mauvaise appréciation de la valeur des ingrédients ne permet pas de réaliser une optimisation correcte de la formule (Picard et Leòn, 1990). Les matières premières utilisées en alimentation animale en Afrique proviennent en partie du marché international et en partie d'une production locale (nationale, régionale). Les matières premières internationales importées en Afrique sont relativement peu nombreuses, l'essentiel étant constitué par le maïs et le soja, ainsi que le blé destiné à l'alimentation humaine dont les sous-produits sont disponibles pour l'alimentation animale.

## **2. Matériel**

Cette recherche a été effectuée durant la campagne de reproduction 2019, dans une ferme privée située dans la commune de *Timgad* à 30 Km du chef-lieu de la wilaya de *Batna* dans l'Est algérien aux coordonnées géographiques de 1027 m d'altitude, 35°29'03" Nord de latitude, 6°28'07" Est de longitude et à l'étage climatique semi-aride.

A signaler que cette ferme présentait les mêmes conditions environnementales que celles des 4 fermes de la première expérimentation.

### **2.1. Animaux**

L'expérimentation préliminaire a concerné 60 brebis sélectionnées âgées de 1 à 4 ans d'un poids moyen 50 - 54kg, non gestantes, non allaitantes et cliniquement saines. Le suivi sanitaire est assuré par un vétérinaire et un technicien privé.

Au moment de la sélection, toutes les brebis étaient pesées et leur état de chair évalué ; cette sélection a été validée par deux vétérinaires. Les brebis étaient ensuite identifiées par des étiquettes d'oreilles numérotées pour faciliter le suivi de chacune d'elles.

L'effectif choisi a été divisé en 2 lots (témoin et expérimental) selon le concentré distribué.

## **2.2. La conduite d'élevage**

### **2.2.1. L'alimentations et l'abreuvement**

Durant l'expérimentation les brebis ont reçu un concentré ordinaire (fermier) pour le lot témoin et un concentré riche en azote pour le lot expérimental. La distribution du concentré a débuté 4 semaines avant la saison de reproduction et s'est terminée 3 semaines après la lutte.

Le concentré ordinaire dit Témoin (**CT**) a été fabriqué selon le choix de l'éleveur auprès des moulins d'aliment de bétail privé (blé tendre et son de blé) ; alors que, l'expérimental (**CE**) a été fabriqué selon les recommandations de INRA (2007) pour des brebis en lutte et calculée par le logiciel **Allix**<sup>3</sup>, au niveau de la société **VIETAM** Sétif.

La distribution du concentré se fait quotidiennement à raison de 400g/brebis pour le lot témoin et 700 g/ brebis dans le lot expérimental. Alors que, le fourrage composé principalement de la paille est distribué à volonté ; sachant que la quantité consommée autrement dit la masse sèche volontairement ingérée est dépendante de leur capacité d'ingestion (CI) et de la valeur de l'unité d'encombrement mouton (VUEM) ( $MSVI = CI / VUEM$ ).

L'eau est distribuée deux fois par jour.

**Lot Témoin (LT)** : paille à volonté + apport de concentré ordinaire (400 g /jour max.).

**Lot Expérimental (LE)** : paille à volonté+ apport de concentré expérimentale enrichi en protéine, limité à 700 g /jour.

## **2.3. La conduite de la reproduction**

### **2.3.1. Préparation des animaux**

Le protocole de préparation des animaux est détaillé dans le chapitre III. (Experimentation I).

### **2.3.2. Synchronisation, lutte et diagnostic de gestation :**

La synchronisation des chaleurs a été réalisée en utilisant des éponges vaginales FGA (40 mg flurogestone acetate Chronogest®, Intervet International B.V., Angers, France)

(Cognie, 1988), et la PMSG 500UI. Le protocole arrêté était le même pour le chapitre III. (Experimentation I)

### 3. Méthodes

#### 3.1. Analyse des concentrés

L'analyse des concentrés a été réalisée par la technique SPIR détaillée dans le chapitre III. (Experimentation I)

##### 3.1.1. Données de valeurs nutritives calculées

Les calculs des valeurs ont porté sur les différents composants (INRA, 2007 & 2018) à savoir :

**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'Energie ;

**P<sub>0,75</sub>** : Poids métabolique ;

**Rmic** : équilibre PDIN-PDIE de la ration (= PDIN-PDIE/UF) ;

**CI** : capacité d'ingestion ; **UEM** : unité encombrement mouton ;

**UF** : unité fourragère.

**MSVI** = CI/VUEM du fourrage

Besoins entretien UF =  $P \cdot V^{0,75} \times 0,0345$  (INRA, 2018)

**Besoins flushing** : Besoin entretien x 1.4 (INRA, 2018)

**CI** =  $F \times VEF + C \times VEC$  (F : fourrage, C : concentré, VE : volume d'encombrement)

Capacité ingestion =  $(0,100 - 0,01 \cdot NEC) \cdot PV^{0,75}$  (INRA, 2018)

#### 3.2. Evaluation de l'état corporel

L'évaluation de la note d'état corporel a été réalisée sur les 60 brebis composant les lots d'expérimentation de chacune des 2 exploitations. Chaque lot est constitué de 30 brebis de race Ouled Djellal qui ont été marquées par des boucles d'oreilles. Des notations d'état corporel ont été réalisées selon la méthode de Russel et al. (1984)

Les notes d'état corporel (NEC) ont été attribuées par deux annotateurs et la NEC considérée a été la moyenne des ces deux notes. Les périodes de notation ont été réalisées à des moments clés du cycle de reproduction ; afin de permettre l'étude des relations alimentation-reproduction. Elles ont été effectuées :

- *Début Mars*, correspondant au début du flushing (4semaine avant la lutte) ;
- *Fin Mai* ; périodes correspondant à la fin du flushing (3semaines après la lutte) ;

Par la suite, les brebis ont été classées en 3 groupes en fonction de leur état corporel :

- Maigre : (NEC<2.5)
- Moyenne : (NEC=2.5)
- Obèse : (NEC>2.5)

Au moment des agnelages, les agneaux ont été identifiés par une boucle d'oreille ; leur date de naissance, sexe et type de naissance enregistrés. Ils ont fait également objet de pesées qui ont été effectuées à la naissance, puis tous les 21 jours jusqu'au sevrage qui a lieu vers l'âge de 9 semaines

### 3.3. Collecte des prélèvements de sang :

Deux prélèvements sanguins ont été effectués sur toutes les brebis de l'étude, par la meme technique décrite dans le Chapitre III (Experimentation I)

**Pr1** : début flushing (4semaine avant la lutte)

**Pr2** : fin du flushing (3 semiaine après la lutte)

### 3.4. Analyses de laboratoire

Les analyses des différents paramètres sériques biochimiques et hormonales sont effectuées, par des méthodes colorimétriques enzymatiques, sur automate de biologie clinique (Cobas ®6000, Roche) au meme laboraoire que celui de la 1ere experimentation. ( Voir experimentation I )

Le parametre BHB a été remplacé par celui de *la glycémie* en raison de non disponibilité des bandelettes au niveau nationale. La Glycémie a été analysée par la méthode colorimétrique enzymatique GOD-POD (*Roche-Cobas C 501*).

### 3.5. Diagnostic de gestation :

Realisé à j60 par échographie. Voir Chapitre III (Experimentation I)



### 3.6. Paramètres de reproduction

- Taux d'œstrus induit

= (Nombre de brebis ayant manifesté des chaleurs / Nombre de brebis soumises à la lutte) \* 100

- Taux de fertilité

= (Nombre de brebis ayant mis bas/nombre de femelles soumises à lutte) ×100

- Taux de fécondité

= (Nombre d'agneaux nés / Nombre de brebis soumises à la lutte) × 100

- Taux de prolificité

(Nombre d'agneaux nés / Nombre de brebis ayant mis bas) × 100

- Taux de mortalité

= (Nombre d'agneaux mort / Nombre d'agneaux nés vivants) ×100

Cette mortalité peut être décomposée selon la date de la mort : à la naissance, dans le jour qui suit ou plus tard (Dudouet, 1997)

- *Le GMQ (Gain Moyen Quotidien) = poids à j21-poids à j0 / 21 jours*

### 3.7. Analyse statistique

#### 3.7.1. Les variables étudiées

Les variables étudiées tout au long de cette expérimentation sont :

- ✓ Les paramètres sanguins biochimiques, cités précédemment ;
- ✓ La note d'état corporel des brebis ;
- ✓ Le poids des brebis ;
- ✓ Le poids des agneaux à la naissance.

#### 3.7.2. Les facteurs de variation

Les facteurs de variation sont :

- ✓ Le type de concentré (Témoin, Expérimental)
- ✓ Les stades physiologiques (Vide, Gestante)
- ✓ La parité (Multipares et Primipares)
- ✓ Moment du prélèvement (Pr1 : début flushing, **Pr2** : fin flushing)

- ✓ Cycle oestrale (1<sup>er</sup>, 2<sup>eme</sup>)
- ✓ Diagnostic de gestation
- ✓ La taille de la portée (Unique, Double)
- ✓ -Le sexe des agneaux (Male, Femelle)
- ✓ Le poids des agneaux
- ✓ -Le gain moyen quotidien.

### 3.7.3. Méthodes statistiques

Les résultats ont été évalués statistiquement grâce aux logiciels **SPSS 23**.

L'analyse de variance (**ANOVA**) a été utilisée pour déterminer l'effet du stade physiologique sur les paramètres sanguins biochimiques, et de la NEC sur le poids des agneaux à la naissance et sur la concentration des différents paramètres biochimiques dosés.

Le test **khi-deux** pour comparer les paramètres de reproduction entre les lots

Le test **t-de Student** a été utilisé pour déterminer les différences de la NEC et de la concentration plasmatique des paramètres sanguins entre les brebis multipares et primipares, gestantes ou vides et les brebis ayant une portée double ou simple.

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

Les comparaisons ont été considérées comme significatives lorsque les valeurs de  $p$  sont inférieures à **0,05**.

Les résultats sont formulés sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussion**

## Première expérimentation

### 1. Résultats

#### 1.1. Etude critique de la composition des rations

##### 1.1.1. La composition et valeurs nutritives des aliments

Le tableau 17 indique la composition chimique (matière sèche, humidité, matière grasse, protéines brutes, amidon, fibre brute, matière minérale (exprimée en % de MS) des aliments distribués dans les 4 fermes.

**Tableau 17 :** Composition chimique des concentrés et fourrage disponibles au niveau des 4 fermes

Aliments	Matière sèche	Humidité %	Protéines Brute %	Amidon %	Fibres brute %	M Grasse %	M minérale %
<b>Concentré 1 Ameraoui 1.300gr</b>	88.1%	11,90%	11,30%	17%	6,30%	2,90%	5,60%
<b>Concentré 2 Ben rabea 1.200gr</b>	88.5%	11,50%	10,90%	17,60%	9,40%	3%	5,90%
<b>Concentré 3 Hidoussi 800gr</b>	89%	11%	12,20%	18,80%	10,10%	3,50%	7,10%
<b>Concentré 4 Bouchebak 600gr</b>	88.7%	11,30%	11,20%	23,70%	9,60%	3,50%	7,20%
Aliments	MS (%)	MM (%)	MO (%)	MAT (%)	CB (%)	Ca (%)	P (%)
<b>Paille d'orge</b>	91	6	92	3.1	4.2	0.35	1

La teneur moyenne en cendres était (5,6 ; 5,9 ; 7,10, 7,2 %) pour les concentrés 1.2.3 et 4 respectivement, elle semble avoir la même valeur que celle rapporté par Bourdon et al. (1984), ce qui révèle une forte variabilité dans la minéralo -potentielle du son de blé et à peine de l'orge comme l'ont déjà noté Peterson et al. (1986) qui l'ont attribué à l'état environnemental.

Les teneurs en protéines de nos échantillons (10,9 % C2 ; 11,20% C4 11,30% C1 et 12,20% pour C3) sont inférieurs à la valeur déclarée par Khelifi et al. (2004) et Arbouche et al (2010) 12,12-16,5%DM. Nos résultats sont inférieurs à ceux publiés par d'autres auteurs, y compris Hubbell (1980) et Chyr (1987) cité par Boudouma (2007) qui rapportent respectivement 16,7-18,40%.

La teneur moyenne en matières grasses est (2.9% ; 3% ; 3.5% ; 3.5%) et elle se trouve dans la fourchette de valeur déclarée par Thomas et Grahn (1978) (3,34 % -6,70 %). Cependant nos valeurs restent élevées par rapport à ceux observés par Arbouche et al. (2010). Il est clair que la teneur en matières grasses était inférieure à 4%, ce qui est dans la fourchette souhaitée de <5% du total des graisses alimentaires. Les niveaux de graisse alimentaire supérieurs à 6 à 7 % réduisent la digestion des fibres et, par conséquent, l'absorption chez les moutons laitiers (CNRC, 2007). En ce qui concerne la teneur en fibres brutes, nos échantillons ont enregistré des valeurs inférieures:( 6,30 %, 9,4 % ; 9,6 % à 10,10 % à DM) comparativement à celles rapportées par Arbouche et al. (2012). La teneur en amidon rapportée par les tables d INRA (2007) varient entre 45 et 50% ceux de notre étude sont beaucoup plus faible 17,6%, 23,70, et 18.80% avec une plus faible valeur en C1 (17%).

La SPIR analyse des 4 concentrés a révélé que ces derniers sont significativement riches en amidon, protéines et fibres, mais moins riches en cendres et en graisses. Les résultats obtenus peuvent montrer que les caractéristiques chimiques de concentrés présentent une forte variabilité, en raison de la qualité du son de blé et du taux d'incorporation de l'orge. La forte teneur en amidon du blé et de l'orge peut être attribuée aux conditions agro climatiques au remplissage du blé (Triboi, 1990), au génotype du grain (Colonna et al., 1992) mais aussi à l'état de mouture du grain. Le blé dur (C3 et C4) se différencie du blé tendre par son grain à albumen vitré et sa teneur en protéines la plus élevée, la teneur moyenne en protéines du blé dur est de 13,1 % (Arbouche, 2012), ce qui est nettement plus élevé que le maïs et légèrement supérieur à celui de l'avoine. La teneur en protéines du blé varie selon les localités et est affectée par les conditions climatiques. Cette dernière varie de moins de 10 pour cent à plus de 13 pour cent (Stanton 2014). Les grains de blé tendre sont plus riches en amidon que ceux du blé dur (Gutiérrez-almo et al., 2008) malgré que l'incorporation de grains d'orge en C3 et C4 a augmenté la proportion d'amidon et en fait le meilleur. Cependant C1 a montré une proportion plus élevée de protéine que C2 résultant de l'incorporation de plus de son de blé dans le régime C1.

La teneur en MS, en MM et en MO de la paille est comparable à celle couramment rapportée par la littérature. Cependant, la teneur en MM observée dans notre étude est plus faible que celle rapportée par Triki et al (2010) (8.4±0.2) néanmoins ces derniers ont enregistré une teneur en matière organique plus faible (85%).

La Teneur en fibres, en particulier la lignine, est un facteur clé qui influe sur la digestibilité de la MS et par conséquent sur la disponibilité de l'énergie dans le fourrage (Van Soest, 1991). Les fibres représentent la fraction la plus difficile à digérer, elles semblent altérer le métabolisme et les fermentations dans la panse, s'ils sont présents en quantité importante dans un aliment.

Les résultats saillants montrent que la digestibilité la MO est négativement corrélée avec la teneur en fibre. Il est clair que la teneur de fibre la plus élevée est enregistrée dans le concentré C3 ce qui explique la valeur de digestibilité la plus faible enregistré dans ce dernier. Ces résultats sont comparables à ceux d'Al-Soqeer (2008). Il est un fait bien établi que la concentration des fibres influence aussi la quantité de MS qui peut être consommée par le ruminant (Jung et Deetz, 1993).

Les interrelations existantes entre la digestibilité de la matière organique et la composition chimique des concentrés étudiés sont illustrées dans le tableau 18. La teneur en MS du mélange concentré C1, C2, C4, C3 était de 881, 885, 887 et 890 g / kg MS, respectivement (Tableau 18). La teneur en fibres brutes était plus élevée en C3 et plus faible en C1

**Tableau 18 :** Valeur nutritive des rations disponibles au niveau des 4 fermes

Concentré	EB Kcal/k g	EM/ED	ED	EM Kcal/kg	EM/E B	MOD	MOF gr/ kg
C1	4315	0,820	3441.46	2822	0,6542	0.81227	708,63
C2	4320	0,820	3535.36	2899	0,6710	0.75306	650,63
C3	4294	0,820	3185.36	2612	0,6084	0.73969	623,85
C4	4291	0,8341	3128.92	2610	0,6083	0.74924	631,20

**EB :** Energie brute –**ED :** Energie Digestible –**EM :** Energie Métabolisable –**MOD :** Matière organique digestible –**MOF :** Matière organique fermentescible

Le contenu énergétique digestible de **3535.36 Kcal / kg MS** pour le régime C2 était supérieur à celui de C1, C3 et C4. Les valeurs d'énergie métabolisable (ME) étaient comparables entre les 4 régimes, mais l'étude du bilan énergétique (**PDIN - PDIE / UF**) a révélé que la ration C4 contenait une énergie digestible plus faible ( $P < 0,01$ ) (**EM**) que les rations C1, C2, C3 (tableau 18). Il est clair que les 4 concentrés ne présentaient pas de différence significative de point de vue valeur nutritive néanmoins les meilleures valeurs ont été attribuées au concentré **C1** et **C2** cela est dû parfois à une augmentation de la proportion du blé et du son de blé tendre dans ces deux concentrés. En effet selon Moran (1986), les concentrations en Matière organique, en

amidon et en azote de la ration blé sont plus forte que pour les rations orge ou avoine ; les teneurs en cellulose brute, NDF et ADF sont plus faible d'où une digestibilité meilleure et des quantités de **MOD** ingérées significativement plus fortes. Alors que Faldet et al. (1986 a,b) ont rapporté que ,quand le concentré représente 55% de la matière sèche totale ingérée tout apport supplémentaire de blé dans le concentré réduit l'ingestion du fourrage grossier (luzerne) et l'ingestion du concentré. En comparaison avec le maïs, le blé ne diminue pas l'ingestion du fourrage tant que la teneur en concentrés est inférieure à 50 p. 100 dans la ration ou si le concentré est mélangé au fourrage (Laurent, 1988).

Nos résultats étaient en accord avec les rapports de Baldwin and McLeod et Baldwin (2000), qui ont rapporté une **EM** plus élevée dans les régimes riches en concentrés que les régimes pauvres en concentrés. La diminution de la production microbienne de N (**PDIN**) trouvée dans les 4 régimes concentrés pourrait être partiellement expliquée par la diminution des apports d'énergie (**PDIE**) et de N, et le rendement de la biomasse microbienne est lié à la quantité d'énergie disponible et N. La digestibilité de la matière organique (**MOD**) et de la matière organique fermentescible (**MOF**) a augmenté de manière linéaire dans les groupes de régime ( $p < 0,001$ ), les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en (C1) ces résultats sont en accord avec les constatations de Murphy et al (1994) qui ont signalé une relation linéaire positive entre la **Digestibilité du Matière Organique** et la proportion de concentrés dans l'alimentation chez les agneaux en croissance, Santra et Pathak (1999) chez les veaux croisés, Haddad (2005) chez les agneaux Baladi en croissance et Cantalapiedra-Hijar et al (2009) chez les chèvres, Venkateswarlu et al (2014) chez les agneaux ( Race indienne Nellore) . Des résultats similaires ont été observés par Dhuria et al (2004) et Dhuria et al (2007b) chez la brebis.

Les travaux de Ma et al. (2014) sur la brebis et Bayat et al. (2017) chez la vache ont révélé la digestibilité des fibres diminue avec l'augmentation de la proportion du concentré. Cependant Reddy et Raghavan (1987) ont signalé une augmentation linéaire de la digestibilité des protéines brutes avec une augmentation du niveau de concentré dans la ration. La digestibilité de la **MO** augmente avec l'augmentation du rapport concentré / fourrage alimentaire entre les groupes, ce qui est en accord avec les conclusions de Santra et Karim (2009). D'ailleurs, l'observation du profil des rations distribuées dans notre étude révèle que les quantités de paille volontairement ingérées par les brebis étaient presque égales tournant autour de 0.5kg (soit 0.46 kg de MS) pour des apports en concentré de 1.3 kg (C1), 1.2 kg (C2), 0.8kg (C3) et 0.6kg (C4).

Les valeurs de **EM** obtenues dans les 4 rations demeurent très faible par rapport a celles enregistré par Benazzouz et al.(2007) dans des rations à différent niveau énergitique ( Bas,Haut)

la consommation d'énergie métabolisable varié entre 3800 à 4500 Kcal par brebis (Romanov x Limousin ) et par jour en période 1 (les trois premières semaines de lactation) et de 3500 à 4100 Kcal en période 2 ( les trois semaines suivantes.) dans une étude mene sur influence de la teneur en matieres azotees de la ration alimentaire sur la production laitiere de la brebis allaitante en deficit energetique

### 1.1.2. Les rations

L'alimentation est d'une façon générale, l'un des principaux facteurs conditionnant la production animale. Ses effets peuvent être notés aussi bien sur la quantité que la qualité des produits animaux. Bien que cette idée soit facilement acceptée par les techniciens et les éleveurs, connaissant surtout les effets négatifs d'une alimentation médiocre (insuffisante ou déséquilibrée), la pratique d'un contrôle rigoureux et la manipulation de l'alimentation ne sont observées que dans quelques exploitations.

Dans la plupart des exploitations ovines, le contrôle de l'alimentation se limite seulement à compléter ou corriger les apports des ressources fourragères et assurer que le potentiel de production ne soit pas limité par une mauvaise alimentation, dans des situations toujours dépendantes des possibilités et des contraintes économiques.

Cependant, la situation réelle complique le schéma antérieur puisque dans la pratique l'alimentation et la conduite sont fortement reliées dans la plupart des systèmes à environnements où sont exploitées les brebis,

Le premier problème qui se présente, pour une alimentation correcte des brebis, consiste à déterminer avec *précision leurs besoins nutritifs*. Cet aspect est relativement bien connu pour les brebis à vocation viande de races du Nord d'Europe en conditions de stabulation, mais très peu étudié pour les brebis autochtones méditerranéennes en conditions extensives y compris la brebis Algérienne *Ouled Djellal*. C'est ainsi que d'importantes déviations peuvent se produire si on utilise les normes obtenues pour des brebis élevées dans les conditions et les systèmes d'exploitation du Nord. En attendant d'avoir les données et les normes propres aux conditions méditerranéennes, la solution la plus adéquate est d'adapter les normes disponibles aux conditions particulières de nos systèmes d'exploitation.

L'estimation des principaux besoins alimentaires quotidiens des brebis laitières doit se réaliser, comme pour les autres animaux domestiques, tenant compte de quatre nutriments principaux qui correspondent, selon le système français (INRA,1988), aux : Energie Nette (UFL : Unités Fourragères Lait, UFUj) ; Protéine (PD1 : Protéine Digestible dans l'Intestin,



g/j) ; Calcium (Ca, g/j) et Phosphore (P, g/j). Les autres nutriments, bien qu'importants, ne seront pas considérés ici.

Les besoins journaliers de chaque nutriment se calculent suivant une méthode factorielle, par la somme des besoins respectifs qui peuvent se présenter dans la situation de production correspondante. Dans notre étude nos estimations seront limitées à la période de lutte et début de gestation néanmoins les besoins de gestation sont pratiquement négligeables jusqu'au le dernier tiers (100 jours). (Caja et al., 1992)

Les calculs des besoins pour chaque brebis ont été réalisées selon les recommandations INRA (Jarrige Ed., 1988 ; Hassoun et Bocquier, 2007). Dans les tableaux des résultats figurent à côté des besoins recommandés les besoins couverts par la ration et les déséquilibres éventuels de la ration surtout azotés (Equilibre PDIN-PDIE par estimation du  $R_{mic} = (PDIN - PDIE) / UF$ ). Notons que l'apport fourni par les pâturages dans notre étude n'a pas été inclus dans les calculs.

### 1.1.3. Besoins recommandés et besoins couverts par la ration de préparation et mise à la lutte

D'après le tableau ci-dessous, on observe que le taux de couverture des besoins énergétiques est inférieur aux besoins recommandés pour les quatre fermes étudiées. Pour les besoins protéiques, on note un déséquilibre d'apport en PDIN par rapport à celui des PDIE indiquant un manque d'azote dégradable pour la flore microbienne du rumen, et des rapports  $R_{mic}$  dans les quatre fermes très négatifs avec 25.97 et -28.27 pour la ferme 1 et 2, -27.61 et -35.19 pour la ferme 4 et 3 respectivement.

$$MSVI = CI / VUEM \text{ du fourrage}$$

$$\text{Besoins UF} = PV^{0.75} \times 0,0345$$

$$CI = F * VEF + C * VEC \text{ (F : fourrage, C : concentré, VE : volume d'encombrement)}$$

$$\text{Capacité ingestion} = (0,100 - 0,01 * NEC) PV^{0.75}$$

$$PV^{0.75} \text{ (Poids métabolique : } 40^{0.75} = 15,9 ; 50^{0.75} = 18,8 ; 60^{0.75} = 21,6 ; 70^{0.75} = 24,2 ; 80^{0.75} = 26,8)$$

$$\text{Inote} = 0,075 \text{ pour une NEC de 4.0 à 4.5,}$$

$\text{Inote} = 0,081$  pour une NEC de 3.0 à 3.5 et  $\text{Inote} = 0,089$  pour une NEC de 2.0 à 2.5 (Hassoun et Bocquier, 2007).

**Tableau 19** : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en ferme1 et ferme2 en période de lutte et début de gestation

Période		Préparation de mise à la lutte et début de gestation Concentré (>1000gr / brebis x /jour)			
Catégorie		Ferme 1 (Ameraoui)		Ferme 2 (Ben Rebai)	
		Besoins recommandés	Besoins couverts par la ration distribuée	Besoins recommandés	Besoins couverts par la ration distribuée
<b>MSVI</b>		1,60		1,52	
<b>UEM(paille)</b>		2,40		2,4	
<b>UF</b>	Ent	0.68	1.31	0.64	1.26
	Flush	0.95		0.89	
<b>PDI (g)</b>		49.11		46.30	
<b>PDIN</b>				89.95	
<b>PDIE</b>				124.01	
<b>Rmic.</b>				-25.97	

**Tableau 20** : Besoins recommandés (INRA, 2007) et besoins couverts par les rations distribuées en ferme 3et ferme4 en période de lutte et début de gestation

Période		Préparation de mise à la lutte et début de gestation Concentré (<1000gr / brebis x /jour)			
Ferme		Ferme3 Hidoussi		Ferme4 Bouchebek	
		Besoins recommandés	Besoins couverts par la ration distribuée	Besoins recommandés	Besoins couverts par la ration distribuée
<b>MSVI</b>		1.26		1.09	
<b>UEM (paille)</b>		2.4			
<b>UF</b>	Entretien	0,64	0.88	0.58	0.68
	Flushing	0.89		0.81	
<b>PDI (g)</b>		46.3		41.98	
<b>PDIN</b>				71	
<b>PDIE</b>				95.42	
<b>Rmic.</b>				-27.61	

**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'Energie ; **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.

**Tableau 21** : Valeurs nutritive des rations distribuées (concentré + paille)

Exploitation	UF	PDIN (gr/Kg MS)	PDIE (gr/Kg MS)	Rmic	MAD
<b>Exploitation 1</b>	1.31	89.95	124.01	-25.97	111.04
<b>Exploitation 2</b>	1.26	79.54	115.28	-28.27	106.87
<b>Exploitation 3</b>	0.88	71.00	95.48	-27.61	78.07
<b>Exploitation 4</b>	0.68	50.92	74.73	-35.19	59

D'après le tableau ci-dessus, on observe que le taux de couverture des besoins énergétiques pour l'entretien sont bien couverts, voire même très largement couverts dans les quatre fermes. Ainsi selon les recommandations INRA (2018), les besoins énergétiques pour assurer un bon flushing sont calculés sur la base de [B.F (besoins au flushing) = B.E (besoins d'entretien). x 1.40]. Ce qui nous donne, lors du calcul des rations appliquées dans les quatre fermes :

- Un déficit énergétique (en UF) dans la ferme Bouchebak : (0.68 vs 0.81)
- Un excès énergétique trop important dans les fermes Benrebai et Amraoui avec respectivement 1.26 vs 0.89 et 1.31 vs 0.95, ce qui constitue un gaspillage important en concentré.
- Un équilibre énergétique dans la ferme Hidoussi : 0.88 vs 0.89.

Pour des besoins protéiques, on note que malgré des apports satisfaisants voire même très excédentaire surtout pour les rations par ordre décroissant 3 ; 2 ; 1 et 4 avec :

**-Ferme 1 (Amraoui)** : besoin en PDI de 49.11gr pour un apport PDIN ; PDIE et un Rmic respectivement de 89.95gr ; 124 gr et - 25.97.

**-Ferme 2 (Benrebai)** : besoin en PDI de 46.3gr pour un apport PDIN ; PDIE et un Rmic respectivement de 79.54 gr ; 115.28 et -28.27.

**-Ferme 3 (Hidoussi)** : besoin en PDI de 46.3gr pour un apport PDIN ; PDIE et un Rmic respectivement de 71.00 gr ; 95.42gr et -27.61

**-Ferme 4 (Bouchebak)** : besoin en PDI de 41.98 gr pour un apport PDIN ; PDIE et un Rmic respectivement de 50,92 ; 71.73 gr et -35.19.

Les valeurs très négatives du Rmic indiquent que le déséquilibre d'apport est trop important entre celui des PDIN par rapport à celui des PDIE. Du point de vue économique, on note qu'il y a un gaspillage important en produits alimentaires aboutissant à des pertes de gain des exploitations. Alors que d'un point de vue sanitaire, les déséquilibres nutritionnels associés

à l'excès de consommation peuvent générer des troubles métaboliques pouvant interférer avec la bonne reproduction des animaux.

L'ajout de sources énergétiques (maïs grain et blé) à des ruminants (vaches au pâturage) conduit à des diminutions de l'excrétion urinaire d'azote (94 contre 195 gN/j) et de la part de cette excrétion par rapport à l'azote ingéré (33.1 contre 46.3% de l'ingéré) (Berry et al., 2001). L'excrétion azotée urinaire diminue lors d'apports croissants en énergie fermentescible, avec un impact d'autant plus important que le niveau d'ingestion est élevé (Kebreab et al., 2002).

Ces auteurs précisent que l'apport supplémentaire en énergie fermentescible permet une utilisation accrue de l'azote par les micro-organismes du rumen et une réduction des pertes d'ammoniac, ce qui se répercuterait principalement sur l'excrétion urinaire comme Norton et al. (1982a) et Wright et al. (1998) l'ont suggéré.

Les ovins sont des ruminants et possèdent donc la propriété de recycler l'azote alimentaire et l'azote métabolique. Pour opérer ce recyclage, ils réabsorbent l'urée du sang et la sécrètent dans leur salive durant la rumination. Comme cette fonction de valorisation de l'azote semble légèrement plus développée chez les ovins que chez les bovins, on est en droit de présumer que les ovins peuvent mieux tolérer des rations pauvres en azote que les bovins. Cependant le recyclage d'urée nécessite des apports d'énergie (Giraldez et al., 1997). En effet, la disponibilité en énergie concourt à réguler l'intensité du recyclage d'urée que ce soit au niveau du rumen ou du l'intestin. Ainsi pour des conditions d'urémie élevée, l'énergie disponible dans le compartiment fermentaire favorise, si elle est excédentaire par rapport à l'azote disponible à ce niveau, un recyclage de l'urée circulante. Le système PDI (Vérité et al., 1987) permet la prise en compte des pertes ruminales d'azote en réduisant l'absorption d'ammoniac et en optimisant le recyclage d'urée. Ce principe nécessite la mise en place d'un équilibre des apports azotés et énergétiques aux micro-organismes en tenant compte de la capacité des ruminants à recycler l'urée, ceci afin d'optimiser l'utilisation des apports alimentaires d'azote fermentescible. Ainsi, un déficit des apports en protéines digestibles dans l'intestin quand l'azote fermentescible est limitant (PDIN) par rapport aux protéines digestibles dans l'intestin quand l'énergie fermentescible est limitante (PDIE), traduisant un déficit d'azote fermentescible par rapport à l'énergie peut être mis en place (jusqu'à 8 g par Unité Fourragère Lait (UFL) pour des vaches en production). En effet l'animal le tolère c'est à dire sans que l'ingestion, la production et le poids ne soient réellement affectés. De plus, un apport supplémentaire d'énergie aux micro-organismes du l'intestin conduit à une diminution des pertes azotées endogènes via l'urine et à une augmentation des pertes fécales endogènes (Giraldez et al., 1997).

Santra et Karim (2002) ont signalé une augmentation de la rétention de N, lors d'une augmentation de la proportion de concentrés dans l'alimentation de 0 à 85 % chez les taurillons et les agneaux, respectivement. Santra et Karim (2009) ont également rapporté les résultats similaires chez les ruminants.

Selon Haddad (2005), l'augmentation de la proportion de concentré dans le régime augmenté la digestibilité de N chez les moutons cela s'explique par la forte la disponibilité de l'énergie fermenticible ce qui va aider la microflore ruminale à mieux capturer N conduisant à sa digestibilité accrue et ainsi que son absorption.

Dans des études récentes, Venkateswarlu et al (2014), La paille de sorgho peut être incluse comme fourrage dans la préparation des rations complètes pour des agneaux males. Le niveau de paille de sorgho n'a pas pu affecté l'utilisation des éléments nutritifs citant la protéine qui a été augmentée à mesure que le taux de concentré augmentait dans la ration. L'équilibre n'a été affecté à mesure que le niveau de paille diminuait dans la ration ; il y a eu une augmentation de la consommation et de l'équilibre de N chez les agneaux.

## **1.2. Effet de la complémentation fermière sur les paramètres de reproduction**

### **1.2.1. Taux d'œstrus induit**

L'activité œstrale a été évaluée par une détection minutieuse des chaleurs par l'éleveur et le technicien vétérinaire. L'immobilisation de la brebis au chevauchement du bélier est caractéristique du comportement d'œstrus (Avdi et al., 1993). A l'observation du comportement oestral des brebis, il a été relvé que l'apparition des chaleurs a lieu entre 36 à 53h après le retrait des éponges. Les manifestations ont été discrètes :

- Légère congestion de la vulve à des degrés variables
- Agitation chez certaines des brebis
- Changement d'attitude pour d'autres en tournant la tête vers le bélier, se laissent approcher et flairer, et restent debout près du bélier et acceptent la monte.
- Seuls, le chevauchement de la femelle par le bélier et l'immobilité de la brebis ont été retenus comme critères fiables de l'œstrus.

Chez la brebis Ouled Djellal, les chaleurs durent le plus souvent un jour à 3 jours. Les brebis sont retirées au fur et à mesure de leur détection et sont séparés des males. Les œstrus sont réapparus 17 jours environs après l'œstrus induit par le traitement progestagène.

Les taux de fertilité, de prolificité et de fécondité des brebis Ouled Djellal soumises à la lutte de printemps, figurent dans le Tableau 22.

**Tableau 22** : Les performances de reproduction des 4 fermes étudiées

Paramètres de reproduction	Taux d'œstrus induit	Taux de Fertilité	Taux de Prolificité	Taux de Fécondité	Portée unique	Portée double
<b>Concentré 1</b>	62,79%	75%	206,60%	155%	33,33%	66.60%
<b>Concentré 2</b>	54,54%	65%	146,15%	95%	61,54%	38.46%
<b>Concentré 3</b>	54,16%	65%	130,70%	85%	69%	31%
<b>Concentré 4</b>	75%	50%	140%	70%	60%	40%

La comparaison des résultats selon le régime alimentaire suivi dans les exploitations étudiées a montré que les résultats de fertilité, prolificité et de productivité sont systématiquement plus élevés avec le concentré **C1**. Malgré que les rations distribuées aux brebis, que ce soit au cours de la période préparatoire à la mise à la lutte et en début de gestation, présentaient pour leur majorité des excès énergétiques et protéiques par rapport aux besoins recommandés, avec également des déséquilibres importants entre les composants protéiques (PDIE/PDIN) exprimés par le Rmic négatif. Il semblerait que cela n'a pas d'effet négatif sur les paramètres de reproduction contrairement au taux de synchronisation qui est plus important avec 75% dans la ferme Buchebak (ferme 4) ; où le concentré distribué semblait plutôt satisfaisant pas trop déficiataire en UF pour assurer un bon flushing (068 vs 0,81). Les taux relevés au 1<sup>er</sup> oestrus sont de **62,79 % et 54,54 % ; 54,16 % ; 75 %** pour respectivement les fermes 1, 2, 3 et 4.

En effet, en plus du fourrage grossier, les éleveurs ont apporté un soutien alimentaire à l'ensemble du troupeau visant à maintenir l'état des brebis et garantir la réussite de la lutte de printemps (un effet flushing). L'association fourrage grossier et complémentation (distribution entre 0,8 et 1,2 kilogramme de concentré par brebis et par jour) a permis une meilleure couverture des besoins durant la lutte.

La préparation alimentaire (flushing) au cours des semaines précédant la lutte est un facteur favorable à une bonne fertilité (Chafri et al.,2011) Cette préparation sera de préférence de type énergétique, plutôt que protéique, mais une supplémentation minéralo-vitaminique peut être aussi envisagée (Kendall, 2004). La continuation de l'élévation du niveau alimentaire après la saillie peut aussi influencer favorablement les performances des animaux, cette continuation du flushing se fait surtout sentir pendant les 10 jours qui suivent la saillie (Hassoun et Bocquer, 2007). Dans ce sens, plusieurs travaux de recherches ont montré également que l'alimentation

de la brebis au moment à la lutte est primordiale pour une productivité satisfaisante (Atti et Abdennabi, 1995 ; Thimonier, 2000 et Arbouche et al., 2013). Dans le même contexte Blache et al. (2006) ont constaté que la fertilité peut être augmentée de 50% si on apporte 400g de concentré par jour à des brebis sous alimentées, par contre un jeûne de 3 jours en cette période diminuera la fertilité de 10%. Il est alors indispensable de ne pas diminuer les apports alimentaires lors des premières semaines de lutte mais bien au contraire de veillez à ce que les brebis saillies soient alimentées en conséquence (Chafri et al.,2011).

Les résultats de prolificité, bien que légèrement supérieurs dans le **C1** (206,6%) par rapport aux autres fermes à **C2** (146,15%), **C3** (130,70%) et **C4** (140%). Toutefois, dans ces 3 dernières fermes, les taux de prolificité restent proches de ceux rapportés chez la brebis Ouled Djellal (Safsaf, 2014 ; Belkacem, 2019) ; ce qui, démontre que l'augmentation de la quantité du concentré a travers les 4 exploitations a eu un effet très significatif sur la prolificité.

L'alimentation après la saillie, influe sur la mortalité embryonnaire ; où la prolificité dans ce cas est plus touchée que la fertilité, dans la mesure où la mortalité embryonnaire serait plus importante chez les brebis à ovulation multiple (Artoisement et al. 1982). Nos résultats sont en désaccord avec ceux de Taherti et Kaidi (2018) qui ont signalé que la brebis Ouled Djellal n'est pas génétiquement reconnue comme prolifique (Lamrani et al., 2008). Selon ces auteurs, autres races sont rapportées plus prolifiques, En effet, Long et al. (1989), Abdulkhalig et al. (1989) et Boujenane et al. (2002) rapportent des taux de prolificité respectivement de 149%, 200% et 150% pour les races Columbia, D'Man et Suffolk. Cependant, la brebis Ouled Djellal a enregistré dans les lots **C1** et **C2** un taux de prolificité très élevée (**206,6 %et 146,15%**) ; cela pourrait s'expliquer par un effet favorable de la complémentation fermière sur chacun des critères de reproduction. En effet, nos observations font apparaitre une plus grande proportion de portées doubles et triples dépassant **30%** qui ont été enregistrés dans ces deux exploitations. Selon Taherti et Kaidi (2018) à l'inverse de la lutte automne, les brebis luttées au printemps bénéficient des conditions nutritionnelles requises pour revenir en œstrus et être saillies plus rapidement. Cet état de fait, confirme l'influence de la saison de lutte sur les résultats zootechniques dans d'autres milieux (Ben Salem et al.,2009). Il semble que le printemps est la saison la plus favorable à la conception des brebis Ouled Djellal ; c'est aussi pendant cette saison que la qualité de la semence des béliers Ouled Djellal semble meilleure (Taherti et al., 2014).

Oujagir et al. (2011) ont étudié l'influence du « flushing » sur le taux d'ovulations et la prolificité chez les brebis (limousine) synchronisées par des éponges vaginales et associées à 400 UI de PMSG. Ces auteurs ont eu un taux de prolificité proche à celui du lot C1 (182%)

supplémenté de 500gr de concentré, 1,5kg de foin et (160%) pour le lot témoin recevant et 200 gr de concentré et la même quantité de fourrage. Il est clair que le traitement hormonal associé au traitement zootechnique a fait passer le taux d'ovulation de 1,97 pour le lot témoin à 2,15 pour le lot supplémenté. Dans notre étude toutes les brebis ont été éloignées du bélier au moins pour un mois. Cette technique selon Kenyon et al., (2012) permet le groupage naturel des chaleurs et l'amélioration de la prolificité. Les brebis isolées du bélier pendant une durée d'un mois, ont réagi à l'introduction du bélier dans le troupeau par la manifestation de l'oestrus ; cela s'explique d'après Zarazaga et al (2012) par une augmentation rapide de la concentration plasmatique de LH, ainsi que par un pic préovulatoire de LH et l'ovulation survient en moyenne 35 à 40 heures après. Selon Taherti et al. (2016), l'effet bélier dans un groupe de femelles en périodes d'anoestrus cause une augmentation de la LH et induit l'activité sexuelle des femelles. En effet, la combinaison du traitement de progestagène à l'effet bélier a contribué à l'amélioration de la prolificité (Lindsay et al., 1982). Toutefois, le traitement progestatif seul est insuffisant pour provoquer l'apparition de l'oestrus chez la totalité des animaux traités pendant la période d'anoestrus. Selon Mamane (2010), l'injection par la voie intramusculaire de la gonadotrophine sérique de jument gravide « eCG » à la fin d'un traitement progestatif augmente le pourcentage des femelles en oestrus.

### **1.2.2. Relation état corporel au moment de la lutte et performances de reproduction**

La notation de l'état corporel est un outil fiable et simple d'utilisation pour évaluer les réserves énergétiques et adipeuses d'un animal. L'étude des variations de la note d'état corporel s'avère un excellent estimateur de la conduite nutritionnelle du troupeau et, bien plus encore, la perte d'état corporel en post-partum est le reflet du déficit énergétique associé à l'initiation de la lactation (Froment, 2007). La note d'état corporel (NEC) et son évolution dans le temps permettent d'estimer l'impact de la nutrition, des différentes pratiques d'élevage sur la santé, ainsi que la reproduction et la performance de la production laitière (Morgan-Davies et al., 2008). Elle est considérée comme un outil de choix pour les scientifiques et les éleveurs ; outre son faible coût et sa facilité de mise en œuvre, cette technique bien maîtrisée permet une estimation fiable de l'état d'engraissement (Morgan-Davies et al., 2008). Son interprétation est moins sujette à caution que celle de la pesée, rendue délicate par les variations de poids des réservoirs digestifs et utérins (Wolter, 1992).

En général les brebis maintenues en bonne condition durant l'année sont capables d'atteindre ou d'être près de leur potentiel de production (West, 1996). Dans les régions difficiles avec de longues périodes de sécheresse, l'apport alimentaire du pâturage peut être



déficient en énergie et en protéines. Ainsi, pour maintenir les animaux en condition de production durant ces périodes, il paraît nécessaire d'apporter un complément riche en nutriments manquants dans le pâturage disponible.

Dans notre étude, l'état corporel et les réserves corporelles des brebis a varié selon la nature du concentré donné dans les exploitations. L'interaction entre l'état corporel des brebis à la mise en lutte et les performances reproductives et de productivité dégagée dans cette étude, permet d'établir qu'au fur et à mesure que la NEC à la mise en lutte augmente, la fertilité, la prolificité et la productivité s'améliorent. Les brebis dont la NEC à la mise en lutte a été supérieure ou égale à 2,5 correspondants aux brebis du lot **C1** ont obtenu les meilleures performances ; tandis que celles dont la NEC a été inférieure à **2,5** correspondants à celle du lot **C3** et **C4**, ont été moins fertiles, moins prolifiques et moins productives.

Le faible poids vif de la brebis à la saillie est fréquemment lié à une malnutrition donc à un développement insuffisant de l'utérus (Aliyari et al. 2012). Une relation directe existe entre la fertilité et la prolificité d'un troupeau et l'état général des femelles avant la lutte (Scaramuzzi et al. 2006). Ainsi, Abdel-mageed (2009) a rapporté que la fertilité était supérieure à 90% tant que des brebis ont maintenu un poids vif moyen au dessus de 40 kg ; par contre, elle diminue rapidement si le poids devient inférieur à 40 kg et elle n'est plus que 50% à 30kg. Cette baisse serait probablement dûe à une mortalité embryonnaire précoce ; où l'état général post-œstral (après la saillie) influence fortement le taux de cette mortalité, qui est généralement estimé entre 20-40% chez les espèces domestiques peut être nettement plus élevé (Rhind et al., 1984). Chez les brebis Mérinos, 74% de pertes embryonnaires ont été reportées lorsque le poids vif moyen est de 25,6 kg contre 55 % chez les brebis de 40,3 kg. Le pourcentage de pertes embryonnaires détermine celui des brebis vides, qui lui évidemment détermine le taux de fertilité réel (brebis pleines) Artoisement et al. (1982). Dans le même contexte, Mansanet et al. (2012) ont conclu que, les brebis les plus lourdes ont non seulement un taux d'ovulation plus élevé, mais aussi un taux de perte embryonnaire plus faible malgré la proportion d'ovulations multiples. Selon les meme auteurs un arrêt du flushing par suppression d'apport de concentré augmentera le taux de mortalité embryonnaire ; cette dernière est d'autant plus marquée que le stress produit par la réduction de l'alimentation est plus fort.

En effet, dans cette étude, le taux de prolificité des brebis du C1 était de 206,6% (lutte de printemps) et C2 146% pour un état corporel moyen égal à 2,5. En revanche, dans le C3 et C4, le taux de prolificité était moindre, pour un état corporel inférieur à 2,5. Cela confirme les resultats de plusieurs recherches (Atti et al., 2001 ; Madani et al.,2009 ; Slavova et al., 2015 ; Belkacem, 2019) sur l'influence significative de la note d'état corporel au début de la lutte sur

la fertilité des brebis, une relation directe existe entre NEC et le taux d'ovulation (Scaramuzzi et al., 2006). )

**Tableau 23** : Etat physiologique des brebis en fonction de la note de l'état corporel :

Taille de Portée	Ferme				Total
	Amraoui (C1) NEC 2.40 ±0.38	Ben Rebai (C2) NEC 2.15± 0.54	Hidoussi (C3) NEC 2.28±0.64	Bouchebek (C4) NEC1.67±0.49	
Vide	6.3% (5)	8.8% (7)	8.8% (7)	12.5% (10)	36.3% (29)
Simple	6.3% (5)	10.0% (8)	<u>11.3% (9)</u>	7.5% (6)	35.0% (28)
Doublet et plus	<u>12.5% (10)</u>	6.3% (5)	5.0% (4)	5.0% (4)	28.7% (23)
Total	25.0% (20)	25.0% (20)	25.0% (20)	25.0% (20)	100.0% (80)
Valeur-P	0.278				

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $p < 0,05$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $p < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau.  $p > 0,05$

Etant donné que la NEC mesure l'importance du tissu adipeux sous cutané (Nicoll, 1981), les changements d'état corporel reflètent donc les variations de l'état des réserves corporelles. L'intérêt de ces dernières est connu, notamment chez les femelles reproductrices ; en effet, Kenyon et al. (2014), ont noté une relation positive entre les réserves corporelles des femelles à la lutte et les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité. Ce qui signifie que les brebis en bonne condition corporelle auront de meilleures performances reproductives que celles en faibles NEC. Ceci justifie les résultats médiocres des performances obtenus dans C3 et C 4 par rapport à ceux de C1 pendant cette saison de lutte.

L'effet de l'état corporel chez la brebis Ouled Djellal sur les performances de reproduction a été récemment étudié par Taherti et Kaidi (2018) dans la région de Chelf en comparant deux mode de conduite. La supériorité des résultats était à la faveur du lot recevant du concentré durant la lutte du printemps. Cette différence de résultats entre les deux modes, est expliquée à 85% ( $R^2=85$ ) par le choix du mode de conduite (rythme de reproduction et conduite alimentaire). En effet, en plus du pâturage, les éleveurs ont apporté un soutien alimentaire à l'ensemble du troupeau visant à maintenir l'état des brebis et garantir la réussite de la lutte de printemps (un effet flushing). L'association pâturage et complémentation (distribution entre 0,8 et 1,2 kilogramme d'orge par brebis et par jour) a permis une meilleure

couverture des besoins durant la lutte. L'analyse de la fertilité, de la prolificité et de la productivité des brebis selon leur mode conduite et en fonction des notes d'état corporel à la lutte, montre qu'à mesure que l'on passe d'un état à un autre (de  $2,2\pm 0,89$  à  $3,2\pm 1,00$ ) ces paramètres s'améliorent. Les auteurs ont constaté que les brebis ayant un bon état corporel, donc correctement alimentés, ont été plus productives que celles qui étaient plus maigres. En effet, dans cette étude, le taux de productivité des brebis du mode 2 (agnelages étalés sur l'année,) était de 73,03% (lutte de printemps) et 35,31% (lutte d'automne) pour un état corporel respectivement de  $2,2\pm 0,89$  et  $2\pm 0,86$ . En revanche, dans le mode 1 (un agnelage par an à lutte de printemps) le taux de productivité était de 105,03%, pour un état corporel de  $3,2\pm 1,00$ . Ces résultats de performances, rapportés à l'état corporel, sont similaires à ceux obtenus par Mebirouk et al. (2015) sur la même race dans la région d'El Tarf (Est Algérie). Divers auteurs (Thomson et Bahhady, 1988 ; Dedieu et al., 1989) ont signalé que la productivité des brebis luttées en automne dépend simultanément de leur âge et de leur poids : à âge égal, la productivité augmente avec le poids, En revanche, lorsqu'elle est maintenue dans un régime restrictif, le nombre de cycles est fortement réduit et de là sa productivité (Bodin et al., 1999), L'absence de mobilisation des réserves implique une bonne adéquation entre les besoins (stade physiologique) et l'offre alimentaire (ressources pastorales et complémentation importante). En effet, Dedieu et al. (1989) ont noté une relation positive entre les réserves corporelles des femelles à la lutte et les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité. Selon Hadeff (2018), le rythme saisonnier des agnelages observés dans les troupeaux enquêtés dans la région d'El-Tarf, semble être influencé donc par l'état corporel des femelles. Cet indicateur reflète le lien entre la disponibilité alimentaire des parcours pâturés et la conduite d'élevage ; où il a été conclu que, le flushing naturel lié à la poussée printanière de l'herbe semble être à l'origine du rétablissement rapide de l'activité sexuelle et d'un meilleur taux de fertilité et de fécondité durant les mois de Mai et Juin. L'amélioration naturelle de l'état corporel a minimisé, probablement, l'éventuel effet négatif de l'allongement de la durée du jour pendant cette période.

Nos résultats de performances rapportés à l'état corporel, sont similaires à ceux obtenus par Mebirouk et al (2015), sur la même race dans la région d'El Tarf (Algérie) mais sans signification statistique dans notre étude. Ces auteurs ont porté quelques indications, dont :

- Les brebis pleines avaient un état corporel significativement supérieur à celui des brebis vides ( $p < 0,05$ ) en période de lutte ;
- La note d'état corporel en période de lutte, des brebis qui ont eu une portée double était plus basse en comparaison avec celles qui ont eu une portée simple ( $p < 0,05$ ),

Il ressort de notre étude, que lorsque le niveau nutritionnel est amélioré, la brebis Ouled Djellal devient plus productive grâce à la production d'un nombre élevé de cycles sexuels. La note d'état corporel (NEC) s'est avérée utile comme outil de gestion pour évaluer subjectivement l'état nutritionnel des brebis, De cette façon, l'état corporel affecte directement l'activité hypothalamique et la sécrétion de GnRH, mais pas la sensibilité pituitaire au GnRH, et ces effets sur la performance reproductrice sont également liés par des changements dans les hormones ovariennes ou dans la sensibilité hypothalamo-pituitaire aux hormones ovariennes (Rhind, et al., 1989). L'effet de l'état corporel sur le taux d'ovulation des brebis a été largement rapporté (Gonzalez et al., 1997) ; ainsi, le score élevé d'état corporel a été associé à une augmentation de l'ovulation, en particulier dans les races méditerranéennes au début de la saison de reproduction (Forcada et al. 1992). La plupart des auteurs recommandent un BCS de 2,5 à 3,0 pour la reproduction naturelle ou artificielle (Husein et Ababneh, 2008 ; Contreras-Solis et al., 2009). En effet, dans une étude réalisée par Bru et al. (1995) sur des brebis Rasa Aragonesa inséminées, il a été relevé des taux de gestation au plus bas (32,7 %) chez celles ayant un BCS <2 ; alors que, les valeurs moyennes (48,3 %) sont obtenues avec un body score entre 2 et 3, et les valeurs plus élevées (58,8%) sur des BCS >3. L'importance du BCS dans la fertilité a également été rapportée dans la race espagnole Manchega (Montoro, 1995).

**Tableau 24 :** Analyse de dépendance entre Classe *NEC Pose des éponges* et diagnostic de gestation.

Classe NEC pose des éponges	Taille de portée			
	Vide	Simple	Double et plus	Total
<b>Maigre</b>	23,8% (19)	21,3% (17)	15,0% (12)	60,0% (48)
<b>Moyenne</b>	11,3% (9)	7,5% (6)	8,8% (7)	27,5% (22)
<b>Obèse</b>	1,3% (1)	6,3% (5)	5,0% (4)	12,5% (10)
<b>Total</b>	36,3% (29)	35,0% (28)	28,7% (23)	100,0% (80)
P-valeur d	0,413 <sup>NS</sup>			

**Tableau 25** : Analyse de dépendance entre Classe NEC 24 jours après saillie et taille de portée.

Classe NEC 48 h après retrait des éponges	Taille de portée			
	Vide	Simple	Double et plus	Total
<b>Maigre</b>	13,8% (11)	12,5% (10)	8,8% (7)	35,0% (28)
<b>Moyenne</b>	18,8% (15)	13,8% (11)	10,0% (8)	42,5% (34)
<b>Obèse</b>	3,8% (3)	8,8% (7)	10,0% (8)	22,5% (18)
<b>Total</b>	36,3% (29)	35,0% (28)	28,7% (23)	100,0% (80)
P-valeur d	0.319 <sup>NS</sup>			

NS : Association non significative ; significative à  $p < 0,05$ . La valeur entre ( ) représente l'effectif de la catégorie.

L'association entre la variable de ligne et la variable de colonne a été faite par le *test exact de Fisher* au lieu de test de Khi-deux d'indépendance (effectif théorique  $< 5$ )

### 1.2.3. Effet de la supplémentation fermière sur les paramètres biocimiques et hormonaux

#### 1.2.3.1. Progestéronémie

Les valeurs de la progestéronémie sont en relation avec le statut physiologique ; où elles sont plus élevées lors de la phase lutéale cyclique et lors d'un état gestatif suite au maintien du corps jaune. D'après Robinson (1988), certaines des brebis traitées aux éponges imprégnées de progestérone (500 mg) ont maintenu des concentrations physiologiques  $> 2$  ng/ml de progestérone plasmatique pendant 10 jours ; alors que, pour d'autres la concentration a diminué à 1 ng/ml. Après le retrait, la concentration a diminué rapidement et a atteint des niveaux basaux de  $< 0,2$  ng/ml le jour 4. Sudhir Chandra Reddy et al. (1989) ont estimé que chez des brebis Deccani, la concentration de progestérone plasmatique sanguine à l'oestrus était de  $0,31 \pm 0,06$  ng/ml et qui atteint un maximum de  $3,23 \pm 0,05$  ng/ml au cours du 14<sup>ème</sup> jour du cycle œstral pour diminuer ensuite à  $0,51 \pm 0,05$  ng/ml.

Dans notre étude, les brebis ouled Djellal ont présenté des valeurs inférieures au seuil 0,5 ng/ml au jour de l'insertion et le retrait de l'éponge ( $0,40 \pm 0,14$  et  $0,42 \pm 0,15$ ) ; alors qu'on a enregistré une moyenne beaucoup plus élevée au 24<sup>ème</sup> jour (J24) post- saillie ( $4,23 \pm 3,62$  ng/ml) avec une différence très significative entre les trois prélèvements.

### A. Régime alimentaire

Le tableau 26 présente les concentrations de progestérone sérique observées avant et pendant les protocoles de synchronisation de l'oestrus chez les brebis à l'aide d'éponges intravaginales. A l'insertion de l'éponge (J-16), la concentration de progestérone sérique était inférieure au seuil (0.5ng/l) chez toutes les brebis maintenues avec une complémentation fermière quelque soit la nature de cette dernière, meme constat lors du retrait de l'éponge (Pr2) cependant la difference est significative

Au prélèvement Pr3, les valeurs dépassent le seuil de 2.5ng/l dans les 4fermes témoignant ainsi la possibilité de la survenue d'une gestation (Thimonier, 2000).

**Tableau 26** : Variation de la **Progestéronémie (ng/ml)** en fonction du régime alimentaire

P4		Moyenne± <i>ecart-Type</i>			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Régime alimentaire	C1	0.34±0.12	0.36±0.11	4.93±3.22	> 2.5ng/l état gestatif (Thimonier, 2000)
	C2	0.45±0.13	0.50±0.18	3.92±0.07	
	C3	0.38±0.09	0.43±0.13	3.75±2.33	
	C4	0.44±0.19	0.38±0.13	4.31±4.32	
Valeur de <i>p</i>		0.059	0.009	0.748	

Nos résultats sont en désaccord avec ceux obtenus lors d'un protocole de synchronisation par l'aide d'éponges intravaginales par Ravindranatha (2014). Ainsi, avant l'insertion de l'éponge (Jour-0), la concentration de progestérone sérique était légèrement supérieure au niveau basal ( $2,07\pm 0,12$  ng/ml) chez les brebis entretenues avec une alimentation équilibrée, comparativement à  $1,97\pm 0,07$  ng/ml enregistré chez les brebis maintenues sous pâturage, mais sans différence significative entre les deux groupes ; contrairement à notre étude où la différence était statistiquement significative au jour de l'insertion et du retrait des éponges. Alors qu'au 10<sup>ème</sup> jour post-insertion du dispositif intravaginal (Jour de l'injection de l'eCG et de PGF2 $\alpha$ ), la concentration de progestérone sérique chez les brebis sous alimentation équilibrée est passée à  $5,21\pm 0,33$  ng/ml qui était légèrement supérieure à celle de  $4,99\pm 0,27$  ng/ml enregistrée chez les brebis maintenues sous pâturage sans toutefois présenter de différence statistiquement significative. Alors qu'au 12<sup>ème</sup> jour (jour du retrait des éponges), la progestéronémie était tombée à  $2,47\pm 0,2$  ng/ml chez les animaux recevant des aliments équilibrés.

## B. Le stade physiologique

Les valeurs de la progestéronémie relevées dans notre étude sont en étroite relation avec le statut physiologique. Elles sont plus élevées lors du 3ème prélèvement, correspondant au début de gestation avec des valeurs moyennes supérieures à 2,5ng/ml, confirmant ainsi l'état gestationnel. Ces résultats sont en concordance avec les travaux de Thimonier (2000) et Titi et al. (2008), pour lesquels une progestéronémie supérieure à 1ng/ml peut être un élément indicatif d'un état gestatif. Alors que, pour Ganaie and Shrivastava (2009) un niveau progestéronique  $>$  ou  $=$  à 1,75 ng/ml est considéré comme signe de gestation, s'il est maintenu élevé à j18 post-accouplement chez des brebis inséminées, pendant qu'il diminue chez celles n'ayant pu concevoir. Toutefois, nous remarquons que les valeurs les plus faibles sont celles exprimées durant les prélèvements 1 et 2 quelque soit l'état physiologique des brebis (vides et pleine) avec des concentrations de progestérone inférieure à 0,5ng/ml témoignant ainsi l'absence de toute activité cyclique et de la présence d'un anoestrus saisonnier, Thériault (2006) a affirmé qu'au cours du cycle sexuel normal de la brebis, la progestérone atteint des valeurs de 0,1 ng/ml et 0,2 ng/ml au jour 1, pour passer à un taux de 5,2 ng/ml pendant la phase lutéale du cycle.

**Tableau 27** : Variation de la progesteronémie (ng/ml) en fonction du stade physiologique

P4		Moyenne $\pm$ SEM		
		Pr1	Pr2	Pr3
Stade physiologique	Vide	0,43 $\pm$ 0,12	0,39 $\pm$ 0,10	1,44 $\pm$ 1,26
	Gestante	0,39 $\pm$ 0,15	0,43 $\pm$ 0,17	5,81 $\pm$ 3,58
Valeur <i>p</i>		0,000	0,000	0,000***

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau,  $P < 0,001$ . \*\* ; Différence très significative au niveau  $P < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $P < 0,05$  NS ; Différence non significative au niveau  $P > 0,05$ .

Nos résultats sont en accord avec ceux de Benyounes et al (2013b) qui ont rapporté l'existence de variations saisonnières spontanées des activités ovulatoires et œstrales chez la brebis Ouled Djellal, avec un anoestrus léger en automne, moins marqué que chez d'autres races. D'autre part Taherti et al. (2016) ont montré que l'activité sexuelle de la brebis Ouled Djellal est continue durant toute l'année, avec des proportions variables d'une saison à une autre. Il a été noté une diminution en automne et une augmentation en printemps/ été : 8 sur 10 brebis présentaient un comportement d'œstrus en juillet (valeur maximale) et 4 sur 10 (valeur minimale) de décembre à février. Dans le même contexte, l'étude de Zidane et Ababou (2017) lors de dosages des différentes hormones durant l'automne et le printemps chez la brebis Ouled Djellal, ont montré l'absence de différences significatives entre les concentrations de

l'ensemble des hormones (P4, E2, LH et FSH) étudiées pendant ces deux saisons. Une activité folliculaire ovarienne de la brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef est donc présente aussi pendant l'automne, saison de moindre activité sexuelle (anoestrus léger), ce qui les a menés à confirmer le profil dessaisonné de cette race.

### C. La taille de la portée

Le tableau 28 fait apparaître que, les taux de progestérone circulante varient proportionnellement avec la taille de la portée ( $R^2 = 0,24$ ). Ainsi, celles ayant porté des doubles ont présenté les progestéronémies les plus élevées comparativement à celles ayant porté des singles ; ce qui est en concordance avec les observations de Ranilla et al. (1997), Manalu and Sumaryadi (1998), Kalkan et al. (1996) cités par El Amiri et al. (2003), Benyounes et al. (2006), Safsaf et al. (2014) et Belkacem et al. (2018).

**Tableau 28** : Régression linéaire entre les paramètres métaboliques et le nombre de fœtus

Model	Coefficients non normalisés		Coefficients normalisés	t	Sig.	95.0% intervalle de confiance pour B	
	B	Erreur Std.	Beta			Limite min	Limite max
(Constant)	1,219	0,415		2,935	0,004	0,399	2,040
P4 ng /ml	0,107	0,018	0,423	6,031	0,0001***	0,072	0,141
Globuline	-0,024	0,009	-0,191	-2,710	0,007	-0,041	-0,006
TG mmol/l	1,916	0,833	0,162	2,301	0,023	0,271	3,560
Model Summary: F = 16,429; df = 3; P = 0,0001; $R^2 = 0.240$							

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $P < 0,05$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $P < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $P < 0,001$ . NS ; Différence non significative au niveau  $P > 0,05$ .

Au jour de l'insertion des éponges et du retrait, la différence était non significative entre les trois classes de brebis (vides, portée unique et portée double), cependant à j 24 post saillie une hausse importante est remarquée des concentrations de la **P4** chez les brebis à portée unique et celles à portée double avec une supériorité pour ces dernières, Nos resultats sont en contradiction avec ceux de, Mukasa-Mugerwa et Viviani (1992) ; Manalu et Sumaryadi (1998); Kaskous et al. (2001) respectivement, ne trouvent aucune différence significative chez les brebis Menz, Javanese à queue fine et Awassi durant les trois premières semaines post-insémination entre les brebis portant un ou deux fœtus et les brebis vides.

Notre constatation est en accord avec les trouvailles de Belkacem et al. (2018) pour qui, les concentrations sériques en progestérone (P4) et œstradiol 17- $\beta$  (E2) augmentent avec l'avancement de la gestation et la taille des portées dans les deux régions d'étude (aride et semi



–aride) avec des taux plus élevés en fin de gestation chez les brebis à portées doubles en zone aride.

### 1.2.3.2. Beta-hydroxy butyrate BHB

Le  $\beta$ -hydroxy-butyrate ( $\beta$ HBA) est le corps cétonique prédominant dans la circulation sanguine, bien que sa concentration soit très bien corrélée à celle de l'acéto-acétate ; alors que, ce dernier est instable dans les échantillons de sang prélevés, ainsi que dans les tissus et se décompose en acétone et dioxyde de carbone. Le  $\beta$ HBA c'est le plus stable des corps cétoniques ; il représente environ 85% de la quantité totale de corps cétoniques chez les brebis avec toxémie de gestation, les 15% restants sont distribués entre l'acétone et l'acétoacétate (Dhanotiya, 2004). Etant donné que, l'utilisation de certains indicateurs biochimiques, comme marqueurs de l'état physiologique, nutritionnel, métabolique et clinique, est essentielle à la gestion de la santé et du bien-être de l'animal (Marutsova, 2015) ; la concentration en  $\beta$  hydroxy-butyrate, et celle de tous les corps cétoniques, varie le plus au cours de la journée avec un pic après les repas (Duffield, 2000),

La concentration de  $\beta$ HBA de sang constitue le paramètre primaire pour la détection de la toxémie de gestation et/ou de la cétose chez les brebis et les grands ruminants (Kaneko et al., 2008). La cétose subclinique chez les brebis, sans signes cliniques spécifiques de la maladie, pourrait être détectée seulement par le test de concentration de  $\beta$ HBA du sang (Duehlmeier et al, 2011). Le diagnostic de cette cétose subclinique chez les moutons fût l'objet de discussion, où quatre concentrations seuils de BHBA dans le sang ont été principalement proposées ; ainsi on a :

- au-dessus de 0,5 mmol/l (Feijó et al. 2015),
- au-dessus de 0,7 mmol/l (Moghaddam and Hassanpour, 2008,)
- au-dessus de 1,0 mmol/l (Smith, 1996)
- de 0,8 à 1,6 mmol/l (Ford et al., 1990 ; Andrews, 1997 ; Lacetera et al., 2002 ; Balikci et al., 2009 ; Anoushepour et al., 2014),

Dans le même contexte, des niveaux seuils de  $\beta$ HBA dans le sang ont été rapportés en association avec la cétose clinique et qui sont :

- >1,6 mmol/l (Andrews, 1997 ; Lacetera et al., 2002) ;
- >3,0 mmol/l (Balikci et al., 2009) ;
- 7 mmol/l (Ford et al., 1990 ; Henze et al., 1998),

Dans l'expérience de Marutsova (2015), des taux de  $\beta$ HBA de 0,8 à 1,6 mmol/l et au-dessus de 1,6 mmol/l ont été fixés comme seuil pour la cétose subclinique et clinique respectivement, Certains chercheurs acceptent des concentrations  $>$  de 0,7 mmol/l (Moghaddam et Hassanpour, 2008), pour d'autres des valeurs au-dessus de 1,0 mmol/l (Smith, 1996) sont prises comme seuils pour la cétose subclinique, et des valeurs  $>$  3,0 mmol/l (Balikci et al., 2009) et entre 5 à 7 mmol/l ( Henze et al., 1998) sont des indicatrices d'une cétose clinique chez les moutons, Les valeurs que nous avons sélectionnées comme valeurs seuils sont en accord avec les données rapportées par Andrews (1997), Lacetera et al. (2002), Balikci et al. (2009) et Anoushepour et al. (2014) ; où des valeurs de 0,8 à 1,6 mmol/l sont prises comme indication d'une cétose subclinique. Alors que, la valeur seuil  $>$ 1,6 mmol/l choisie pour la cétose clinique est comparable aux concentrations de  $\beta$ HBA décrites par Andrews (1997) et Lacetera et al. (2002). Dans notre travail, ce paramètre a été étudié en fonction des facteurs de variations liés au régime alimentaire, la note d'état corporel, l'état physiologique et la taille de la portée.

#### A. Le régime alimentaire

Durant l'étude, les données des deux mesures de BHB visaient à déterminer si des différences existaient entre les 4 régimes ; mais également à vérifier l'existence éventuelle d'anomalies métaboliques chez les brebis (Oetzel, 2010). Les taux obtenus n'étaient pas très loin de la normale recherchée durant le 1<sup>er</sup> prélèvement dans les 4 lots ; en effet, pour les niveaux de BHB, on recherche habituellement un taux de moins de 0,8 mmol/l (Panousis et al., 2012).

Au moment de l'insertion de l'éponge, le BHB relevé sur la totalité des brebis a révélé, une valeur moyenne de 0,61 mmol L<sup>-1</sup> pour les brebis vides et gestantes. Selon Russel (1984), des concentrations de BHB inférieures à 0,8 mmol L<sup>-1</sup> constituent un niveau adéquat d'alimentation, mais les concentrations supérieures à 1,0 mmol.L<sup>-1</sup> sont jugées élevées et indiquent une mobilisation des graisses (Lacetera et al., 2002, Morgante, 2004 ; Balikci et al., 2009). Des valeurs se situant entre 0,8 à 3,0 mmol de BHB/l sont généralement associées à des cas de cétose subclinique ; alors que, des taux supérieurs à 3 mmol/l reflètent des cas de cétose (Panousis et al., 2012 ; Doré, 2013). Quand les besoins des animaux sont supérieurs à ceux fournis par la ration surtout en ce qui concerne l'énergie, les animaux utiliseront leurs réserves corporelles pour compenser le déficit ; situation exprimant chez l'animal un état de *balance énergétique négative*" (Scaramuzzi et al., 2006). Toutefois, les animaux adaptés à une faible disponibilité de l'énergie digestible dans leur ration possèdent une capacité considérable leur permettant de modifier leurs exigences énergétiques (Blanc et al., 2004) ; et ce, du fait que

l'effet de la prise de nourriture sur le niveau de glucose chez les ruminants est négligeable à cause de la fermentation qui a lieu dans le rumen. Bien que, la néoglucogenèse chez les ruminants diminue lors de sous-nutrition à cause de la réduction du taux d'entrée de propionate ; il peut y avoir un effet compensatoire associant d'autres précurseurs (glycérol, acides aminés) (Sosa et al., 2009).

Lors des premiers prélèvements sanguins réalisés le jour de la pose d'éponge (correspondant au j -16), les brebis ayant reçu le concentré 3 (**C3**) ont présenté des taux supérieurs à 0,8 mmol/l, allant de 0,9 à 1,8 mmol/l, de même que pour deux brebis du lot ayant reçu le concentré 4 (**C4**). La moyenne de BHB la plus élevée est enregistrée au jour de pose des éponges chez les brebis recevant la concentré **C3** et ( $1,21 \pm 0,44$  mmol/l). Ces brebis correspondent à des femelles ayant une note d'état corporel inférieure à 2,5 et recevant de l'orge dans leurs rations, céréale qualifiée comme *hyper-énergétique* et pouvant induire une hausse du BHB. Néanmoins chez ces dernières, ces taux n'ont pas été accompagnés de signes cliniques et sont revenues rapidement à la normale dans le prélèvement effectué à *j24 après saillie* ; ceci résulte probablement de la diminution progressive de la quantité ingérée du concentré et à la mise à l'herbe.

**Tableau 29** : Variation du  $\beta$ HBA (mmol/L) en fonction de la note d'état corporel

BHB		Moyenne $\pm$ Ecart Type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
NEC	Maigre	0,59 $\pm$ 0,36		0,36 $\pm$ 0,13	<0,8 mmol/l valeur physiologique Russel(1984), 0,8 à 1,6 mmol/l cétose sub clinique >1,6 mmol/l cétose clinique. Marutsova(2015)
	Moyenne	0,71 $\pm$ 0,51		0,38 $\pm$ 0,17	
	Obese	0,54 $\pm$ 0,44		0,32 $\pm$ 0,13	
Valeur <i>p</i>		0,406		0,318	

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $p < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $p < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ , NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

Les valeurs du BHB élevées lors du jour de la pose d'éponge ont été enregistrées en fin d'hiver ; cela peut être expliquée par le froid, lequel bien qu'il provoque une augmentation de l'ingestion, il augmente beaucoup les dépenses énergétiques de la brebis et accélère le processus de déficit d'énergie (Jean-Blain, 2002). Ce phénomène a deux explications principales : durant le mauvais temps, les brebis cherchent à s'abriter et passent moins de temps à paître ; sachant que, les cellules musculaires utilisent les corps cétoniques comme carburant, et la diminution de leur consommation alimentaire et la baisse d'exercice entraînent une augmentation de la concentration plasmatique des corps cétoniques. D'autre part, les fourrages distribués en hiver sont dans la majorité des cas de mauvaise qualité (Jean-Blain, 2002).

Si Oddy (1978) a constaté un état d'acidose systématique chez des brebis ayant reçu une ration contenant 85p100 (85%) de blé ; ce qui ne s'accorde avec nos observations dans les fermes C1 et C2. Dans ces dernières, nous n'avons relevé aucun état de trouble métabolique, malgré une proportion élevée de blé dans les rations distribuées à leur niveau ; ce qui met en doute, le seuil 0,8 mmol L<sup>-1</sup> retenu en littérature comme étant une valeur critique (Panousis et al., 2012). Il apparaît que les variations alimentaires jouent un rôle prépondérant sur l'état métabolique énergétique des animaux. Ainsi, pour les éleveurs, la meilleure recommandation serait la « constance », soit une constance de la ration servie et des ajustements progressifs afin de limiter les déséquilibres alimentaires et hausser la fréquence d'acidose métabolique. Bowden (1971) a suggéré que le niveau de corps cétonique dans le sang des ruminants peut être considéré comme un bon indicateur de l'état énergétique, De plus, Bickhardt et König (1985) ont constaté que l'augmentation de la concentration plasmatique de BHB est un indicateur sensible de l'altération complexe du métabolisme du glucose et des lipides dans la cétose des moutons. Au 24<sup>ème</sup> jour (j24) post-saillie, les valeurs du BHB ont baissé par rapport à ceux du 1<sup>er</sup> prélèvement, avec une moyenne de 0,36 mmol L<sup>-1</sup> ; cette diminution pourrait avoir comme explication la mise à l'herbe (Gallouin et Focant.1980).

### **B. L'état physiologique**

Dans notre étude, l'état physiologique n'a pas eu d'effet significatif sur les valeurs enregistrées du BHB ; en effet, les valeurs enregistrées au 3<sup>ème</sup> prélèvement (**P3**) *n'ont* révélé aucune différence entre les brebis vides et les brebis gestantes ; malgré que, pour les données de la littérature, le taux BHB varie avec l'état physiologique des femelles. Ainsi, Bell et al (1989) ont déterminé des niveaux de béta-hydroxybutyrate de 0,4 mmol/l avant le 120<sup>ème</sup> jour de gestation, 0,5 mmol/l au 120<sup>ème</sup> jour de gestation et 0,7 mmol/l au 135<sup>ème</sup> jour de gestation. Alors qu'Everts (1990) a observé un niveau plus bas de béta-hydroxybutyrate chez une brebis non gestante (0,18 mmol/l) et un niveau plus élevé chez une brebis souffrant d'acétonémie avec 8,81 mmol/l. Il a également rapporté que les brebis souffrant d'acétonémie avaient des niveaux élevés plasmatiques de  $\beta$ -hydroxybutyrate ; et qu'un apport énergétique élevé en milieu de gestation n'augmentait pas son niveau.

Dans les travaux d'Ozpinar et Firat (2003), les niveaux enregistrés de  $\beta$ -hydroxybutyrate avaient augmenté pendant la gestation et sont semblables à ceux de Henze et al. (1998) et étaient insignifiquement plus élevés dans la lactation ; et qu'il n'y avait pas de différence significative entre les périodes, sachant que les niveaux se trouvaient dans la fourchette normale.

### C. Taille de la portée

Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez les brebis à portée unique, que ce soit au moment de la pose des éponges ou au 24<sup>ème</sup> jour post-saillie avec  $0,70 \pm 0,46$  mmol/l et  $0,40 \pm 0,18$  mmol/l respectivement. Toutefois, nos résultats sont en contradiction avec les valeurs rapportées dans la littérature stipulant que les valeurs de BHB les plus élevées sont retrouvées surtout chez des brebis à portée gémellaire surtout en période péri-partum ; où Ford et al (1990) ont signalé un niveau de 0,8 à 2,2 mmol /l 3- hydroxybutyrate chez les brebis gestantes avec des jumeaux. 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 soient inférieures à celles des brebis portant un seul fœtus. Cette hypoglycémie est associée à une augmentation des teneurs plasmatiques en BHB ( $\beta$ -hydroxy-butyrate) 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).

**Tableau 30 :** Variation du BHB en fonction de la taille de la portée.

BHB (mmol/l)		Moyenne $\pm$ <i>ecart type</i>		
		Pr1		Pr3
Taille de la portée	Simple	0,70 $\pm$ 0.46		0,40 $\pm$ 0.18
	Double	0,50 $\pm$ 0.34		0,32 $\pm$ .12
Valeur <i>p</i>		0.167		

#### 1.2.3.3. Cholestérolémie

Le cholestérol, stérol le plus abondant dans les tissus des animaux, est le précurseur des hormones sexuelles telles que la testostérone, des acides biliaires et de la vitamine D3. C'est un composant essentiel des membranes cellulaires dans lesquelles il joue un rôle important sur la fluidité, la stabilité et la perméabilité. Un quart environ du cholestérol de l'organisme provient de l'alimentation et trois quarts sont synthétisés par le foie (partir de l'acétyl CoA), l'intestin, les glandes corticosurrénales, les testicules, les ovaires, la peau et le système nerveux (Meziane, 2001), puis il est excrété dans la bile en l'état ou après transformation en acides biliaires (Marshall et Bangert, 2005). En dépit des fluctuations de la Cholestérolémie au cours de notre étude, les moyennes enregistrées dans les 4lots demeurent incluse dans les intervalles décrit dans la littérature (1.34-1.96 Dubreuil et al., 2005 ; 1,05-1,50 Radostits et al., 2006 ; 1.0–2.6 Aitken, 2007 ; 1.35- 1.97 Kaneko et al., 2008).

### A. Le régime alimentaire

L'analyse statistique a révélé une différence significative dans les concentrations sériques du cholestérol entre les 4 régimes distribués au cours des trois prélèvements effectués dans de notre étude. Chez les ruminants, les taux de cholestérol sérique sont modifiés par différents facteurs, par exemple, la composition de la ration alimentaire, l'âge, le sexe, la race, la saison, la gestation, la lactation et les maladies du foie et des voies biliaires (Ozpinar et al., 1995). Cependant, l'effet de l'apport alimentaire sur la cholestérolémie est variable selon les auteurs. Ainsi, Hafez (2009) a rapporté l'absence d'effet significatif des niveaux d'énergie alimentaire chez les agneaux Rahmani (8 à 9 mois âge de puberté) sur le cholestérol. Alors que, pour Kronfeld et al. (1982), la concentration sérique en cholestérol est considérée comme l'indicateur des variations alimentaires le plus fiable, et indiquent qu'elle est de façon négative hautement corrélée aux divers apports alimentaires (énergie nette, protéines brutes, Ca, P), laquelle augmente quand l'apport énergétique diminue. Cependant, Ruegg et al. (1992) constatent que la cholestérolémie est inversement corrélée à la perte d'état *post partum* : plus le déficit énergétique est important, plus la cholestérolémie est faible (Caldeira et Portugal, 1991). Les teneurs plasmatiques en cholestérol augmentent, lorsque la ration est riche en matières grasses protégées (Beam et Butler, 1999). Ainsi, selon Selvaraju et al. (2012), le taux de cholestérol était significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevé dans le groupe ayant reçu une énergie optimale que dans celui à faible énergie ; malgré que, le niveau de cholestérol dans le groupe à haute énergie n'a pas différencié sensiblement avec l'énergie optimale et les groupes à faible énergie. Cela pourrait suggérer l'influence de l'énergie sur la biosynthèse et la production des stéroïdes. Chose qui a été confirmée dans une étude ayant démontré une association positive entre les concentrations de cholestérol et l'expression de l'œstrus à la première ovulation, l'intervalle allant du vêlage à la conception et la probabilité de conception et de gestation chez la vache laitière (Zurek et al., 1995).

**Tableau 31** : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction du régime alimentaire

Cholestérolémie	Moyenne $\pm$ écart type				Valeur de <i>p</i>
	C1	C2	C3	C4	
P1	1,83 $\pm$ 0,47a	1,39 $\pm$ 0,26b	1,84 $\pm$ 0,44b	1,23 $\pm$ 0,22b	0.000
P2	1,88 $\pm$ 0,43a	1,53 $\pm$ 0,22b	1,65 $\pm$ 0,29ab	1,36 $\pm$ 0,16c	0.000
P3	1,79 $\pm$ 0,44a	1,46 $\pm$ 0,25b	1,56 $\pm$ 0,32a,b	1,19 $\pm$ 0,18c	0.000

Ref : 1,19  $\pm$  0,23 (Haddad, 1981) ; 1,34-1,96 (Dubreuil et al., 2005) ; 1,05-1,50 Radostits et al., 2006 ; 1,0-2,6 (Aitken, 2007) ; 1,35- 1,97 (1,66 $\pm$  0,31) (Kaneko et al., 2008)

## B. L'état corporel

Nos resultats sont en accord avec ceux de Caldeira et Portugal, 1991, qui ont constaté que la cholestérolémie augmente avec la note d'état corporel et demeurent dans l'intervalle des références.

D'après le tableau 32, les teneurs plasmatiques en cholestérol sont corrélées positivement avec la note d'état corporel ; en effet les valeurs les plus élevées sont enregistrées chez les brebis obèses durant le 3ème prélèvement correspondant à l'incidence de la gestation ; ce qui expliquerait l'augmentation du taux du cholestérol- principal précurseur de la progestérone hormone responsable de la maintenance de la gestation.

**Tableau 32 :** Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction de la note d'état corporel

Cholesterolémie		Moyenne $\pm$ <i>ecart type</i>			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
NEC	Maigre	1,50 $\pm$ 0,42	1,51 $\pm$ 0,26	1,23 $\pm$ 0,18	1,19 $\pm$ 0,23 Haddad, (1981) 1,34-1,96 Dubreuil et al. (2005) 1,05-1,50 Radostits et al. (2006) 1,0-2,6 Aitken (2007) 1,35- 1,97 (1.66 $\pm$ 0.31) Kaneko et al. (2008)
	Moyenne	1,62 $\pm$ 0,48	1,69 $\pm$ 0,33	1,51 $\pm$ 0,34	
	Obese	1,80 $\pm$ 0,49	1,87 $\pm$ 0,55	1,73 $\pm$ 0,45	
Valeur <i>p</i>		0,135	0,004	0,000	

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $P < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $< 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

## C. Le stade physiologique

D'après le tableau 33, les teneurs plasmatiques en cholestérol sont situées dans les normes physiologiques de référence rapportées par Mollereau et al. (1995) et Dubreuil et al. (2005). Elles sont également comparables aux valeurs enregistrées par Bouzenzana, (2015) (0,43-0,79 g/l) chez la race Ouled Djellal ; par Degnouche (2011) (0,45 - 0,67g/l) chez la même race dans la region de Biskra.

Nos valeurs demeurent proches à celles rapportées par Antunović et al. (2004) (0,5 - 0,61g/l), Piccione et al. (2009) (0,54 - 0,71g/l) et Soliman (2014) (0,53 - 0,76g/l) chez d'autres races. Par ailleurs, Titaouine (2015) a mentionné des valeurs nettement inférieures aux nôtres (0,36 - 0,50g/l) .

Nos resultats sont en accord avec ceux de Deghnouche et al. (2011) qui ont rapporté que les brebis gestantes et allaitantes ont des cholestérolémies plus élevées que les brebis vides ; résultats en concordance avec ceux de Hamadeh et al. (1996) et Al-Dewachi (1999), qui ont souligné des cholestérolémies élevées chez les brebis gestantes par rapport aux brebis vides.

**Tableau 33** : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction du stade physiologique

Cholestérolémie		Stade physiologique	
		Vides	Gestante
Prelevement	P1	1,51±0,45	1,61±0,45
	P2	1,54±0,31	1,64±0,36
	P3	1,45±0,42	1,53±0,35
Valeur de <i>p</i>		0,677	0,347
		0,083	

**g/l= mmol/l x 0.38**

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $P < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $< 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

Dans le même contexte Kolb et al. (1993) n'ont pas pu déterminer une variation significative dans les concentrations sériques de ce métabolite chez les brebis dans les deux périodes avant et pendant la gestation. La différence significative dans les concentrations sériques du cholestérol n'a été décrite entre les brebis gestantes et vides que par Ozpinar et Firat (2003) et Tanaka et al. (2008) ; et dans la race OD par Safsaf (2014) avec des différences significatives ( $p < 0,05$ ), lors de comparaison entre brebis vides et gestantes, et brebis multipares et primipares. Cela pourrait trouver son explication, dans la mesure où l'augmentation de la cholestérolémie pendant la gestation est importante pour la fonction lutéale chez les ruminants. Les valeurs croissantes du cholestérol dans le sérum conduisent à l'augmentation des concentrations de la progestérone au cours de la phase lutéale (Talavera et al., 1985 ; Ozpinar et al., 1995).

#### **D. La taille de la portée**

Malgré l'absence d'une signification statistique dans notre étude, les brebis gestantes à portée double, ont montré des cholestérolémies supérieures avec  $1,66 \pm 0,41$  mmol/l comparativement de portée single avec  $1,56 \pm 0,48$  mmol/l. Nos résultats sont en accord avec ceux de Boudebza et al. (2016) ; pareillement à cela, Hamadeh et al. (1996), Balkici et al. (2007) et Bashandy et al. (2010) ont noté que les brebis qui avaient des portées doubles ont présenté des cholestérolémies plus élevées que celles qui avaient des portées simples. D'ailleurs, le profil lipidique était augmenté chez les femelles à portée double (Bashandy et al., 2010). Les profils cholestérolémiques rapportés par Boudebza (2015) ont été plus élevés chez les brebis à portée double comparées celles de portée single avec  $0,62 \pm 0,10$  vs  $0,57 \pm 0,12$  g/l. De sa part, Bouzenzana (2015) n'a signalé aucun effet significatif du nombre de foetus sur les taux sériques du cholestérol malgré les taux plus bas chez les brebis à portée double. Le même constat, a été rapporté par Haffaf (2017) qui n'a observé de signification statistique de la taille portée sur ce



paramètre avec des taux légèrement plus faibles chez les brebis à gestation gémellaire en saison chaude et humide. Cependant, pour d'autres auteurs (Balikci et al., 2007 ; Raofi et al., 2013, 2015 ; Lotfollahzadeh et al., 2016), des cholestérolémies significativement plus élevées ont été enregistrées chez les brebis portant deux foetus en comparaison avec celles à portée unique.

**Tableau 34** : Variation de la cholestérolémie (mmol/l) en fonction de la taille de la portée

Cholestérolémie		Moyenne ± Ecart Type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Taille de la portée	Vides	1.51±0.45	1.54±0.31	1.45±0.42	1,19 ± 0,23 Haddad, (1981) 1.34-1.96 Dubreuil et al.( 2005) 1,05-1,50 Radostits et al.(2006) 1.0–2.6 Aitken, (2007) 1.35- 1.97 (1.66± 0.31) Kaneko et al.( 2008)
	Portée unique	1.56±0.48	1.55±0.30	1.47±0.33	
	Portée double	1.66±0.41	1.75±0.41	1.61±.36	
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $P < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $< 0,01$ ,

\* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

#### 1.2.3.4. La triglycéridémie

Les triglycérides ou plus exactement les triacylglycérols sont des lipides de réserves. Ils sont apportés par l'alimentation ou sont produits dans les hépatocytes et sont constitués d'une molécule de glycérol sur laquelle trois acides gras sont estérifiés (Blavy, 2010). Ces derniers sont obtenus par hydrolyse et qui sont utilisés par les muscles lors de l'effort modéré. Ce métabolite est sensible au changement climatique, triglycéridémie diminue au profit des AGNE et cela sous l'effet du froid ; alors qu'un exercice intense peut entraîner une augmentation de la concentration sérique des TG (Cornus, 2010). Ainsi, les facteurs de variation de la triglycéridémie étudiés dans notre étude ont porté sur :

##### A. Le régime alimentaire

Les valeurs obtenues au cours de l'expérimentation chez toutes les catégories sont presque toutes situées à la limite inférieure de normes physiologiques rapportées dans la littérature. Aucune différence significative n'a été constatée entre les valeurs obtenues avec les 4 concentrés, malgré la différence de l'énergie fournie par ces derniers. Les triglycéridémies sont très proches à celles obtenues par Méziane (2001), sur des brebis OD recevant de la paille comme ration principale et sont de loin très inférieures à celles rapportées par Dubreuil et al. (2005). Dans leur majorité, elles sont supérieures à celles rapportées par Caldeira et al. (2007a,b) sur des brebis vides et non en lactation soumises à un régime leur permettant une augmentation de leur NEC, et sont très proches de celles ayant une NEC stable.

D'après, Mosaad et Derar, (2009) la triglycéridémie serait influencée par le niveau énergétique de la ration ; qui lors de faible taux énergétique, elle tend à la diminution. Ainsi, des valeurs triglycéridémiques basses ont été signalées chez des chèvres vivant dans de mauvaises conditions alimentaires ( $15 \pm 0,17$  mg/100 ml), comparativement à d'autres vivant dans des conditions alimentaires jugées plus ou moins bonnes ( $56 \pm 0,36$  mg/100 ml) (Bennis et al., 1994)

**Tableau 35 :** Variation de triglycéridémie (mmol /l) en fonction du régime alimentaire

Triglycéridémie		Moyenne± ecart type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Régime alimentaire	C1	0,21±0.06	0,23±0.08	0,27±0.05	0,41 ±0,25 Rico et al. (1978)
	C2	0,24±0.08	0,20±0.05	0,17±.0.05	0.14-0.44 Mollereau et al. ( 1995)
	C3	0,23±0.09	0,21±0.08	0,23 ±0.05	0,24 ± 0,09 Meziane (2001)
	C4	0,20±0.06	0,26±0.09	0,18±0.05	0.57± 0.21 Dubreuil et al. ( 2005)
Valeur de <i>p</i>		NS	NS	0.000	

g/l = mmol\*0.87

Quant aux variations quotidiennes de métabolite plasmatique ; elles sont en relation avec le régime alimentaire (plus stable en régime énergétique bas et élevé que lors d'un régime équilibré), également élevé lors de sous-nutrition ou de sur-nutrition (Caldeira et al., 2007) et lors de restriction hydrique (Antunović et al., 2011a).

### B. L'état corporel

Les valeurs obtenues sont presque identiques à celles obtenues par Méziane (2001), et nous n'avons relevé aucune différence significative aux différents moments de prélèvement ; toutefois, les brebis obèses ont présenté les triglycéridémies les plus élevées. Selon Caldeira et al., (2007b) la triglycéridémie est plus élevée lors de note corporelle < 1,50 et >4,00, que sur des animaux avec des notes de 2,00 et 3,00. Elle garde des valeurs plus ou moins stables sur des animaux avec un état corporel stabilisé et en déclin que sur un état corporel allant vers l'accroissement (Caldeira and Portugal, 1991).

**Tableau 36** : Variation de la triglycéridémie (mmol/l) en fonction de la note d'état corporel

Triglycéridémie		Moyenne± ecart type ( $\mu \pm \sigma$ )			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
NEC	Maigre	0,21±0.07	0,23±0.07	0,21±0.06	0,41 ±0,25 Rico et al.(1978) 0.14-0.44 Mollereau et al. (1995) 0,24 ± 0,09 Meziane (2001) 0.57± 0.21 Dubreuil et al. (2005)
	Moyenne	0,22±0.06	0,21±0.08	0,20±0.06	
	Obese	0,25±0.09	0,25±0.10	0,23±0.07	
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

$g/l = mmol * 0.87$

### C. Le stade physiologique

Les résultats obtenus (voir tableau 37) dans cette étude sont situés dans les limites inférieures des valeurs références et dans la fourchette recommandée par Mollereau et al. (1995) et sont très proches des valeurs obtenues par Titaouine (2015) (0,22 - 0,25 g/l) chez la brebis de la race Ouled Djellal. Cependant, ces valeurs sont inférieures aux valeurs décrites par Ndoutamia et Ganda (2005) dans la race peulh et Karapehlivan et al. (2007) dans la race Tuj avec  $0,50 \pm 0,19$  (g/l) et  $0,85 \pm 0,01$  (g/l) respectivement. En dépit de l'absence d'une différence significative entre les deux catégories de brebis (vides et gestantes), les valeurs obtenues chez les gestantes sont plus élevées que celles enregistrées chez les brebis vides.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Mazur et al. (2009) qui ont constaté qu'au cours de la gestation on peut observer une baisse de l'activité de la lipoprotéine lipase induisant par là une hypertriglycéridémie ; ce qui entraîne une réduction et une modification de la sécrétion et du catabolisme des triglycérides. Ils le sont également avec les données rapportées par Hamadech et al. 1996 ; Antunović et al. 2011(a) et Deghnouche et al. (2013b) qui ont rapporté une augmentation significative de la triglycéridémie chez les brebis gestantes par rapport à celles qui sont vides. Pour Bashandy et al. (2010) et Belkacem (2019), une augmentation légère et graduelle de la triglycéridémie en relation avec l'avancement de la gestation est observée ; à l'opposé, les résultats des travaux de Safsaf et al. (2014), révèlent que les moyennes des femelles non gestantes sont dans leur majorité plus élevées que celles des brebis gestantes. Selon Boudebza et al. (2016), tous les paramètres sanguins du métabolisme énergétique analysés, sont influencés par le stade physiologique ; et que, les variations les plus importantes sont plus marquées pour les concentrations du cholestérol et des triglycérides.

### D. La taille de la portée

Les concentrations plasmatiques des triglycérides en fonction de la taille de la portée en période de gestation (voir tableau 38) révèlent que chez les brebis à portée double, les valeurs

sont plus élevées que chez les brebis à portée unique et vides. Nos résultats sont en accord avec ceux de Balikci et al. (2007), El-Tarabany (2012) et Lotfollahzadeh et al. (2016) qui ont montré que la triglycéridémie est plus élevée chez les brebis portant deux foetus que chez celles ayant un seul foetus. 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 foetus en comparaison à celles à portée double. D'après Boudebza et al. (2016), les taux plasmatiques des triglycérides ont varié significativement entre les deux catégories (gestation simple ou double) ; alors que, les taux plasmatiques en période de lutte étaient significativement plus élevés chez les brebis ayant une portée simple que chez celles à portée double.

D'un point de vue statistique aucune différence significative n'a été relevée dans notre, rejoignant en cela les observations de Belkacem (2019) qui n'a constaté que durant toute la période de l'essai dans deux zones d'étude (aride et semi-aride) aucun effet significatif de la taille de portée ( $p > 0,05$ ) sur les concentrations plasmatiques en triglycérides. Le même constat a été signalé par Bouzenzana (2015) et Haffaf (2017) et par Pesántez- Pacheco et al. (2019) chez les multipares.

**Tableau 37 :** Variation de la triglycéridémie (mmol/l) en fonction du stade physiologique

Triglycéridémie (mmol/l)		Moyenne± ecart type ( $\mu \pm \sigma$ )			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Stade physiologique	Vides	0,20± 0,06	0,19± 0,07	0,21± 0,06	0,41 ±0,25 Rico et al. (1978) 0.14-0.44 Mollereau et al. (1995) 0,24 ± 0,09 Meziane(2001) 0.57± 0.21 Dubreuil et al. ( 2005)
	Gestantes	0,23± 0,08	0,25± 0,08	0,22± 0,07	
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

**g/l**= mmol\*0.87

**Tableau 38 :** Variation de la triglycéridémie (mmol/l) en fonction de la taille de la portée

Triglycéridémie		Moyenne±ecart type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Taille de la portée	Vides	0,20± 0,06	0,19± 0,07	0,20± 0,06	0,14-0,44 Mollereau et al. (1995) 0,24 ± 0,09 Meziane(2001) 0.57± 0,21Dubreuil et al. (2005)
	Portée unique	0,22± 0,07	0,23±0,07	0,20±0,07	
	Portée double	0,24± 0,08	0,27±0,08	0,23±0,06	
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

### 1.2.3.5. L'urée

L'urée est un paramètre nutritionnel synthétisé dans le foie et résulte primitivement des réactions de désamination des acides aminés, sa production augmente avec la ration protéique alimentaire. Elle est éliminée principalement dans les urines et qu'une augmentation de sa concentration sérique peut être également le signe d'une néphropathie (au moins 70% des néphrons non fonctionnels), d'une déshydratation, d'un déséquilibre électrolytique, d'une hypoalbuminémie, d'un catabolisme tissulaire (fièvre, traumatisme musculaire, myosite) (Harris et al., 1998, Pitel et al., 2006)

L'urée est issue de la transformation de l'ammoniac via le cycle de l'urée, l'ammoniac étant lui-même issu de la dégradation des protéines dans le tube digestif, L'ammoniac étant difficilement analysable en routine, l'urée est la molécule de choix pour suivre l'évolution du statut nutritionnel azoté (Parker et Blowey, 1979). De plus, l'impact d'un changement alimentaire est rapide puisque la variation sérique de l'urée intervient en moins de 24 heures (Eicher et al., 1999). Bien qu'il existe une uréogénèse basale constante correspondant au catabolisme des protéines de l'organisme, les variations majeures de la production d'urée proviennent des apports alimentaires. L'uréogénèse dépend de l'apport azoté, de sa dégradabilité et de l'apport énergétique, En somme, l'urémie reflète le rapport (**PDIN-PDIE**)/UFL. Ainsi, celle-ci augmente lorsque les apports azotés sont importants et les synthèses microbiennes limitées par l'énergie (Fekete et al., 1996) mais aussi lors de déshydratation, choc, maladie rénale et obstruction urinaire (urolithiase) (Guyot, 2014) ou lorsque le catabolisme protéique est important. A l'inverse, l'urémie est physiologiquement plus faible chez les vaches fraîchement vêlées (Chorfi, 2013). Elle est diminuée chez les ruminants anorexiques ou privés d'apport protéique car toute source d'urée disponible va être utilisée par les microorganismes du rumen pour produire des protéines ; comme elle l'est également en cas d'insuffisance hépatique (Russel et Roussel, 2007).

Durant notre étude l'urémie a varié selon :

#### A. Le régime alimentaire

Comme l'urée sérique chez brebis en bonne santé est un indicateur de l'équilibre entre apports azotés et énergétiques de la ration (Nazifi et al., 2002 ; Gürgöze et al., 2009). Ainsi, nous avons relevé qu'au *moment* de la pose des éponges, la valeur de l'urémie la plus élevée a été enregistré dans la ferme *Bouchebek* ( $8,82 \pm 0,89$  mmol/l) et la plus basse au niveau de la ferme *Benrebai* ( $7,46 \pm 1,53$  mmol/l). Alors qu'au moment du retrait des éponges, la valeur la

plus élevée a été enregistré dans la ferme *Amraoui* ( $8,05 \pm 1,82$  mmol/l) et la plus basse au niveau de la ferme *Hidoussi* ( $6,74 \pm 1,42$  mmol/l). Au 24<sup>ème</sup> jour post-saillie (j24), l'urémie la plus élevée a été relevée dans la ferme *Hidoussi* ( $8,99 \pm 1,34$  mmol/l) et la plus basse dans la ferme *Benrebai* ( $7,20 \pm 0,69$  mmol/l).

Dans tous les groupes de notre étude, la relation entre le niveau de protéines alimentaires et la concentration de l'urée s'est trouvée importante, étayée en cela par les données obtenues par Lobley et al. (1996b). Ainsi, il a rapporté qu'il existe une relation linéaire entre NH<sub>3</sub>, qui est transféré des organes viscéraux, au foie, et l'apport alimentaire en azote avec une corrélation très élevée ( $r^2 = 0,96$ ) (Lobley et al., 1996b). Dans le même contexte, Kida (2002) a constaté chez les bovins que l'urémie est décrite comme être un bon indicateur qui reflète la concentration d'ammonium dans le rumen

### **B. L'état corporel**

La valeur la plus élevée a été enregistrée dans la classe des brebis obèses au moment de la pose des éponges avec une moyenne de  $8,05 \pm 1,62$  mmol/l. C'est aussi dans la même classe obèse que le taux élevé est retrouvé au moment du retrait des éponges, mais avec une moyenne de  $7,73 \pm 0,44$  mmol/l légèrement inférieure à celle du 1<sup>er</sup> prélèvement. Alors qu'au 24<sup>ème</sup> jour post-saillie (j24), les valeurs de l'urémie ont été élevées dans les classes obèse et maigre, et la valeur la plus basse a été obtenue chez les brebis moyenne avec une valeur de  $8,06 \pm 1,16$  mmol/l.

L'analyse statistique des différents prélèvements n'a révélé aucune différence entre les trois classes de brebis ; sachant que durant le 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> prélèvement, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez les brebis maigre et obèses. Nos résultats sont en accord avec les données rapportées par Caldeira et al. (2007a,b) pour qui, ce sont les brebis avec une NEC faible et haute (1.24 et 4) qui présentent des urémies élevées par rapport à celles à note médiane (2,00 et 3,00)

### **C. Le stade physiologique**

Les taux urémiques les plus élevés (tableaux 39) sont plus marqués chez les brebis vides que chez les gestantes. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées lors du 3<sup>ème</sup> prélèvement avec des moyennes comparables chez les non gravides et chez les gravides avec  $8,43 \pm 1,51$  mmol/l et  $8,22 \pm 1,38$  mmol/l respectivement, et les plus basses ont été relevées lors du 2<sup>ème</sup> prélèvement réalisé lors de la lutte (jour de retrait de l'éponge).

Nos résultats sont en accord avec ceux de Boudebza et al 2016, qui ont enregistré des urémies de  $0,36 \pm 0,06$  g/l et de  $0,30 \pm 0,04$  g/l pour respectivement gestantes et vides. Par contre,

d'autres auteurs n'ont constaté aucun effet de la gestation sur l'urémie (Méziane, 2001). Belkacem (2019) a constaté que les brebis en période de lutte, dans les zones aride et semi-aride, ont présenté des urémies élevées, qui diminuent au début de la gestation, pour augmenter en fin de gestation et atteindre leur pic en période de lactation.

**Tableau 39** : Variation de l'urémie (mmol/l) en fonction du stade physiologique

Urémie		Moyenne± ecart type ( $\mu \pm \sigma$ )			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Stade physiologique	Vide	8,09± 1,68	7,27± 1,63	8,43± 1,51	8,0 Hindson and Winter (2002) 2,9–7,1 Morgante, (2004)
	Gestante	7,89± 1,27	7,20± 1,24	8,22± 1,38	3,0-10,0 Radostits et al. (2006) 2,86-7,14 Kaneko et al. (2008)
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

Ref (g/l) : Ramos et al, 1994 : (0,19-0,63g/l). Radostits et al, 2000 : (0,17-,43g/l). Brugère-Picoux, 2004 : (0,15-0,30g/l). Ndoutamia et Ganda, 2005 : (0,32±0,6g/l.) Kaneko et al, 2008 : (0,36-0,92g/l).

Elrod et Butler (1993) et Butler (1998) ont pu mettre en évidence les conséquences négatives de l'urémie sur la réussite de la fécondation à la faveur d'une alimentation riche en azote non dégradable. Westwood et al. (2002) affirment également que l'urémie a un effet négatif sur le taux de réussite de l'insémination artificielle, Elle a pour effet une diminution du pH utérin, affectant la survie des spermatozoïdes ; un effet cytotoxique sur les mêmes spermatozoïdes ainsi que sur l'ovocyte, voire sur l'embryon, en limitant la capacité des oocytes à devenir les blastocytes ; une diminution de la progestéronémie et une augmentation de la sécrétion de PG2 $\alpha$  (Butler 1998).

#### D. La taille de la portée

Les variations de l'urémie en fonction du la taille de portée sont reportées dans le tableau 40, sur lequel nous relevons que ce sont les brebis à portée double qui présentaient les taux les plus élevées et ce durant les trois périodes de prélèvement. Alors que, les brebis portant un seul fœtus ont présenté les valeurs les plus basses comparativement aux brebis vides.

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 en lactation. Pareillement à cela, 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.

**Tableau 40** : Variation de l'Urémie (mmol/l) en fonction de la taille de la portée

Urémie		Moyenne± <i>ecart- type</i>			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Taille de la portée	Vides	8,09± 1,68	7,27± 1,63	8,43± 1,51	0-8,0 Hindson and Winter(2002); 2,9-7,1 (3.5-5.5 mg/ml) Morgante(2004)
	P. unique	7,53± 1,34	7,07± 1,17	8,04± 1,29	3,0-10,0 Radostits et al. (2006); 2,86-7,14 Kaneko et al. (2008)
	P. double	8,34± 1,03	7,36± 1,34	8,43± 1,48	3,0-5,2 (0,18-0,31 mg/l) Fraser (1988) et Turgut (2006) cités par Gürgöze et al. (2009)
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

Cependant, El-Tarabany (2012) a enregistré une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ) liée à l'effet de la taille de portée sur l'urémie en période de gestation. Alors que, Safsaf (2014) a relevé lors de son travail sur des brebis OD une différence significative entre brebis gestantes primipares vs gestantes multipares ( $p < 0,05$ ) au cours du prélèvement coïncidant avec la moitié de la gestation.

#### 1.2.3.6. Les protéines totales et l'albuminémie

Les protéines plasmatiques regroupent les albumines (40-50 % des protéines plasmatiques), les globulines (40-50 % des protéines plasmatiques) et le fibrinogène. Toutes ces protéines, synthétisées par le foie, servent également de marqueurs hépatiques (Vagneur, 1992). Les protéines totales sériques sont normalement comprises entre 57 et 81 g/l (Russel et Roussel, 2007 ; Alberghina et al., 2011).

Si les protéines totales sériques sont supérieures à 78 g/l on suspectera une inflammation tout en sachant que celles-ci peuvent également augmenter lors de déshydratation, d'ictère, d'hémolyse, d'hyperglycémie, d'hyper-urémie ou d'hypernatrémie (Russel et Roussel, 2007 ; Alberghina et al., 2011).

La différence entre les protéines totales sériques et l'albumine permettra d'estimer les globulines ; et que, le rapport albumine/globulines servent à cibler l'origine de la modification (Les valeurs absolues varient en fonction des laboratoires et des méthodes de mesures). Cependant, l'albumine devrait être comprise entre 32 et 38 g/l et surtout constituer 41 à 52% des protéines totales sériques (Russel et Roussel, 2007 ; Alberghina et al., 2011). Le rapport albumine/globuline devrait être compris entre 0,84 et 0,94. Quant aux facteurs de variations étudiés on a :



### A. Le régime alimentaire

Les moyennes de la protéinémie enregistrées dans notre étude sont significativement élevées par rapport à celles décrites par Deghnouche et al. (2011) et à celles mentionnées par Kahal (2010), mais sont restées proches de celles publiées par Kaneko et al., (2008). Ainsi, les valeurs basses ont été observées lors du 1<sup>er</sup> prélèvement dans tous les lots et la valeur la plus élevée est celle relevée au 2<sup>ème</sup> prélèvement au niveau de la ferme Bouchebak avec  $76,29 \pm 5,37$  g/l. A l'analyse statistique, une différence très significative a été relevée lors de comparaison entre les 4 régimes durant le 2<sup>ème</sup> prélèvement ( $p < 0,05$ ) ; cela, pourrait être expliqué par la différence entre les niveaux de composition en PDIN-PDIE et les déséquilibres rapportés au Rmic observés dans les 4 régimes. Ce qui est en désaccord avec les observations de Abdel-salam (2003) qui a rapporté que les protéines totales sériques du sang ne différaient pas significativement entre les groupes nourris de 2 à 2,5% du poids corporel avec un mélange de concentré élevé et avec le constat de Shahin et al. (2004) qui ont indiqué également que les protéines totales du plasma sanguin n'ont pas été modifiées dans trois niveaux d'énergie diététiques différents chez les veaux. Etant donné que, le taux des protéines plasmatiques ou sériques peut refléter l'état nutritionnel ou sanitaire de l'animal, tout en variant avec l'apport alimentaire où une augmentation de l'ingestion de protéines entraîne habituellement une augmentation de la synthèse de protéines au niveau corporel. Il y a lieu de rappeler également le lien étroit entre l'apport en énergie métabolisable de la ration et la synthèse des protéines bactériennes ; où une déficience énergétique induit une réduction concomitante dans la synthèse de protéines microbiennes et donc, une faible contribution des protéines microbiennes aux besoins de la brebis surtout en fin de gestation (Dawson et al., 1999).

**Tableau 41** : Variation de la **Protéinémie** (g/l) en fonction de la du régime alimentaire

Protéinémie		Moyenne $\pm$ écart type ( $\mu \pm \sigma$ )			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Régime alimentaire	C1	70,88 $\pm$ 8,18	72,99 $\pm$ 4,77	71,70 $\pm$ 5,59	57-90 Mollereau et al. (1995) 60-79 Brugère –picoux (2002) 66,5 $\pm$ 7,6 Ndoutamia et Ganda (2005) 61,0-71,2 Dubreuil et al. (2005) 60-79 Radostits et al. (2006) 72 $\pm$ 5,2 Kaneko et al. (2008) 63,1 g/l Kahal, (2010) 67,17 $\pm$ 14,02 Deghnouche et al. (2011) 68,01 $\pm$ 9,63-74,35 $\pm$ 6,63 Safsaf et al. (2014)
	C2	67,78 $\pm$ 8,60	71,43 $\pm$ 6,47	72,30 $\pm$ 5,01	
	C3	69,62 $\pm$ 4,32	71,04 $\pm$ 3,78	73,27 $\pm$ 4,15	
	C4	71,11 $\pm$ 6,17	76,29 $\pm$ 5,37	73,90 $\pm$ 5,71	
Valeur de p		NS	0.008	NS	

**Tableau 42** : Variation de l'albuminémie (g/l) en fonction de la du régime alimentaire

Albuminémie		Moyenne± <i>ecart-type</i>			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Régime alimentaire	C1	31,54± 2,65	32,39± 2,83	32,21± 2,72	27-45 Mollereau et al. (1995)
	C2	29,77± 3,53	30,86± 1,66	32,00 ± 1,44	25 -35 Hindson et Winter, (2002) 24-30 Kaneko et al. (2008)
	C3	32.02± 2,98	31.88± 3,00	31,75± 2,45	24 -39 Gurgoze et al. (2009)
	C4	30,09± 2,38	31,38± 2,34	30,32± 2,26	
Valeur de <i>p</i>		0,045	0,261	0,044	

L'observation des résultats comparatifs à l'analyse de variance entre les 4 régimes révèle une différence significative ( $p < 0.05$ ) (Tableau 42) aux prélèvements 1 et 3 (Pr1 et Pr3) correspondant au jour de la pose et au 24<sup>ème</sup> jour post-saillie respectivement. Neanmoins toutes les valeurs sont situées dans les intervalles de référence citée par Mollereau et al. (1995), Hindson et Winter (2002) et Gürgöze et al (2009). Ceci pourrait avoir une origine ; alimentaire en effet, l'albumine est synthétisée par le foie à partir des protéines absorbées dans l'intestin et des protéines corporelles. La concentration d'albumine dans le sang est donc directement en fonction de la différence entre les apports alimentaires et les prélèvements corporels.

L'albumine sérique est synthétisée par le foie à partir du pool en acides aminés intracellulaires et constitue la fraction protéique majeure chez les animaux. Plusieurs études ont montré qu'il existe une relation directe entre la concentration d'albumine sérique et l'état nutritionnel, en particulier l'apport en protéines, chez les moutons et les vaches (Hoaglund et al., 1992, Yokus et al., 2006) ; où l'albuminémie peut être affectée par des conditions nutritionnelles, du fait qu'elle possède une relation relativement forte avec la protéine du régime (Mazzaferro et al., 2002). Ces derniers auteurs ont suggéré que l'un des facteurs de synthèse de l'albumine est le régime alimentaire et que 6 % de l'apport quotidien en azote est utilisé pour la synthèse de l'albumine. En outre, une baisse de l'albuminémie peut s'expliquer par un état de déficit alimentaire en protéines, le plus souvent chronique avec tous les risques pouvant être générés dont celui de l'infertilité chez les animaux saillis. Selon Sakuma et al. (1987), lorsque l'alimentation est carencée en protéines pendant une longue durée, la synthèse de l'albumine diminue de 50-60%. En outre, l'augmentation du sérum en albumine et les niveaux totaux de protéines sont parallèles à l'augmentation du niveau d'énergie alimentaire chez les brebis vides

(Caldeira et al.,2007b). Par ailleurs il est bien connu que l'albumine représente une source importante d'acides aminés pour le fœtus et la mère (Jainudeen et Hafez, 1993), et qu'il y a une relation directe entre le statut nutritionnel ou précisément entre l'ingestion des protéines et le taux sérique d'albumine mais avec un délai de réaction plus long que pour l'urée (Hoaglund et al.,1992), Donc, il est probable que de meilleures conditions d'alimentation des animaux peuvent engendrer des augmentations de ce paramètre dans le long terme..

### B. L'état corporel

Les protéinémies étudiées en fonction de la note d'état corporel s'avèrent très élevées à certains taux rapportés dans des études précédentes ayant un lien avec l'état corporel, parmi lesquels on peut citer : Caldeira et al. (2007a) ( $NEC \leq 2,5$  : 64,44 g/l ;  $NEC \geq 2,5$  : 72,46 g/l), Carlos, et al. (2015) ( $NEC \leq 2,5$  : 68,4 ;  $NEC \geq 2,5$  : 60,2 g/l), Jalilian et Moeini, (2013) ( $NEC \leq 2,5$  : 47 g/l ;  $NEC \geq 2,5$  : 55, g/l), et Yagoubi & Atti, (2020) ( $NEC \leq 2,5$  : 62,2 g/l,  $NEC \geq 2,5$  : 61,3g/l). Toutefois, elles sont relativement proches des valeurs enregistrées par Aktaş et al. (2011)  $NEC \leq 2,5$  : 72,4,  $NEC \geq 2,5$  : 82,6 g/l ; Deghnouche et al. (2011) et Safsaf et al (2014).

D'après les résultats des variations de la protéinémie décrits dans le tableau 43 , une différence significative a été relevée entre les 3 classes de brebis au 2<sup>ème</sup> prélèvement. Tout en notant que les valeurs obtenues ont été très proches dans les 3 catégories et n'ont pas été trop affectées par la NEC ; et ce, en contradiction avec les conclusions suggérées par Caldeira et al. (2007a) et Sitaresmi et al. (2020). Selon Aganga et al. (1989), le niveau nutritionnel et particulièrement la consommation protéique est en étroite relation avec la NEC ; où une chute de la NEC à la suite de restriction alimentaire s'accompagne par un abaissement de la protéinémie ou son élévation par suite d'une hémococoncentration résultant d'une restriction hydrique.

**Tableau 43** : Variation de la protéinémie (g/l) en fonction de la note d'état corporel

Protéinémie		Moyenne± ecart type ( $\mu \pm \sigma$ )			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
NEC	Maigre	71,36± 7,05	74,38± 6,02	74,16± 5,19	60-79 Brugère –picoux, (2002) 61,0-71,2 Dubreuil et al.(2005) 66,5±7,6 Ndoutamia et Ganda,(2005)
	Moyenne	67,65± 7,35	71,18± 4,01	73,12± 5,20	63,1 Kahal, (2010)
	Obese	67,45± 4,13	69,84± 2,92	70,68± 4,48	67.17±14.02 Deghnouche et al. (2011) 68.01±9.63- 74.35±6.63) Safsaf et al.(2014 )
Valeur p		0.061	0.011	0.108	

Si pour Caldeira et al. (2007a), le taux des protéines totales sériques varie dans le même sens que l'évolution de la condition corporelle ; plus bas chez les animaux avec une note d'état corporel basse et plus élevé chez les animaux à NEC élevée ; dans notre étude, les protéinémies ont varié en sens inverse de l'évolution de la condition corporelle ; plus élevées chez les animaux à NEC basse et plus faible chez ceux à NEC élevée (Tableau 43). Quant à l'albuminémie, nos résultats ont révélé une corrélation positive entre les catégories de brebis (maigres, moyennes et obèses) et le taux d'albumine ; où les moyennes enregistrées étaient proches de celles de la littérature ( $31,10 \pm 2,30$  ;  $32,00 \pm 2,82$  et  $33,34 \pm 2,23$ g/l) pour respectivement des NEC de 1,25 ; 2,5 et 3,0 au moment de la lutte (Pr2). Ils sont en accord avec les observations de Caldeira et al. (2007a, b), qui ont relevé de bonnes corrélations positives entre la NEC et l'albuminémie ; où les valeurs en correspondance sont de  $26,25 \pm 0,81$  ;  $37,00 \pm 0,56$  et  $37,54 \pm 0,71$ g/l pour respectivement des NECs de 1,25 ; 2,5 et 3,5. Dans le même contexte, la chute de la NEC est suivie par celle de l'albuminémie mais dans des limites étroites ; où les valeurs obtenues étaient de  $35,39 \pm 1,12$  ;  $31,23 \pm 1,51$  et  $29,72 \pm 0,97$ g/l pour des NECs respectivement de 4,0 ; 3,0 et 1,25. A l'analyse statistique, nous relevons des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les différents lots (maigres vs moyennes, moyennes vs obèses, et maigres vs obèses) à tous les prélèvements.

**Tableau 44** : Variation de l'albuminémie (g/l) en fonction de la note d'état corporel

Albuminémie		Moyenne $\pm$ Ecart Type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
NEC	Maigre	$30,26 \pm 2,72$	$31,10 \pm 2,30$	$30,59 \pm 2,59$	27-45 Mollereau et al. (1995) 25 -35 Hindson et Winter (2002)
	Moyenne	$31,03 \pm 3,27$	$32,00 \pm 2,82$	$31,54 \pm 2,10$	
	Obese	$33,32 \pm 2,76$	$33,34 \pm 2,23$	$32,58 \pm 2,40$	24-30 Kaneko et al. (2008)
Valeur <i>p</i>		0,012	0,026	0,040	24 -39 Gurgoze et al. (2009)

### C. L'état physiologique

Les résultats figurant au tableau 45, indiquent que tous les paramètres sanguins du métabolisme protéique analysés, sont influencés par le stade physiologique. Ainsi, des concentrations plasmatiques faibles en protéines totales sont enregistrées chez les brebis gestantes comparativement à celles vides ; et que, la protéinémie augmente progressivement à partir de la période de la pose de l'éponge jusqu'à j24 post-saillie dans les deux catégories de brebis. Quant à l'albuminémie, nous relevons qu'elle évolue différemment de celle de la protéinémie, avec des valeurs élevées au moment de la lutte (retrait de l'éponge) dans les deux catégories (vide ou gestante). Toutefois, les concentrations sériques de l'albumine enregistrées

dans les deux groupes de brebis et aux différents prélèvements figurent dans les fourchettes des normes de référence rapportées par Mollereau et al. (1995), Hindson et Winter (2002) et Gürgöze et al. (2009), mais dépassent légèrement la limite supérieure de la référence proposée par Radostits et al. (2006) et Kaneko et al. (2008). En comparaison avec certains auteurs ayant travaillé sur les brebis OD, les albuminémies obtenues dans notre étude sont proches de celles enregistrées par Safsaf et al. (2014) avec  $31,37 \pm 3,47$  g/l chez les brebis multipares vides en période de préparation à la lutte et  $30,82 \pm 2,94$  g/l chez les gestantes, et de celles obtenues par Belkacem (2019) chez des brebis OD (vide et gestantes) élevées en zone semi-aride. Elles sont par contre élevées par rapport à celles obtenues sur des brebis OD en zone aride par Deghnouche et al. (2011) avec une moyenne de  $24,55 \pm 8,47$  g/l et de Belkacem (2019).

**Tableau 45 :** Variation de La protéinémie (g/l) en fonction du stade physiologique.

La protéinémie (g/l)		Moyenne $\pm$ Ecart Type			<i>p</i>
		Pr1	Pr2	Pr3	
Stade physiologique	Vide	71,40 $\pm$ 6,23	73,08 $\pm$ 5,86	73,42 $\pm$ 5,34	0,374
	Gestante	68,97 $\pm$ 7,35	72,85 $\pm$ 5,35	72,44 $\pm$ 5,02	0,002

Référence : Brugère –picoux, 2002(60-79g/l) Dubreuil et al.,2005 (61,0-71,2) Ndoutamia et Ganda,2005 (66,5 $\pm$ 7,6) Kahal,2010 (63,1 g/l) (Deghnouche et al, 2011) (67,17 $\pm$ 14,02) Safsaf et al.,2014 (68,01 $\pm$ 9,63 – 74,35 $\pm$ 6,63)

**Tableau 46 :** Variation de l'Albuminémie (g/l) en fonction du stade physiologique

Albuminémie		Moyenne $\pm$ std			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Stade physiologique	Vide	30,72 $\pm$ 2,84	31,19 $\pm$ 2,40	30,28 $\pm$ 2,16	27-45 Mollereau et al. (1995) 25 -35 Hindson et Winter, (2002) 24-30 Kaneko et al. (2008) ; Radostits et al.(2006) 24 -39 Gurgoze et al. (2009)
	Gestante	30,94 $\pm$ 3,14	31,87 $\pm$ 2,59	31,74 $\pm$ 2,45	
Valeur <i>p</i>		NS	NS	NS	

A l'analyse statistiques des résultats des protéinémies, nous avons relevé des différences significatives ( $p < 0,01$ ) chez les brebis gestantes durant les trois prelevement ; cependant les valeurs les plus élevées sont observées chez les brebis vides et les plus basses chez les gestantes. Ces relevés sont en concordance avec les observations d'Antunović et al. (2004 et 2011), qui

ont rapporté des protéinémies élevées chez les brebis vides comparativement aux brebis gestantes et celles en lactation. C'est également le cas des observations rapportées par Baliksi et al. (2007), Gürgöze et al. (2009), Deghnouche et al. (2011) et Belkacem (2019) (sur des brebis OD en zone aride) Haffaf et al. (2012) et Soliman (2014) qui ont montré des résultats similaires aux nôtres, caractérisés par une diminution de la protéinémie chez les brebis gestantes comparée aux brebis vides et les brebis en début de lactation. Inversement à ce qui a été rapporté par El-sherif et Assad, (2001) ; Méziane, (2001), et Piccione et al. (2009) qui ont noté une augmentation significative de la protéinémie chez les gestantes. Cependant, Baumgartner et Pernthaner, (1994) ; Roubies et al. (2006) ; et Yokus et al. (2006), n'ont pas décrit d'effet significatif du stade physiologique sur la protéinémie.

A l'étude des teneurs plasmatiques d'albumine (tableau 46), on note qu'elles sont situées dans l'intervalle des normes physiologiques rapportées par la littérature dont celles de Baumgartner et Pernthaner (1994) (21 – 38g/l), Mollereau et al. (1995) et Gürgöze et al. 2009 (28,8- 36,4g/l), Hindson et Winter, 2002 : (25-35). Cependant, elles sont légèrement supérieures à la limite maximale de l'intervalle proposé par Radostits et al. (2006) et par Kaneko et al. (2008). Nos valeurs ont été supérieures aux valeurs rapportées par Deghnouche, (2011) ; Deghnouche et al. (2011, 2013) chez la race Ouled Djellal avec (23,13-33,32) ; (23,13-25,65) ; (23,13-25,65) g/l respectivement.

Dans cette étude, les valeurs de l'albuminémie des brebis gestantes sont supérieures à celles des brebis vides ; ce qui est en accord avec les résultats rapportés par Baumgartner et Pernthaner, (1994), Shetaewi et Daghash, (1994), Deghnouche et al. (2011) et Antanovic et al. (2011a), qui a noté une influence significative du stade reproductif sur le taux sérique de l'albumine qui augmente durant la gestation. Malgré que, les albuminémies enregistrées étaient légèrement élevées chez les brebis gestantes ; ça n'a pas par contre été démontré à l'analyse statistique.

#### **D. La taille de la portée**

Les variations des concentrations sériques en protéines totales (g/l) en fonction la taille de la portée sont présentées dans le tableau 47. Les résultats obtenus cours du 1<sup>er</sup> prélèvement révèlent des protéinémies légèrement élevées chez les brebis vides que chez celles portant deux et un seul agneau avec respectivement  $71,40 \pm 6,23$  ;  $69,90 \pm 6,46$  et  $68,20 \pm 8,3$  g/l. Aux 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> prélèvement, ce sont les brebis à portée single qui ont présenté les protéinémies élevées suivies des brebis vides et puis de celles à portée double. Toutefois, à l'analyse statistique nous n'avons pas noté de différences significatives entre catégories et aux trois prélèvements,

signifiant une absence d'effet du statut physiologique sur les protéinémies. Nos résultats sont en accord avec Boudebza (2015), Haffaf (2017) et Belkacem (2019) ; où cette dernière n'a enregistré aucune influence significative de la taille de la portée sur les protéinémies dans 2 zones d'étude semi-aride et aride. Alors que, Bouzzenana (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 avec  $64,66 \pm 4,72$  et  $59,3 \pm 5,08$  g/l respectivement.

**Tableau 47** : Variation de la Protéinémie (g/l) en fonction de la taille de la portée

Protéinémie		Moyenne $\pm$ Ecart Type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr2	
Taille de la portée	Vides	71,40 $\pm$ 6,23	73,08 $\pm$ 5,86	73,42 $\pm$ 5,34	60-79 Brugère –picoux, (2002) 61,0-71,2 Dubreuil et al. (2005)
	P. unique	68,20 $\pm$ 8,30	73,19 $\pm$ 5,95	73,80 $\pm$ 5,12	66,5 $\pm$ 7,6 Ndoutamia et Ganda, (2005) 63,1 Kahal, (2010)
	P. double	69,90 $\pm$ 6,46	72,44 $\pm$ 4,61	70,78 $\pm$ 4,47	67,17 $\pm$ 14,02 Deghnouche et al. (2011) 68,01 $\pm$ 9,63-74,35 $\pm$ 6,63 Safsaf et al., (2014)
Valeur p		NS	NS	NS	

Les variations des concentrations sériques en albumine (g/l) en fonction la taille de la portée sont présentées dans le tableau 48. Les résultats obtenus cours du 1er prélèvement révèlent des albuminémie légèrement élevées chez les brebis portant deux agneaux que chez celles vides et portant un seul agneau avec respectivement  $31,60 \pm 2,60$  ;  $30,72 \pm 2,84$  et  $30 \pm 3,46$  g/l. Aux 2ème et 3èmes prélèvements, ce sont les brebis à portée double qui ont présenté toujours les albumines les plus élevées suivies des brebis à portée unique et puis de celles vides.

L'analyse statistique n'a révélé aucun effet significatif de la taille de la portée sur ce paramètre, notre resultat est en accord avec les trouvailles de Belkacem et al. (2018) qui n'ont révélé aucun effet significatif du nombre de foetus sur les teneurs sériques en albumine en régions aride et semi-aride durant les divers stades reproductifs. Un résultat similaire a été rapporté par El-Tarabany (2012) et Talawar et al. (2016). Il en est de même pour Bouzzenana (2015), Boudebza (2015) et Haffaf (2017) qui en saison froide n'ont pas enregistré des différences significatives entre les brebis OD portant un ou deux foetus malgré les profils de variations différents.

**Tableau 48** : Variation de l'Albuminémie (g/l) en fonction de la taille de portée

Albuminemie		Moyenne ± Ecart			Valeurs usuelles
		Type			
		Pr1	Pr2	Pr2	
Taille de la portée	Vides	30,72 ±2,84	31,19 ±2,40	31,28 ±2,16	(27-45)Mollereau et al.(1995) (25 -35)Hindson et Winter, (2002). (24-30).Kaneko et al. (2008). ; (24 -39)Gurgoze et al. (2009)
	P. unique	30,39 ±3,46	31,57 ±2,24	31,56 ±2,32	
	P. double	31,60 ±2,60	32,24 ±2,97	31,95 ±2,64	
Valeur p		NS	NS	NS	

### 1.2.3.7. La globulinémie

La globulinémie est définie comme étant la concentration sanguine en globulines (alpha, bêta et gamma). Les globulines sont des composants protéiques solubles dans les solutions salines (Fekete, 2008). Elles forment un groupe hétérogène de protéines portant une charge négative plus faible, qui migrent moins vite que l'albumine et se séparent généralement en trois bandes différentes ( $\alpha$ -globulines,  $\beta$ -globulines,  $\gamma$ -globulines). Elles sont synthétisées au niveau du foie et des tissus lymphatiques. Leur quantité augmente dans le sang lors de processus infectieux ou inflammatoire.

Les moyennes obtenues dans notre étude sont situées dans les limites physiologiques rapportées par Aitken (2007) et Kaneko et al. (2008), voire pour certaines des moyennes au delà de la limite supérieure préconisée par Hindson and Winter (2002) à savoir 40g/l. Ainsi, les variations de la globulinémie ont été étudiées en fonction des différents facteurs, dont :

#### A. Le régime alimentaire

Les globulinémies figurant au tableau 49 laissent apparaître des valeurs de globulinemie plus élevées chez les brebis nourries avec le concentré 4 (ferme Bouchebak) ; alors que les plus faibles ont été enregistrées chez celles nourries avec le concentré 3 (ferme Hidoussi). Parallèlement à cela, les globulinémies les plus hautes ont été relevées dans les fermes 1, 2 et 4 au cours du 2<sup>ème</sup> prélèvement, correspondant au jour du retrait de l'éponge et de mise à la lutte, et au 3<sup>ème</sup> prélèvement (24<sup>ème</sup> jour post-saillie) dans la ferme 3. Les augmentations enregistrées



au 2<sup>ème</sup> prélèvement peuvent trouver leur explication par leur coincidence avec la réaction inflammatoire locale (irritation) générée par les éponges (Eckersall, 2008).

**Tableau 49:** Variation de la globulinemie (g/l) en fonction de la du régime alimentaire

la globulinemie (g/l)		Moyenne ± Ecart Type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
Régime alimentaire	C1	39,35 ±8,33	40,60 ±6,17	39,49 ±6,10	25-40 Hindson and Winter, (2002) 32-43 Aitken, (2007) 35,0 -57,0 (44,0 ± 5,3) Kaneko, (2008)
	C2	38,01 ±7,28	40,57 ±6,56	40,30 ±5,16	
	C3	37,60 ±6,02	39,16 ±4,87	41,53 ±4,85	
	C4	41,02 ±6,00	44,91 ±5,98	43,58 ±6,48	
Valeur de <i>p</i>		NS	0.01	NS	

### B. La note d'état corporel

Les variations de la globulinémie (g/l) en fonction de la note d'état corporel sont présentées dans le Tableau 50. En effet, nous relevons que les valeurs obtenues se trouvent dans les limites physiologiques recommandées par Aitken (2007) et Kaneko et al. (2008) ; cependant, c'est dans le lot brebis maigres qu'on trouve les valeurs les plus hautes, viennent ensuite les moyennes et enfin les obèses. L'effet notable de la NEC sur les taux plasmatiques des globulines a été statistiquement très significatif à l'analyse de variance avec des valeurs de  $p < 0,002$ ,  $p < 0,01$  et  $p < 0,015$  aux prélèvements 1, 2 et 3. Dans le même contexte, nous relevons qu'il ya une corrélation négative entre le taux des globulines et la NEC, autrement dit les valeurs les plus faibles sont celles observées chez les brebis obèses (g/l), et une corrélation positive avec les protéinémies (Annicchiarico et al., 2007).

**Tableau 50 :** Variation de La globulinemie (g/l) en fonction De la note d'état corporel

Protéinémie		Moyenne ± Ecart Type			Valeurs usuelles
		Pr1	Pr2	Pr3	
NEC	Maigre	41,09± 6,80	43,28± 6,40	43,58± 6,30	25-40 Hindson and Winter, (2002) 32-43 Aitken, (2007) 35,0 -57,0 (44,0 ± 5.3) Kaneko, (2008)
	Moyenne	36,62± 6,76	39,18± 5,05	41,58± 5,65	
	Obese	34,13± 3,79	36,50± 2,68	38,10± 4,42	
Valeur <i>p</i>		0,002	0,011	0,015	

Nos résultats sont en contradiction avec les observations de Caldeira et al. (2007b), lesquels en faisant varier les régimes alimentaires des brebis, pour élever la NEC chez les sous-alimentées de 1,25 à 4,0 ou rabaisser celle des brebis suralimentées de 4,0 à 1,25, ils ont enregistré une corrélation positive entre la globulinémie et la NEC, en obtenant des valeurs hautes avec des NEC élevées et basses avec des NEC faibles

### C. L'état physiologique

Les données statistiques concernant les valeurs sériques de la globuline dans les deux catégories de brebis (vides et gestantes) sont présentées dans le tableau 51. A l'observation des résultats, nous remarquons que les taux globulinémiques durant les différentes périodes sont plus élevés chez les brebis vides que chez celles qui sont gestantes, tout en restant dans les intervalles des normes physiologiques décrites par Aitken (2007) et Kaneko et al. (2008).

**Tableau 51** : Variation de la **globulinémie** (g/l) en fonction du stade physiologique

Globulinémie (g/l)		Moyenne ± Ecart Type			
		Pr1	Pr2	Pr3	<i>p</i>
Stade physiologique	Vide	40.69±6.97	41.88±6.22	42.13±5.69	0.053
	Gestante	38.03±6.85	40.98±6.24	40.70±5.84	

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $p < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $p < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p < 0,05$

Nos résultats sont en accord avec ceux Yokus et al. (2006), Teleb et al. (2014) et Belkacem (2019) qui n'ont rapporté aucune différence significative de la globulinémie liée au stade reproductif ; néanmoins, les gestantes ont présenté une différence significative entre les valeurs des trois prélèvements avec  $p < 0,05$ , contrairement aux vides qui n'ont présente aucune différence significative entre les valeurs durant les trois prélèvements.

### D. La taille de la portée

Les résultats figurant au tableau 52 révèlent des valeurs légèrement hautes chez les brebis vides suivies des celles à portée double et enfin de celles à portée single au moins aux prélèvements 1 (jour de la pose d'éponge) et 2 (jour de retrait d'éponge et de mise à la lutte), tout en notant une chute de la globulinémie dans le lot à portée double au 24<sup>ème</sup> jour post-saillie (correspondant au 3<sup>ème</sup> prélèvement). Ces globulinémies sont très proches de celles rapportées sur des brebis OD par Belkacem (2019) en zone semi-aride et très faibles par rapport à celles obtenues par Deghnouche et al. (2001) et Belkacem (2019) en zone aride algérienne.

**Tableau 52** : Variation de La globulinemie (g/l)  $\mu \pm \sigma$  en fonction du la taille de la portée

Globulinemie (g/l)		Moyenne $\pm$ Ecart			Valeurs usuelles
		Type			
		Pr1	Pr2	Pr3	
Taille de la portée	Vides	40,69 $\pm$ 6,97	41,88 $\pm$ 7,07	42,13 $\pm$ 5,69	25-40 Hindson and Winter, (2002)
	P. unique	37,81 $\pm$ 7,44	40,20 $\pm$ 5,08	42,24 $\pm$ 6,18	32-43 Aitken, (2007)
	P. double	38,30 $\pm$ 6,20	42,13 $\pm$ 5,69	38,83 $\pm$ 4,88	35.0 -57.0 (44.0 $\pm$ 5.3) Kaneko, (2008)
Valeur p		0,256	0,599	0,062	

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $p < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $p < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

A l'analyse de variance, nous ne relevons aucune différence significative entre les lots, reflétant l'inexistence d'un effet significatif de la taille de la portée sur ce paramètre. Ainsi, nos résultats sont en accord avec ceux enregistrés par Belkacem (2019) sur des brebis OD en région semi-aride, et contradictoires avec ceux d'El-Tarabany (2012), qui ont constaté un effet de la taille de portée sur les concentrations sanguines des protéines totales, de l'albumine et de la globuline.

#### 1.2.4. La corrélation entre le profil biochimique et hormonal et note d'état corporel

Les résultats des analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres sanguins hormonaux et biochimiques étudiés sont représentés au Tableau 53.

L'analyse des matrices de corrélation révèle l'existence de plusieurs corrélations positives ou négatives entre les paramètres étudiés. Ainsi, la progestéronémie est positivement corrélée avec la NEC ( $p < 0,01$ ) ( $r^2 = 0,183$ ) et l'urée ( $r^2 = 0,137$ ) ( $p < 0,05$ ) ; alors qu'aucune corrélation significative n'est relevée avec les protéines totales, albumine, globuline, le cholestérol, les triglycérides sériques et le BHB.

Par contre, la note d'état corporel est fortement corrélée aux paramètres biochimiques et hormonal, elle est positive pour : l'urée, l'albumine, cholestérol et progestérone ( $p < 0,01$ ), avec les triglycérides sériques ( $p < 0,05$ ) ; alors qu'avec les protéines totales et les globulines, sa corrélation est fortement négative ( $r^2 = -0,213$ ) ( $p < 0,01$ ), et aucune corrélation significative n'a été notée avec le BHB. Tout en sachant, que ce dernier n'a présenté aucune corrélation positive ou négative avec l'ensemble des paramètres étudiés

**Tableau 53** : Matrice de corrélation de Pearson des paramètres étudiés

	NEC	Uré.	PT	Alb.	Glob.	Chol.	Trig.	P4	BHB
NEC									
Uré.	<u>0.179**</u>	1							
P.T.	<u>-0.213**</u>	0.082	1						
Alb.	0.296**	0.152*	0.095	1					
Glob.	<u>-0.325**</u>	0.015	<u>0.911**</u>	-0.325**	1				
Chol.	0.341**	0.123	0.022	<u>0.425**</u>	-0.155*	1			
Trig.	0.129*	-0.053	0.034	0.186**	-0.045	<u>0.246**</u>	1		
P4	<u>0.183**</u>	<u>0.137*</u>	0.063	0.057	0.036	-0.022	0.002	1	
BHB	-0.027	-0.038	-0.131	0.060	-0.152	0.135	0.053	0.236	1

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $p < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $p < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ , NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

A l'observation des résultats relatifs aux paramètres du métabolisme azoté, nous relevons d'une part une très forte corrélation entre les globulines et les protéines totales avec un degré de significativité très haut ( $r^2=0,911$ ) ( $p < 0,01$ ) et d'autre part une corrélation négative très significative entre les globulines et les albumines ( $r^2 = -0,325$ ) ( $p < 0,01$ ). Alors que pour l'urée, on note une corrélation positive avec l'albumine ( $r^2=0,152$ ) ( $p < 0,05$ ), et des corrélations positives mais non significatives avec les protéines totales ( $r^2 = 0,082$ ) et les globulines ( $r^2 = 0,015$ ); de même qu'entre les protéines totales et l'albumine ( $r^2 = 0,095$ ). Quant à la corrélation entre els paramètres lipidiques, elle est positive et très significative entre les triglycérides et le cholestérol ( $r^2=0,246$ ) ( $p < 0,01$ ).

La plupart des valeurs enregistrées dans cette étude était dans les normes physiologiques citées dans la littérature ; et ce, malgré des régimes qui sont excessivement riches en énergie et matières azotées surtout aux **C1**, **C2** et **C3**, mais également fortement déséquilibrés dont le reflet a été exprimé par les Rmics très négatifs. Ceci peut trouver son explication dans l'adaptation des moutons de la race Ouled Djellal aux déséquilibres alimentaires par une meilleure efficacité de leur équilibre homéostatique.

Dans cette étude, le stade physiologique (peri- conception ou celui du stade de gestation précoce), n'a pas eu d'influence significative sur le métabolisme énergétique et azoté sauf pour

la triglycéridémie et l'albuminémie une augmentation significative de ces deux paramètres au début de gestation par rapport à l'état d'entretien (lutte) ; bien qu'il y ait des variations qui sont minimales dans les normes physiologiques. Nous relevons également un effet régime très significatif sur l'urémie, et un effet significatif de la note d'état corporelle sur l'albuminémie, les globulinémie et la cholestérolémie durant les trois prélèvements.

Il est important enfin de souligner que le coût de la supplémentation en système semi-intensif est très élevé ; le rapport coût /bénéfice peut s'avérer dissuasif pour les éleveurs (Reagain et al., 2002). Il est de ce fait important d'améliorer l'efficacité de la supplémentation ; où il serait notamment intéressant d'échographier les brebis au début de la gestation et avant la mise-bas pour identifier et séparer les femelles vides des gestantes et celles à portées simples de celles à portées multiples, pour que la supplémentation sera offerte préférentiellement aux plus fragiles. Cela permet au mieux un bon rationnement en fonction des besoins et d'éviter ainsi le trop de gaspillage en nutriments qui se répercutera sur les coûts de production et évitera aux animaux les pathologies liées aux déséquilibres nutritionnels. Ainsi, si pour compenser le manque énergétique lié à la mauvaise qualité des aliments grossiers, les brebis reçoivent une grande quantité de concentrés en une seule fois, elles sont plus sensibles à l'acidose métabolique, qui provoque de l'anorexie et favorise la toxémie de gestation. La maîtrise du rapport protéines/énergie peut représenter une alternative à une utilisation abusive de concentrés préjudiciable pour la santé des brebis (Robinson et al., 2002), En effet, une petite déficience en énergie est relativement tolérable si elle ne s'accompagne pas d'une déficience en protéines ; autrement dit si l'apport protéique en acides aminés issu de la synthèse microbienne est suffisant, il peut couvrir les besoins de la croissance fœtale. En revanche, lorsque les apports protéiques d'origine microbienne sont inférieurs aux besoins, la supplémentation en protéines non dégradables dans le rumen montre ses effets bénéfiques.

## Deuxième expérimentation

Dans cette expérimentation, nous allons présenter et commenter nos résultats relatifs au concentré expérimental consommé par les brebis Ouled Djellal, ainsi qu'à la variation de leurs profils biochimique et hormonal (4 semaines avant la lutte et 3 semaines après) et exposer les effets de ce flushing sur les performances de reproduction des femelles complémentées et de leurs produits.

### 1.1. Etude critique de la composition des aliments et de la ration

#### 1.1.1. La composition des aliments

Le tableau 54 indique la composition chimique des deux concentrés distribués durant l'étude (matière sèche, humidité, amidon, protéines brutes, matière minérale, matière grasse, fibres brutes (exprimée en % de MS)).

Composition chimique de la paille (Ref Chap I)

**Tableau 54 :** Matières premières du concentré expérimental

Matières premières	Poids (gr)	%
Maïs 8.2 (Hu 14)	372,000	37,20
Son fin de blé	420,000	42,00
Soja 48%	180,000	18,00
Carbonate de Ca - Ps 800	180,000	1,00
Sel - PS822	2,000	0,20
SR410 - Ovin-Bovin Vetam	10,000	1,00

Les analyses SPIR des échantillons du concentré révèlent un taux de matière sèche et de fibres brutes comparables entre les deux concentrés (88,4% vs 87,17%) et (5,9% vs 5,6%) pour le témoin et l'expérimental respectivement ; taux qui demeurent inférieurs aux taux obtenus par Haffaf (2011), Safsaf (2014), Meredef (2015) et Belkacem (2019) pour le concentré *ONAB*.

Cependant, une différence significative a été enregistrée en ce qui concerne le taux d'amidon, protéines brutes et de matières minérales entre les deux concentrés. Alors que, les valeurs en matières minérales du concentré expérimental dépassent largement celles obtenues par Haffaf (2011) (1,86%), et Djaalab (2011) (2,37%) pour le concentré *ONAB* et sont inférieures à celles obtenues par Belkacem (2019) (9,3%) pour ce même concentré.

La composition chimique de la ration expérimentale fait ressortir une meilleure teneur en protéines brutes qu'avec une ration témoin (17,36 vs. 10,3 % MS) ; sans doute cette supériorité est due à l'incorporation du tourteau de soja (40%) dans le concentré expérimental. A relever également que, ce taux enregistré est largement supérieur à celui déclaré par Khelifi et al. (2004) et Arbouche (2010) : 12,12%-16,5% de MS et celui enregistré par Lakhadra et al (2016) pour le concentré 12,8%.et par Djaalab (2017) 12,51%. Alors que, celui du concentré témoin est loin d'être inclus dans l'intervalle de ces mêmes auteurs.

Pour la matière grasse, les deux concentrés ont présenté des teneurs loin de la limite inférieure de la fourchette (3,34 % -6,70 %) rapportée par Thomas et Grahn (1988) ; par contre, elles sont proches de celles relevées par Arbouche et al. (2010) (se référer à la 1ère expérimentation), néanmoins le taux de MG enregistré dans la ration expérimentale demeure supérieure à celui enregistré par Djaalab (2017) 2,74 %.

**Tableau 55** : Composition chimique des deux concentrés de l'étude (Témoin et Expérimental).

Aliments	M sèche	Humidité %	Protéines Brute %	Amidon %	Fibres Brute %	M Grasse %	M Minérale %
Témoin	88,4	11,6	10,3	62,00	5,9	1,8	1,3
Expérimental	87,17	12,83	17,36	36,34	5,6	3,23	6,4

De même, le témoin a présenté une composition chimique très proche à celle indiquée pour le concentré **C2** (*de la ferme Ben rabai*) de la 1<sup>ère</sup> expérimentation avec des valeurs respectives en MS, H<sub>2</sub>O, MM, et PB de 88,5%, 11.5%, 5.9%,10.9 %, (se referer a 1ere experimentation). Contrairement aux concentrés de la 1<sup>ère</sup> expérimentation, les concentrés de cette 2<sup>ème</sup> expérimentation surtout le témoin ont présenté des valeurs *plus élevées* en amidon avec respectivement 62.00% et 36.34% pour témoin et expérimental.

### 1.1.2. Les rations

Les calculs des besoins pour chaque catégorie de femelle ont été réalisées selon les recommandations INRA (Jarrige Ed., 1988 ; Hassoun et Bocquier, 2007, INRA, 2018). Dans les tableaux des résultats figuré à côté des besoins recommandés les besoins couverts par les rations et les déséquilibres éventuels de la ration surtout azotés (Equilibre PDIN-PDIE par estimation du  $Rmic = (PDIN - PDIE)/UF$ ).

### 1.1.3. Besoins recommandés et besoins couverts par la ration de préparation et mise à la lutte

D'après le tableau ci-dessous, on observe à première vue une grande différence dans la satisfaction des besoins de brebis des deux lots, où le lot témoin présente un déficit en éléments énergétiques et protéiques comparativement au lot expérimental et aux recommandations de l'INRA (2007 & 2018).

**Tableau 56** : Besoins recommandés, besoins couverts et déséquilibres énergétiques et azotés rapportés aux rations distribuées

Période		Préparation de mise à la lutte et début de gestation			
Catégorie		Lot témoin (CT) Concentré (= 400gr / brebis /jour)		Lot expérimental (CE) Concentré (= 700gr / brebis /jour)	
		Besoins recommandés	Besoins couverts par la ration distribuée	Besoins recommandés	Besoins couverts par la ration distribuée
MSVI		0,88		1,08	
CI		1,43		1,39	
UF	Ent	0,61 (INRA 2007)	0,51	0,61 (INRA 2007)	0,72
		0,64 (INRA 2018)		0,64 (INRA 2018)	
	Flush	0,89 (INRA 2018)		0,89 (INRA 2018)	
PDI (g)		46,30		46,30	
PDIN				90,71	
PDIE				91,70	
Rmic.				-1,48	

**CI** : capacité d'ingestion ; **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'Energie ; **P<sup>0,75</sup>** : Poids métabolique ; **Rmic** : équilibre PDIN-PDIE de la ration(= PDIN-PDIE/UF) ; **UEM** : unité encombrement mouton ; **UF** : unité fourragère.

$$MSVI = CI / VUEM \text{ du fourrage}$$

$$\text{Besoin UF} = PV^{0,75} \times 0,0345$$

$$CI = F * VEF + C * VEC \text{ ( F : fourrage, C : concentré, VE : volume d'encombrement )}$$

$$\text{Capacité ingestion} = (0,100 - 0,01 * NEC) PV^{0,75}$$



Dans le lot témoin, les taux de couverture des besoins énergétiques d'entretien sont très inférieurs de presque 17 % par rapport aux besoins recommandés par l'INRA (2007) 0,51 vs 0,61, et très bas avec presque 20% de moins aux recommandations de l'INRA (2018) avec 0,51 vs 0,64 ; tandis que, pour les besoins lors d'un flushing (= besoins d'entretien x 1.4), ils sont très faibles par rapport aux recommandations INRA (2018) avec 0,51 UF vs 0,89UF avec un manque représentant presque 43%. Quant aux besoins protéiques, on note un déséquilibre d'apport surtout en PDIN par rapport aux recommandations en PDI de l'INRA (2007 & 2018) avec 35,13 vs 46,30g et à un excès des PDIE de la ration avec 55,18g vs 46,30g ; ce qui s'est répercuté sur la valeur du Rmic qui était très négatif avec -39,56, indiquant un manque d'azote dégradable pour la flore microbienne du rumen.

Dans le lot expérimental les besoins énergétiques d'entretien sont largement couverts par rapport aux recommandations de l'INRA (2007 & 2018) avec 0,72 UF vs 0,64UF, toutefois, on note une légère faiblesse par rapport aux besoins recommandés par l'INRA (2018) lors d'un flushing avec 0,72 UF vs 0,89 UF. Concernant les besoins protéiques (PDIN et PDIE), on note une très large satisfaction des besoins, voire même un très léger excès par rapport aux besoins recommandés INRA (2007 & 2018) avec 96,79 g en PDI & 91,70 en PDIE vs 46,30 en PDI. A noter également dans cette ration qu'un certain équilibre protéique a été relevé et qui s'est répercuté sur le Rmic avec une valeur de -1,38.

La valeur énergétique des deux rations, surtout celle du lot expérimental, est proche à celle des rations utilisées dans le même but par Boudchiche et al. (2010) en utilisant quatre rations avec des taux d'incorporation croissant de rebuts de dattes 0%R, 15%R, 30%R, 45%R avec des valeurs de UF 0.78, 0.75,0.74,0.73 respectivement.

La vitesse et l'ampleur de la digestion ruminale des glucides variera selon la nature de ceux-ci et selon l'origine botanique. Les sucres solubles et l'amidon sont rapidement fermentés et que la vitesse de digestion ruminale de l'amidon varie avec son origine botanique. L'amidon du blé, par exemple, majoritairement présent dans le concentré témoin est dégradé très rapidement, et est donc rapidement mis à disposition des microorganismes ; on parle ainsi souvent « d'amidon à dégradation rapide » ou, plus simplement, « d'amidon rapide ». A l'inverse, le maïs, présent à 37% dans le concentré expérimental, possède un amidon qui est dégradé plus lentement ; on parle « d'amidon lent ». D'après Drogoul et al. (2004), l'amidon de l'orge et du blé sont dégradés dans le rumen à raison de 90 à 95 % ; alors que celui du maïs est dégradé selon des proportions nettement moindres (50 à 90 %). Les glucides pariétaux (cellulose et hémicellulose) présent dans la paille, sont quant à eux dégradés lentement et partiellement (de l'ordre de 30 à 50 %) ; alors que, la lignine n'est pas dégradée par le ruminant

(Drogoul et al., 2004). Une fois la digestion achevée, les différents AGV produits sont absorbés à travers la paroi du rumen et constituent ainsi pour le ruminant une source majeure d'énergie, puisqu'ils fournissent 60 à 80 % de l'énergie totale dont il a besoin à l'entretien. Par conséquent, les proportions des différents AGV produits sont principalement fonction aussi de la composition de la ration alimentaire. L'acide acétique est majoritaire (45 à 70 % des AGV totaux), l'acide propionique représente de 15 à 25 % des AGV totaux, et l'acide butyrique 5 à 15 % (Drogoul et al., 2004).

Dans la présente étude, les deux rations alimentaires sont riches en céréales donc la proportion d'acide acétique diminue, et celle d'acide propionique augmente, les proportions des 3 acides seraient plutôt aux alentours de 40 : 40 : 20. (Drogoul et al., 2004).

Le système PDI proposé par l'INRA en 1978, permet d'évaluer les apports alimentaires pour les ruminants en quantifiant le métabolisme des matières azotées d'origine microbienne. L'équilibre entre les apports énergétiques et azotés peut être obtenu pour un aliment si celui-ci contient 160 g de matière azotée dégradable par kg de matière organique fermentescible. (Enjalbert, 2008). Dans le cas d'un aliment mal équilibré en PDIN et PDIE (azote et en énergie), le facteur en excès sera mal valorisé. En effet, les aliments ne contiennent pas tous le même équilibre PDIE / PDIN.

Ainsi, dans notre étude on peut distinguer :

- Un aliment dont la valeur **PDIE > PDIN** : il s'agit des céréales, de certains fourrages de mauvaise qualité. C'est le cas de l'aliment du lot témoin composé d'un concentré ordinaire riche en sous-produit de blé céréale (son de blé) et de la paille de la mauvaise qualité ; ce qui s'est répercuté sur la valeur du Rmic qui a été négative avec -39,56. Cet état reflète un déséquilibre azoté important dans la ration avec un déficit dans la disponibilité d'azote dégradable pour la flore microbienne du rumen, tout en sachant que les matières azotées dégradables constituent le facteur limitant de la protéosynthèse.
- Un aliment dont la valeur **PDIN ≤ PDIE** : c'est le cas de la ration expérimentale composée d'un concentré enrichi par le tourteau de soja 48 ; ce qui a contribué à augmenter la valeur des PDIN de la ration complète et ramener presque à égalité les PDIE et les PDIN (Rmic = -1.48).

Selon Djaalab (2018), les aliments les plus riches, en matière azotée sont les graines oléagineuses et protéagineuses (22 à 40%), tandis que les céréales seraient les plus pauvres (10%). De même, la teneur en matière azotée chez les plantes fourragères varie

de 15 à 35 % MS, elle dépend de leur stade de végétation ainsi que leur aspect botanique (teneurs supérieures des légumineuses par rapport aux graminées).

L'étude de la composition chimique des aliments et de leurs teneurs en PDIN et PDIE nous a permis de composer une ration équilibrée en associant les aliments de manière raisonnée. On a pu ainsi associer un aliment dit « énergétique » qui est le maïs (apport PDIE > Apport PDIN) avec le tourteau de soja dont l'apport PDIN > apport PDIE.

D'après les calculs figurant dans le tableau 55, les apports en PDIN et PDIE dans l'aliment Expérimental sont supérieurs au besoin en PDI ; et que la différence obtenue entre (apports PDIN – apports PDIE) était très faible. Sachant que, la flore synthétise des acides aminés en quantité supérieure aux besoins de l'animal, que le NH<sub>3</sub> produit peut être utilisé pour la protéosynthèse puisque l'apport en PDIE est suffisant. Cet aliment est relativement riche en protéines, que l'excès va permettre une dégradabilité élevée de ces protéines avec une perte accrue du NH<sub>3</sub> au niveau du rumen, d'où une mauvaise utilisation des protéines (Minson, 1990).

Par contre, dans l'aliment témoin l'écart entre les apports PDIN et les apports PDIE est important représentant un manque de presque 37%, où l'apport PDIN était plus faible reflétant un manque d'azote dégradable pour la flore ruminale (écosystème microbien) ; et que même avec le recyclage de l'urée il y a un manque de couverture des besoins en azote de l'animal. Sachant qu'un déficit léger peut être toléré car les microorganismes du rumen peuvent valoriser une certaine quantité d'azote ammoniacal recyclée sous forme d'urée apportée par la salive (INRA, 2007).

Les ovins sont des ruminants qui possèdent la propriété de recycler l'azote alimentaire et l'azote métabolique. Ce recyclage est très important, car il réduit les pertes d'ammoniac et permet de limiter le déséquilibre d'une ration contenant une quantité d'énergie fermentescible supérieure aux capacités de synthèse microbiennes permises par l'azote de la ration. Les mesures de recyclage ont d'ailleurs montré chez le mouton que celui de l'urée à travers la paroi du rumen est une fonction linéaire du rapport CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub> dans le rumen (Remond 1996). Pour opérer ce recyclage, ils réabsorbent l'urée du sang et la sécrètent dans leur salive durant la rumination. Comme cette fonction de valorisation de l'azote semble légèrement plus développée chez les ovins que chez les bovins ; ce qui présume que les ovins peuvent mieux tolérer des rations pauvres en azote que les bovins et que le recyclage d'urée nécessite des apports d'énergie. En effet, la disponibilité en énergie concourt à réguler l'intensité du recyclage d'urée, que ce soit au niveau du rumen ou du l'intestin. Ainsi pour des conditions d'urémie élevée, l'énergie

disponible dans le compartiment fermentaire favorise, si elle est excédentaire par rapport à l'azote disponible, un recyclage de l'urée circulante. (Giraldez et al., 1997).

De point de vue digestibilité des deux rations, elle varie selon des proportions de chaque constituant, Ainsi, les concentrés, riches en amidon, auront une digestibilité élevée, cas du concentré témoin avec 62,00% vs 36,34 pour celui expérimental) laquelle est aussi variable en fonction du type d'aliment (INRA, 1978) ; par contre, un fourrage à un stade de végétation avancé, riche en lignine, aura une digestibilité faible ; lequel dans notre cas est de la paille (Cuvelier et al., 2005).

## **1.2. Effet du flushing sur le profil biochimique et hormonal des brebis Ouled Djellal**

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).

Le profil biochimique de la brebis *Ouled Djellal* a fait l'objet de plusieurs études à travers le pays (Meziane et al., 2001 ; Haffa et al., 2012 ; Deghnouche et al., 2013a ; Safsaf et al., 2014 ; Boudebza, 2015 ; Haffaf et al., 2017 ; Belkacem, 2019). Leurs études ont porté sur l'effet des divers facteurs (à savoir : la race, l'âge, le sexe, le climat et les saisons, le statut physiologique, la parité, la taille de la portée) sur les paramètres sanguins. Cependant l'objectif du présent travail est de connaître 'l'effet du flushing sur le profil biochimique des brebis supplémentées et le lien entre ce profil et la réussite de la maîtrise des cycles et le maintien de la gestation dans la période de la péri-conception.

### **1.2.1. Glycémie**

Les données statistiques concernant les concentrations sériques du glucose durant l'étude sont présentées dans le tableau 57.

Dans le cadre de l'étude de l'influence des divers facteurs sur la glycémie, nous avons relevé que les primipares ont eu une glycémie légèrement supérieure à celle des multipares mais sans signification statistique ; ce qui rejoint en fait les résultats obtenus par Kappel et al. (1984), qui ont noté que les primipares ont une glycémie 10 % plus élevée que les multipares.

Quant aux résultats obtenus dans les deux catégories de portée (simple et double), nous n'avons relevé aucune influence significative ( $p > 0,05$ ) de la taille de la portée sur la glycémie des brebis. Cette constatation est similaire à celle indiquée par Castillo et al. (1999) sur des brebis Assaf et par Boudebza (2015) et Haffaf et al. (2017) chez les brebis OD en période de

gestation ; bien que les glycémies enregistrées chez les brebis à portées multiples soient inférieures à celles des brebis portant un seul fœtus.

**Tableau 57** : Variation de la glycémie (mmol/l)

Glycémie mmol/	Variable	Moyenne ± Ecart-type	95% Intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sexe fœtus	F	3,119 ± 0,122 <sup>a</sup>	2,871	3,368
	F/F	3,247±0,226 <sup>a</sup>	2,786	3,708
	M	3,083±0,160 <sup>a</sup>	2,757	3,408
	M/F	2,920±0,207 <sup>a</sup>	2,499	3,341
	M/M	3,132±0,163 <sup>a</sup>	2,800	3,465
Taille de la portée	Simple	3,108±0,098 <sup>a</sup>	2,909	3,307
	Double	3,083±0,114 <sup>a</sup>	2,852	3,315
Parité	Primipare	3,119±0,099 <sup>a</sup>	2,917	3,321
	Multipare	3,075±0,111 <sup>a</sup>	2,849	3,300
BCS	Maigre	3,164±0,177 <sup>a</sup>	2,804	3,524
	Moyenne	3,083±0,116 <sup>a</sup>	2,847	3,318
	Obèse	3,072±0,117 <sup>a</sup>	2,833	3,311
Régime alimentaire	Expérimental	3,129±0,067 <sup>a</sup>	2,997	3,261
	Témoin	3,116±0,067 <sup>a</sup>	2,984	3,248
Cycle	1 Œstrus	3,125±0,054 <sup>a</sup>	3,019	3,232
	2 Œstrus	3,112±0,097 <sup>a</sup>	2,919	3,305
Prélèvement	Début flushing	3,269±0,064 <sup>a</sup>	3,143	3,396
	Fin flushing	2,975±0,064 <sup>b</sup>	2,849	3,101
Diagnostic de gestation	Négatif	3,061±0,091 <sup>a</sup>	2,881	3,241
	Positif	3,144±0,055 <sup>a</sup>	3,036	3,253

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

D'après Titaouine (2015), la valeur du glucose sérique peut renseigner sur l'apport énergétique de la ration, principalement sur la quantité des précurseurs du glucose produit par la biomasse ruminale. Ainsi, les taux glycémiques de l'ensemble des brebis, quel que soit le statut physiologique, la parité des brebis et la taille de la portée, sont dans les intervalles de référence rapportés par Dubreuil et al. (2005), Kaneko et al. (2008) et Simpraga et al. (2013).

**Tableau 58** : Valeurs références pour la glycémie (gr/l, mmoles/l )

Valeur en gr/l	Valeurs mmoles/l	References
0,35- 0,45	1,94 -2,5 mmol/l	Nelson and Guss, (1992) cité par Balikci et al., 2007
0,42–0,76 0,52 (0,41– 0,65)	2,3-4,2	Brugère-Picoux,2002 ; Dubreuil et al., 2005
	2,0-3,0	Hindson et Winter, 2002; Aitken, 2007
0,50-0,80	2,78- 4,44	Radostits et al., 2006 ;
	2,78- 4,44	Kaneko et al., 2008 ;
0,72	2,9-4,3	Simpraga et al. 2013.

En revanche, ils sont relativement proches de ceux enregistrés sur des brebis Ouled Djellal par Boudebza (2015) et Haffaf et al. (2017) en zone semi-aride et Belkacem (2019) en zone aride, et ils ont été supérieurs à ceux rapportés par Balikci et al. (2007).

Dans le même contexte, nous avons noté que les valeurs glycémiques obtenues sont relativement plus faibles en fin du flushing par rapport au début du flushing. Ainsi, pour Meza-Herrera et al. (2006) et Klimiene et al. (2005) la glycémie est fortement affectée par l'alimentation ; contrairement à Bocquier et al. (1998), qui ont conclu que la glycémie chez les ruminants est un paramètre qui n'est pas très sensible aux différences d'apport alimentaire.

En effet, de nombreux chercheurs ont signalé que les différences dans la composition du régime alimentaire pouvaient affecter les taux de glucose dans le sang (Girou et al., 1971 ; Shetaewi et Ross, 1991 ; Quigley et Bernard, 1992). C'est le cas relevé aussi en Egypte, où El-shahat et al. (2010) ont rapporté que chez les agnelles de race Rahmani âgées de 6 à 7 mois, la supplémentation en sels de calcium a augmenté leur glucose sérique, métabolite essentiel à la fonction de reproduction ainsi la puberté a été atteinte suite à l'activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (bon statut énergétique). Nous n'avons également enregistré aucune différence significative entre les brebis ayant des chaleurs au 1<sup>er</sup> cycle post -synchronisation et celles présentant les chaleurs au 2<sup>ème</sup> cycle. Il en est de même pour le constat de gestation, où aucune différence significative n'a été relevée entre les brebis gestantes et les brebis vides ; ce qui est en concordance avec les résultats rapportés par Ozpinar et Firat (2002) et Boudebza (2015), Belkacem (2019) et en contradiction avec l'étude de Haffaf (2018) qui a fait ressortir une influence hautement significative du stade physiologique sur la glycémie ( $p < 0,001$ ), où les valeurs de la glycémie sont significativement plus faibles chez les femelles gestantes que chez les femelles vides. En revanche, Selvaraju et al. (2012) ont indiqué que la glycémie et les

triglycérides ne différaient pas significativement entre les trois groupes d'agneaux soumis à trois niveaux d'énergie différents (Haut +20%, Bas -20% et Contrôle 100%). Dans le même contexte, Azizi-Shotorkhoft et al. (2012) ont constaté que la concentration de glucose plasmatique n'a pas été affectée par les 3 régimes (Mais, Orge, Mélasse), que cela peut être expliquée par la similarité dans les 3 régimes de la concentration du propionate ruminal, principal précurseur du glucose, obtenu chez tous animaux (Brockman, 1993).

Quant à la relation entre le glucose et la fonction de reproduction, il a été identifié que la disponibilité du glucose est l'un des régulateurs métaboliques agissant comme générateur d'impulsions GnRH chez les ruminants ; et que ce générateur d'impulsions GnRH hypothalamique peut être supprimé par la glucoprivation induite par 2- déoxy-glucose (2DG) ou l'hypoglycémie induite par l'insuline chez des chèvres ovariectomisées traitées par l'oestradiol (Ohkura et al., 2004). Des résultats initiés déjà par Medina et al. (1998), où il a été constaté une diminution des concentrations de glucose suite à l'administration intra-veineuse de l'insuline par inhibition des impulsions de LH. Il a été également rapporté que le GnRH, tout en favorisant l'augmentation d'utilisation du glucose dans la glande pituitaire ; cela indique que dans l'hypophyse, le GnRH règle métabolisme du glucose, la synthèse et la sécrétion des gonadotropines (Harris et al., 2012). Il en a été de même, par les travaux d'Ohkura et al. (2004) qui ont rapporté que chez les ovins, l'administration d'un inhibiteur du glucose inhibait la sécrétion pulsatile de LH. Ceci explique l'importance qu'a le glucose dans le bon fonctionnement de l'activité de reproduction chez la femelle ; où le glucose peut affecter positivement le métabolisme ovarien chez la femelle ovine en agissant comme substrat énergétique et un stimulateur pour l'absorption ovarienne des précurseurs nécessaires pour la biosynthèse des hormones stéroïdes. D'ailleurs, ces mêmes auteurs ont suggéré que le glucose peut favoriser l'absorption du cholestérol aussi dans les cellules ovariennes.

### **1.2.2. Cholestérolémie**

Le cholestérol est le précurseur des hormones sexuelles telles que la progestérone, desacides biliaires et de la vitamine D3. C'est un composant essentiel des membranes cellulaires, dans lesquelles il joue un rôle important sur la fluidité, la stabilité et la perméabilité.

Les cholestérolémies obtenues dans notre étude sont élevées chez brebis obèses multipares et chez celles ayant des portées doubles mâles. Par contre, l'effet du niveau de l'alimentation était non significatif, même avec des valeurs légèrement supérieures dans le lot témoin que dans le lot expérimental avec 1,423 et 1,366 mmol/l respectivement, et que cela est en opposition avec ce qui a été rapporté par Boudebza (2015) signifiant que la cholestérolémie

peut être considérée comme l'indicateur des variations alimentaires le plus fiable et où la cholestérolémie est hautement corrélée aux divers apports alimentaires. D'après Ozpinar et al. (1995), chez les ruminants, les taux de cholestérol sérique sont modifiés par différents facteurs, par exemple, la composition de la ration alimentaire, l'âge, le sexe, la race, la saison, la gestation, la lactation et les maladies du foie et des voies biliaires. Ainsi, la cholestérolémie varie avec le niveau énergétique de la ration ; où elle est plus élevée lors de ration riche (Mosaad et Derar, 2009) ou faible en énergie (Mosaad et Derar, 2009 ; Mazur et al., 2009). Ceci est également confirmé par les travaux de Hafez (2009), lequel ayant travaillé sur deux lots d'agneaux Rahmani (8-9mois) recevant deux niveaux énergétiques différents (Haut et bas), a obtenu des cholestérolémies totales moyennes respectivement de  $0,52 \pm 0,15$  et  $0,42 \pm 0,16$  g/L, mais sans effet significatif. Il en est également des travaux de Selvaraju et al. (2012), qui ont rapporté que le taux de cholestérol était significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevé dans le groupe ayant reçu un niveau optimal d'énergie que dans le groupe à faible énergie ; suggérant probablement une influence de l'énergie sur la biosynthèse et la reproduction des stéroïdes. Alors qu'en établissant la relation de la cholestérolémie avec le stade physiologique, nous avons enregistré certes des différences, mais statistiquement non significatives, entre le 1er et le 2<sup>ème</sup> cycle oestral, de même qu'entre les brebis gestantes et vides ; ce qui est en concordance avec les observations d'Iriadam (2007), lequel a rapporté des variations de la teneur en cholestérol sanguin, en tant que précurseur des hormones stéroïdes, au cours de l'oestrus et de la gestation. Etant donné, que le cholestérol, en tant que précurseur de la synthèse des stéroïdes (oestrogènes et progestagènes), peut altérer leur concentration dans le sang en 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).

A cela, il a été observé chez la vache une corrélation positive entre les concentrations de cholestérol et l'expression de l'oestrus à la première ovulation, l'intervalle vêlage- conception et la probabilité de conception et de gestation (Zurek et al., 1995). Dans le même contexte Zineddine (2018), lors d'une étude portant sur l'influence du niveau de la complémentation énergétique sur les performances de croissance et sur l'activité sexuelle chez les agneaux de race Ouled Djellal depuis le sevrage jusqu'à la puberté, l'analyse de la variance a révélé l'effet significatif du niveau de l'alimentation ( $p < 0,001$ ) chez les agneaux des deux lots (haut et bas). Toutefois, l'auteur a supposé que l'effet bénéfique de la supplémentation énergétique augmente la concentration des chylomicrons nécessaires à l'absorption du cholestérol provenant de l'intestin grêle tout en rappelant que le cholestérol est une source de production des stéroïdes chez les mammifères. Cependant, Hafez (2009) a rapporté l'absence d'effet significatif des



niveaux d'énergie alimentaire chez les agneaux Rahmani (8 à 9 mois âge de puberté) sur la cholestérolémie.

**Tableau 59** : Facteurs de Variation de la Cholestérolémie

Cholestérolémie mmol/l	Variable	Mean± ecart type	95% intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sexe fœtus	F	1,394±0,049 <sup>a</sup>	1,293	1,494
	F/F	1,360±0,092 <sup>a</sup>	1,174	1,546
	M	1,356±0,065 <sup>a</sup>	1,225	1,488
	M/F	1,349±0,084 <sup>a</sup>	1,179	1,519
	M/M	1,428±0,066 <sup>a</sup>	1,294	1,562
Taille de la portée	Simple	1,382±0,039 <sup>a</sup>	1,302	1,462
	Double	1,392±0,046 <sup>a</sup>	1,299	1,486
Parité	Primipare	1,297±0,040 <sup>a</sup>	1,216	1,379
	Multipare	1,468±0,045 <sup>a</sup>	1,377	1,559
BCS	Maigre	1,340±0,071 <sup>a</sup>	1,194	1,486
	Moyenne	1,398±0,047 <sup>a</sup>	1,302	1,493
	Obèse	1,402±0,047 <sup>a</sup>	1,305	1,499
Régime alimentaire	Expérimental	1,366±0,039 <sup>a</sup>	1,289	1,444
	Témoin	1,423±0,039 <sup>a</sup>	1,345	1,501
Cycle	1 Œstrus	1,365±0,031 <sup>a</sup>	1,303	1,427
	2 Œstrus	1,492±0,057 <sup>a</sup>	1,379	1,604
Prélèvement	Début flushing	1,394±0,039 <sup>a</sup>	1,316	1,472
	Fin flushing	1,395±0,039 <sup>a</sup>	1,317	1,473
Diagnostic de gestation	Négatif	1,406±0,054 <sup>a</sup>	1,299	1,512
	Positif	1,391±0,033 <sup>a</sup>	1,326	1,455

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

**Tableau 60** : Valeurs de référence (mmol/l)

Valeurs	Références
1,3- 3,6	Mollereau et al. (1995)
1,34-1,96	Dubreuil et al. (2005)
1,05-1,50	Radostits et al. (2006)
1,35 – 1.97	Kaneko (2008)
1,3- 2,0	Constable et al. (2017)

### 1.2.3. Triglycéridémie

Les valeurs obtenues au cours de l'expérimentation chez toutes les catégories sont presque toutes situées dans l'intervalle décrit par Mollereau et al. (1995) (0,14- 0,44mmol/l), Méziane (2001) (0,24 ± 0,09mmol/l) et supérieures à la moyenne enregistrée par Haffaf et al. (2012) (0,17±0,01mmol/l). Cependant, ces valeurs demeurent inférieures à celles décrites par Dubreuil et al., 2005) (0,57± 0,21), Ndoutamia et Ganda, 2005 et Karapehliyan et al. (2007) avec 0,50 ± 0,19 (g/l) et 0,85 ± 0,01 (g/l) respectivement. A savoir que chez les ruminants, la concentration plasmatique en triglycérides est très basse comparativement aux autres espèces ;

et que, leur sécrétion est limitée lors de déficience énergétique et augmentée lors de lipomobilisation (Mazur et al. 2009).

Les résultats figurant au tableau 61 révèlent que les moyennes des femelles non gestantes sont identiques à celles des brebis gestantes pour le facteur régime alimentaire, malgré que les brebis du lot expérimental aient présenté des concentrations plus élevées par rapport à celles du lot témoin. Ce résultat est en accord avec le constat de Mosaad and Derar (2009) qui ont relevé des valeurs plus élevées dans le lot de brebis recevant une ration hautement énergétique (lipémies élevées) par rapport aux animaux témoins avec une ration à faible niveau énergétique. Alors qu'en référence à la parité, les concentrations enregistrées chez les primipares ( $0,213 \pm 0,010$  mmol/l) sont supérieures à celles des multipares ( $0,187 \pm 0,011$  mmol/l). Quant à l'effet NEC, nous relevons que les brebis obèses ont présenté des valeurs supérieures aux autres groupes (NEC moyenne et faibles) avec  $0,233 \pm 0,012$  mmol/l vs  $0,170 \pm 0,011$  et  $0,191 \pm 0,018$  ; mais sans exprimer un effet significatif.

L'analyse statistique des résultats, n'a révélé aucune influence significative du stade physiologique, de la taille de la portée, le sexe des agneaux et la NEC sur les concentrations sériques des triglycérides. Néanmoins, une différence significative a été enregistrée entre les deux prélèvements (début flushing et fin flushing) avec une supériorité pour celui pris à la fin du flushing ( $0,226 \pm 0,008$  mmol/l) témoignant ainsi l'effet du flushing sur le profil biochimique de ce paramètre.

#### **1.2.4. Urémie**

L'urée constitue un bon indicateur de l'apport azoté chez les ovins et les caprins (Gürgöze et al., 2009) tout comme l'urée dans le lait (Journet et al., 1995 ; Hof et al., 1995 ; Broderick and Clayton, 1997 ; Cannas et al., 1998 ; Khaled et al., 1999 ; Marton et al., 2009 ; Braun et al., 2010), où ces deux paramètres sont bien corrélés chez les femelles ruminants (Khaled et al., 1999). L'urémie est dépendante du taux de protéines des aliments et d'ammoniac généré dans le rumen ; elle est largement utilisée pour révéler le rapport ou les déséquilibres du métabolisme protéique et du rapport protéines/énergie dans la ration chez les ruminants (Preston et al., 1965).

**Tableau 61** : Facteurs de variation de la Triglycéridémie

Triglycéridémie mmol/l	Variable	Moyenne ± écart type	95% Intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sex fetus	F	0,198±0,012 <sup>a</sup>	0,174	0,223
	F/F	0,203±0,022 <sup>a</sup>	0,158	0,249
	M	0,209±0,016 <sup>a</sup>	0,177	0,242
	M/F	0,216±0,021 <sup>a</sup>	0,174	0,258
	M/M	0,183±0,016 <sup>a</sup>	0,150	0,216
Taille de la portée	Simple	0,202±0,010 <sup>a</sup>	0,182	0,222
	Double	0,196±0,011 <sup>a</sup>	0,173	0,219
Parité	Primipare	0,213±0,010 <sup>a</sup>	0,193	0,233
	Multipare	0,187±0,011 <sup>a</sup>	0,164	0,209
BCS	Maigre	0,191±0,018 <sup>a</sup>	0,155	0,227
	Moyenne	0,170±0,011 <sup>a</sup>	0,146	0,193
	Obèse	0,233±0,012 <sup>a</sup>	0,209	0,257
Régime alimentaire	Expérimental	0,205±0,008 <sup>a</sup>	0,188	0,221
	Témoin	0,198±0,008 <sup>a</sup>	0,181	0,215
Cycle	1 Œstrus	0,205±0,007 <sup>a</sup>	0,191	0,218
	2 Œstrus	0,190±0,012 <sup>a</sup>	0,166	0,215
Prélèvement	Début flushing	0,176±0,008 <sup>a</sup>	0,161	0,192
	Fin flushing	0,226±0,008 <sup>b</sup>	0,211	0,242
Diagnostic de gestation	Négatif	0,203±0,012 <sup>a</sup>	0,180	0,226
	Positif	0,201±0,007 <sup>a</sup>	0,187	0,214

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

Les valeurs obtenues (Tableau 62) sont situées dans les fourchettes physiologiques rapportées par Hindson et Winter (2002), Morgante (2004), Radostis et al. (2006) et Kaneko et al (2008) ; fourchettes variant dans l'intervalle de 2,86 à 10,0 mmol/l. Par contre, elles sont supérieures à celles rapportées par Safsaf (2014), Belkacem (2019).

L'analyse statistique des résultats, n'a fait ressortir aucune influence significative du stade physiologique, de la taille de la portée, le sexe des agneaux et la NEC sur l'urémie, Par contre, elle a révélé une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les régimes alimentaires d'une part, et entre les deux moments du prélèvement d'autre part.

**Tableau 62** : Variation de l'urémie (mmol/l)

Urémie	Variable	Moyenne ± écart type	95% Intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sex fetus	F	6,478±0,215 <sup>a</sup>	6,040	6,916
	F/F	5,922±0,398 <sup>a</sup>	5,110	6,733
	M	6,146±0,282 <sup>a</sup>	5,572	6,719
	M/F	5,922±0,364 <sup>a</sup>	5,181	6,662
	M/M	6,175±0,287 <sup>a</sup>	5,590	6,760
Taille de la portée	Simple	6,373±0,172 <sup>a</sup>	6,023	6,723
	Double	6,055± 0,200 <sup>a</sup>	5,647	6,462
Parité	Primipare	6,270±0,175 <sup>a</sup>	5,915	6,626
	Multipare	6,163±0,195 <sup>a</sup>	5,766	6,561
BCS	Maigre	6,319±0,311 <sup>a</sup>	5,685	6,952
	Moyenne	6,177±0,203 <sup>a</sup>	5,763	6,592
	Obèse	6,195±0,207 <sup>a</sup>	5,774	6,615
Régime alimentaire	Expérimental	5,766±0,139 <sup>a</sup>	5,490	6,042
	Témoin	6,892±0,139 <sup>b</sup>	6,616	7,168
Cycle	1 Œstrus	6,332±0,127 <sup>a</sup>	6,080	6,583
	2 Œstrus	6,320±0,231 <sup>a</sup>	5,864	6,777
Prélèvement	Début flushing	6,684±0,151 <sup>a</sup>	6,386	6,982
	Fin flushing	5,974±0,151 <sup>b</sup>	5,676	6,272
Diagnostic de gestation	Négatif	6,391±0,216 <sup>a</sup>	5,964	6,818
	Positif	6,306±0,130 <sup>a</sup>	6,049	6,564

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

Cette différence pourrait s'expliquer par un effet du régime alimentaire autrement dit la valeur énergétique du blé dans le lot témoin était beaucoup plus élevée que celle du maïs dans le lot expérimental. Etant donné, que la composition des deux rations était différente ; où celle du lot expérimental était plus riche et équilibrée en azote (PDIN= PDIE) et un Rmic proche de 1 (= -1,38) comparativement à celle du lot témoin qui est déficitaire et trop déséquilibrée dans les apports azotés (PDIE>PDIN). Les effets du métabolisme protéique excédentaire sur la reproduction et la fertilité sont très importants. Ainsi, un régime générant assez d'ammoniac (régime riche en protéines) permet d'augmenter la concentration sérique d'ammoniac et d'urée et les concentrations d'azote uréique associées à une diminution de la fertilité chez les vaches laitières (Butler, 1998). Alors qu'un déficit en

PDIN dans le rumen entraîne une baisse de l'activité microbienne, avec comme conséquence une baisse de la digestibilité et une baisse de la consommation (Poncelet, 2006).

C'est ce qu'on observe dans le régime témoin où la masse volontairement ingérée est faible par rapport à celle du lot expérimental. D'ailleurs la faiblesse de l'urémie observée dans le lot expérimental peut faire penser que malgré des apports excessifs d'azote, le rapport protéines/énergie est plus ou moins correcte, ce qui est exprimé dans le Rmic très faible ( $=-1.38$ ). Cette observation est en accord avec celle rapportée par Hassoun et al. (2018) qui ont relevé des niveaux d'urée dans le lait plus faibles dans des lots de brebis laitières Lacaune avec apports azotés plus élevés (avec taux de couvertures à 115% des besoins énergétiques (UFL) et 125% des besoins azotés (PDI) que dans des lots avec apports énergétiques de 100% et azotés de 105%. Ainsi, il est recommandé et est préférable que le déséquilibre serait du côté d'un déficit en PDIN car l'urée recyclée par la salive permet de compenser un léger déficit (inférieur à 14 grammes) (Poncelet, 2006) ; ce qui s'est reflétée sur la quantité de matière sèche volontairement ingérée qui a été plus faible dans le lot témoin que dans le lot expérimental avec respectivement 0,88kg et 1,08kg de MSVI.

Il y a lieu également de signaler l'effet de la supplémentation énergétique sur les valeurs urémiques ; où Lakhdara (2014) a obtenu un taux significativement élevé en urée plasmatique pour un groupe d'ovins ingérant 20% de noyaux de dattes dans la ration ; élévation qui a été attribuée l'augmentation des fermentations microbiennes du rumen. Ce qui est en concordance avec les travaux de Kennedy et Milligan (1978) qui ont observé que la complémentation par des grains riches en amidon ou des pulpes sèches, tout en fournissant de l'énergie, elle facilite et permet la capture de l'urée par les microorganismes dans le rumen (NRC, 2007).

Dans notre étude, un effet significatif du stade physiologique a été observé, les brebis en période de lutte (début flushing), enregistraient une urémie élevée ( $6.684 \pm 0,151$  mmol/l) puis diminue en début de gestation (fin flushing) ( $5.974 \pm 0,151$ ). Des résultats similaires ont été obtenus par Djallab et al. (2018), les auteurs ont remarqué que les brebis en période de lutte enregistraient une urémie élevée ( $0,33 \pm 0,01$  g/l ;  $p < 0,01$ ) puis chute significativement en début de gestation ( $0,23 \pm 0,01$  g/l ;  $p < 0,001$ ) pour augmenter en fin de gestation ( $0,40 \pm 0,02$  g/l) et enfin atteindre son pic plasmatique en période de lactation ( $0,45 \pm 0,03$  g/l).

### **1.2.5. Protéïnémie**

Toutes les valeurs des protéines totales circulantes observées au cours des différentes périodes sont situées dans les limites physiologiques décrites par les auteurs (Mollereau et al., 1995 ; Radostits et al., 2006 ; Kaneko et al., 2008 ; Deghnouche et al., 2011 ; Haffaf et al., 2012 ; Safsaf 2014 ; Boudebza et al., 2017 ; Belkacem (2019).

**Tableau 63** : Variation de la Protéïnémie (g/l)

Protéïnemié	Variable	Moyenne ± écart type	95% Intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sex foetus	F	75,095± 1,243 <sup>a</sup>	72,564	77,627
	F/F	71,517±2,304 <sup>a</sup>	66,824	76,209
	M	77,669±1,629 <sup>a</sup>	74,351	80,987
	M/F	72,267±2,103 <sup>a</sup>	67,983	76,550
	M/M	71,887±1,661 <sup>a</sup>	68,503	75,270
Taille de la portée	Simple	75,908±0,994 <sup>a</sup>	73,884	77,933
	Double	71,948±1,157 <sup>a</sup>	69,592	74,304
Parité	Primipare	76,337±1,009 <sup>a</sup>	74,281	78,393
	Multipare	71,760±1,129 <sup>a</sup>	69,461	74,059
NEC	Maigre	73,425±1,798 <sup>a</sup>	69,762	77,088
	Moyenne	74,383±1,177 <sup>a</sup>	71,986	76,780
	Obèse	73,742±1,195 <sup>a</sup>	71,308	76,175
Régime alimentaire	Expérimental	73,170±0,825 <sup>a</sup>	71,535	74,805
	Témoin	76,623±0,825 <sup>b</sup>	74,989	78,258
Cycle	1 œstrus	75,305± 0,686 <sup>a</sup>	73,946	76,665
	2 œstrus	73,554±1,244 <sup>a</sup>	71,089	76,018
Prélèvement	Début flushing	73,818±0,844 <sup>a</sup>	72,147	75,489
	Fin flushing	75,975±0,844 <sup>a</sup>	74,304	77,646
Diagnostic de gestation	Négatif	74,256±1,169 <sup>a</sup>	71,941	76,572
	Positif	75,130±0,705 <sup>a</sup>	73,733	76,526

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

L'analyse statistique a révélé une seule différence significative, qui est celle relative au facteur régime alimentaire avec des protéïnémies de  $73,17 \pm 0,82$  g/l vs  $76,62 \pm 0,82$  g/l pour respectivement lot expérimental et lot témoin. D'ailleurs, cette élévation observée suit celle précédemment relevée dans l'urémie ; ce qui peut être expliquée par la richesse relative du régime témoin en PDIE, ramenant une production accrue d'urée. A cette dernière, il s'ensuit une élévation de l'urémie rejoignant ainsi les données rapportées par Sauvant et Van Milgen, (1995) stipulant qu'il y a une élévation de l'urémie lors d'une combinaison azote et glucides à digestion rapide par rapport à une combinaison azote rapide et glucides lents. Cela s'est

répercuté sur les valeurs du Rmic dans les deux lots avec -1,38 contre -39,56 pour régime expérimental vs régime témoin ; où le premier étant plus équilibré que le second. Notre résultat est contradictoire avec Abdel-Salam (2003) qui a rapporté que les protéines totales sériques du sang ne différaient pas significativement entre les groupes d'agneaux nourris de 2 à 2,5% du poids corporel avec un mélange de concentré élevé. C'est également, le même constat auquel sont arrivés Hafez (2009), sur des agneaux en âge de puberté, et Shahin et al. (2004) sur des veaux buffles ayant reçu trois différents niveaux d'énergie. Dans le même contexte, Aboud et Boumella (2012), Lakhdara (2014) et Benatallah (2015) en supplémentant la ration des brebis gestantes avec des noyaux de dattes, n'ont noté aucune variation significative de la protéinémie entre les deux lots (témoin vs. noyaux de dattes). Par contre, Chachoua (2015) a enregistré une protéinémie élevée chez les brebis ingérant de la paille traitée à l'urée par rapport au lot témoin.

Pour l'effet parité, aucune signification statistique n'a été observée entre les primipares avec une protéinémie  $76,337 \pm 1$  g/l légèrement plus élevées par rapport à celle des multipares avec  $71,760 \pm 1,12$  g/l. Ce constat est contradictoire à celui de Safsaf (2014), qui a enregistré  $68,01 \pm 9,63$  g/l chez les primipares et  $74,35 \pm 6,63$  g/l chez les multipares. Les moyennes des protéinémies dépassant 76 g/l sont observées chez les brebis portant un foetus de sexe mâle, chez celles soumises au régime témoin et chez les primipares. Alors que, les valeurs les plus faibles situées sous la barre de 72g/l sont relevées chez les brebis portant des doubles (M/M et F/F) et chez les multipares. Quant à l'effet de l'état, nous avons relevé des protéinémies basses chez les brebis vides ( $74,25 \pm 1,16$ g/l) par rapport aux gestantes

( $75,13 \pm 0,70$ g/l) ; et cela est en accord avec Deghnouche et al. (2011), qui ont rapporté des valeurs basses chez les brebis vides Ouled Djellal vivant en zone aride que chez des brebis en lactation. Cependant les valeurs enregistrées sont plus élevées que celles enregistrées par Haffaf et al. (2012) pour la même période de gestation (j0-j30) ( $67,9 \pm 1,11$ g/l). Nos résultats sont contradictoires avec ceux obtenus par Antunović et al. (2004) et Boudebza (2015). D'ailleurs, Antunović et al., (2004) ont rapporté des variations de la concentration des protéines totales en fonction du statut physiologique, où la protéinémie était plus élevée chez les brebis vides que chez les gestantes, et beaucoup plus que chez celles allaitant ou en lactation.

#### **1.2.6. L'albuminémie**

Les protéines totales plasmatiques communément dosées en biochimie clinique sont composées de l'albumine et de globulines. Les globulines comprennent des fractions alpha ( $\alpha$ ), bêta ( $\beta$ ) et gamma ( $\gamma$ ). L'albumine est synthétisée par le foie et les globulines par les plasmocytes (Thomas, 2000). La concentration plasmatique de l'albumine reflète en partie la

capacité fonctionnelle de cet organe. Les concentrations sériques de l'albumine observées dans cette étude sont situées dans les limites des intervalles de référence de la plupart des auteurs (Hindson and Winter, 2002 ; Kaneko et al., 2008 ; Simpraga et al., 2013 ; Safsaf et al., 2014 ; Boudebza, 2015 ; Belkacem et al., 2018). Toutefois, nos valeurs sont supérieures à celles observées par Haffaf et al. (2012) avec une moyenne  $26,2 \pm 0,88$  g/l en période de début de gestation pour la brebis Ouled Djellal.

A l'observation des résultats, nous relevons que l'albuminémie suit les mêmes évolutions que celles des protéinémies totales précédemment étudiées, alors qu'à l'analyse, les seules différences significatives observées dans le profil biochimique sont celles liées aux facteurs : période de prélèvement (début vs fin du flushing) et nature du régime alimentaire (témoin vs expérimental). Ceci est en accord avec Hoffman et al., (2001) qui ont rapporté l'existence d'une relation directe entre le statut nutritionnel ou plus précisément entre l'ingestion des protéines et le taux sérique d'albumine mais avec un délai de réaction plus long que pour l'urée.

Donc, il est probable que de meilleures conditions d'alimentation des animaux peuvent engendrer des augmentations de ce paramètre dans le long terme, Alors que, la différence significative relevée entre les deux lots peut être expliquée par la différence des niveaux d'apports protéiques ; et ce qui est en contradiction avec Lynch and Jackson, (1983) qui ont obtenu chez des brebis soumises à différents niveaux d'apports protéiques dans les deux derniers mois de gestation, des albuminémies variant avec le niveau d'apport protéique et exprimant des différences très significatives ( $p < 0,01$ ), Ce qui suggère que la diminution d'albumine peut être observée sous des statuts protéiques bas avec comme résultante une baisse de la synthèse hépatique d'albumine (Lynch and Jackson, 1983 & Van Saun, 2009).

A l'analyse statistique, aucun des autres facteurs de variation, parité, état physiologique (gravide ou non), taille de la portée, sexe des foetus, cycle oestral (1er ou 2ème) et note d'état corporel, n'a révélé de différence significative. A signaler que, les concentrations plasmatiques en protéines totales et en albumine ont été plus élevées chez primipares que chez les multipares, résultats contradictoires à ceux de Bonev et al. (2012) et Safsaf (2014), Boudebza (2015). Cependant, les valeurs enregistrées chez les multipares sont presque identiques à celles obtenues par Safsaf (2014) chez des brebis Ouled Djellal avec  $31,37 \pm 3,47$  g/l.



**Tableau 64** : Variation de l'albuminémie (g/l)

L'albuminémie	Variable	Moyenne ± écart type	95% Intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sex fetus	F	32,020±0,462 <sup>a</sup>	31,078	32,962
	F/F	31,100±0,857 <sup>a</sup>	29,354	32,846
	M	31,931±0,606 <sup>a</sup>	30,696	33,165
	M/F	32,367±0,782 <sup>a</sup>	30,773	33,960
	M/M	31,700±0,618 <sup>a</sup>	30,441	32,959
Taille de la portée	Simple	31,992±0,370 <sup>a</sup>	31,239	32,745
	Double	31,816±0,430 <sup>a</sup>	30,939	32,692
Parité	Primipare	32,447±0,376 <sup>a</sup>	31,682	33,212
	Multipare	31,415±0,420 <sup>a</sup>	30,560	32,270
BCS	Maigre	30,675±0,669 <sup>a</sup>	29,312	32,038
	Moyenne	31,912±0,438 <sup>a</sup>	31,020	32,803
	Obèse	32,551±0,444 <sup>a</sup>	31,646	33,456
Régime alimentaire	Expérimental	31,488±0,397 <sup>a</sup>	30,702	32,275
	Témoin	33,217±0,397 <sup>b</sup>	32,430	34,003
Cycle	1 Œstrus	32,275±0,333 <sup>a</sup>	31,616	32,934
	2 Œstrus	32,607±0,604 <sup>a</sup>	31,412	33,803
Prélèvement	Début flushing	31,250±0,387 <sup>a</sup>	30,484	32,016
	Fin flushing	33,455±0,387 <sup>b</sup>	32,689	34,221
Diagnostic de gestation	Négatif	32,669±0,564 <sup>a</sup>	31,551	33,786
	Positif	32,237±0,340 <sup>a</sup>	31,564	32,911

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

### 1.2.7. La globulinémie

Les données statistiques concernant les valeurs sériques de la globuline entre les deux lots en fonction de la note d'état corporel et la taille de portée sont présentées dans le tableau 65. Sachant que les globulines circulantes ont été obtenues à partir de la soustraction de la fraction albuminique de celle des protéines totales, donc elles expriment une haute et étroite corrélation avec les protéines totales sériques. Elles ont révélé des différences significatives entre les deux lots pour les facteurs de variation de la NEC (brebis obèses) et taille de la portée (portée double) uniquement. C'est le cas également des observations de Caldeira et al. (2007b), lesquels en faisant varier les régimes alimentaires des brebis, pour élever la NEC chez les sous-

alimentées (de 1.25 à 4.0) ou rabaisser celle des brebis suralimentées (4.0 à 1.25) ; où ils ont relevé une corrélation positive entre la globulinémie et la NEC, en obtenant des valeurs hautes avec des NECs élevées et basses avec des NECs faibles. Mais globalement, nous observons que les globulinémies sont plus élevées dans le lot témoin que dans le lot expérimental ; tout en constatant également qu'elles suivent la même évolution que celles des protéinémies et des albuminémies. C'est chez les brebis portant un seul produit et les obèses du lot témoin que sont relevées les valeurs les plus hautes avec  $45,68 \pm 1,16$  g/l et  $44,25 \pm 1,16$  g/l respectivement ; alors que, dans le lot expérimental, seules les brebis maigres ont présenté une globulinémie plus élevée avec  $44,38 \pm 2,3$  g/l. Ceci est en désaccord avec les observations rapportées par Annicchiarico et al. (2007), stipulant que la globulinémie varie dans le même sens avec le régime alimentaire en suivant celle de la protéinémie.

**Tableau 65** : Variation de la globulinémie (g/l) en fonction de l'état corporel et la taille de la portée (Moyenne  $\pm$  écart type)

Paramètre		Expérimental	Témoin
Note état corporel	Maigre	$44,38 \pm 2,3_a$	$41,92 \pm 1,28_a$
	Moyenne	$41,51 \pm 1,17_a$	$43,27 \pm 0,86_a$
	Obèse	$39,44 \pm 1,06_a$	$44,25 \pm 1,16_b$
Taille de portée	Vide	$40,44 \pm 1,18_a$	$42,74 \pm 1,17_a$
	Simple	$42,76 \pm 0,97_a$	$45,68 \pm 1,16_a$
	Double	$38,08 \pm 1,24_a$	$42,76 \pm 1,40_b$

Les moyennes d'une même ligne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

### 1.2.8. Corrélation entre les paramètres sériques biochimiques

Cette étude a permis de mettre en évidence des variations entre les deux concentrés et entre les deux périodes de prélèvements (Début flushing et Fin flushing) des concentrations plasmatiques de tous les paramètres du métabolisme protéique. A cet effet, nous constatons que la période du fin flushing est la période durant laquelle on observe les changements biochimiques les plus importants, en relation avec le régime alimentaire et le début de gestation (j24). La corrélation entre les protéines et l'albumine étant étroite, du fait que cette dernière constitue la fraction la plus importante ; et suite à cela, les paramètres du métabolisme protéique ont suivi les mêmes fluctuations durant toute la période de l'étude.

L'analyse de la corrélation de Pearson entre protéinémie et albuminémie a permis d'avoir des coefficients témoignant d'une bonne corrélation  $\rho = 0,404$  d'une part et entre protéinémie et la globulinémie d'une autre  $\rho = 0,877$ . Nous avons relevé que les valeurs

obtenues de l'albuminémie sont relativement bien corrélées avec la NEC ( $\rho = 0,312$ ). Ce constat est en accord avec les observations de Caldeira et al. (2007a, b), qui ont relevé de bonnes corrélations positives entre la NEC et l'albuminémie ; où les valeurs rapportées étaient de  $26,25 \pm 0,81$ ,  $37,00 \pm 0,56$  et  $37,54 \pm 0,71$  g/l pour respectivement des NEC de 1,25, 2,5 et 3,5.

Le profil biochimique obtenu dans le lot expérimental est comparable à celui obtenu par El-Tarabany et al. (2018), ajout de tourteau d'olive dans les régimes à un taux de 15 % a entraîné une diminution significative de l'albumine, les protéines totales, des lipides totaux, du cholestérol. Il est clair que les concentrations élevées de l'urée du lot témoin, témoignent plutôt d'une ration non équilibrée et présentent un déséquilibre entre le rapport PDIN/PDIE. La hausse des valeurs de l'urémie, protéines totales et albumine à la fin de flushing pour les deux lots, coïncide avec le début de la mise à l'herbe (mois de Mai). En effet l'herbe jeune est une source importante d'azote dégradable : en moyenne la dégradabilité théorique de l'azote sur les fourrages verts est aux environs de 80% (Le Goffe, 1993), et que les protéines végétales ingérées sont très solubles et donc rapidement dégradées en ammoniac dans le rumen (Wallace, 1991).

**Tableau 66** : Effet du régime alimentaire sur les paramètres biochimiques

	Experimental (n=30 brebis)		Témoin (n=30 brebis)	
	Début flushing	Fin flushing	Début flushing	Fin flushing
	Moyenne $\pm$ SEM	Moyenne $\pm$ SEM	Moyenne $\pm$ SEM	Moyenne $\pm$ SEM
Gly mmol/l	$3,48 \pm 0,07^a$	$2,78 \pm 0,07^b$	$3,06 \pm 0,10^a$	$3,17 \pm 0,09^a$
Uree mmol/l	$6,24 \pm 0,18^a$	$5,29 \pm 0,13^b$	$7,13 \pm 0,19^a$	$6,66 \pm 0,22^a$
PT g/l	$72,5 \pm 1,3^a$	$73,8 \pm 1,3^a$	$75,1 \pm 0,9^a$	$78,1 \pm 1,1^b$
Alb g/l	$30,5 \pm 0,6^a$	$32,5 \pm 0,6^b$	$32,0 \pm 0,4^a$	$34,4 \pm 0,5^b$
Chol mmol/l	$1,36 \pm 0,06^a$	$1,37 \pm 0,04^a$	$1,43 \pm 0,07^a$	$1,42 \pm 0,05^a$
Tri-Gly mmol/l	$0,18 \pm 0,01^a$	$0,23 \pm 0,01^b$	$0,17 \pm 0,01^a$	$0,23 \pm 0,01^b$

Remarque : Les valeurs de la même ligne et du même sous-tableau ne partageant pas le même indice sont significativement différentes à  $p < 0,05$  dans le test d'égalité bilatéral pour les moyennes de colonne. Les cellules sans indice ne sont pas incluses dans le test. Les tests supposent des variances égales.

1. les tests sont ajustés pour toutes les comparaisons par paires dans une ligne de chaque sous-tableau le plus interne à l'aide de la correction de Bonferroni.

Cette étude montre que l'organisme des ruminants en particulier l'espèce ovine est capable sur le plan biochimique de s'adapter aux variations ; même si les valeurs de différents paramètres du métabolisme azoté, comme l'urémie par exemple, atteignent des valeurs élevées, voire même dépasser les limites physiologiques, où aucune conséquence clinique n'a été observée sur le court terme dans les deux lots (Tableau 66). Par ailleurs, les conséquences subcliniques et/ou sur le long terme, sur les paramètres de reproduction, sont exposées plus loin (voir effet du flushing sur les paramètres de reproduction).

### 1.2.9. La progestéronémie

A l'observation des progestéronémies (tableau 66), nous constatons qu'au début de l'expérimentation durant la période préparatoire de mise à la lutte /début flushing, une certaine inactivité sexuelle chez les brebis est reflétée par les taux obtenus aux premiers prélèvements qui sont inférieurs à 0,5 ng/ml indiquant un repos sexuel chez les brebis Ouled Djellal durant cette période de l'année. En effet, plusieurs auteurs ont rapporté précédemment (Benyounes et al., 2006 ; Ranilla et al., 1997), qu'une valeur de 0,057 ng/ml de P4 correspondant à des femelles en post-partum. Par contre, au 2ème prélèvement au 24ème jour après la lutte correspondant à la fin du flushing, la progestéronémie a augmenté pour atteindre une moyenne de  $1,93 \pm 0,13$  ng/l ; valeur supérieure à 1ng/ml, indiquée par Thimonier (2000) et Titi et al. (2008), qui serait peut-être un élément indicatif d'un état gestatif, En effet, à J24 les brebis qui étaient vides ont enregistré une progestéronémie de  $0,254 \pm 0,23$  ng/ml et celles qui sont gestantes ont présenté un taux plus élevé avec  $1,25 \pm 0,14$  ng/ml. Ce constat est en accord avec Ganaie and Shrivastava (2009), qui ont conclu qu'un niveau progestéronique  $\geq 1,75$  ng/ml est considéré comme signe de gestation s'il est maintenu élevé à j18 post accouplement chez des brebis inséminées, pendant qu'il diminue chez celles n'ayant pu concevoir (Ayad et al., 2018).

Cependant nos valeurs demeurent inférieures à celles rapportées par Benyounes et al. (2008) sur des brebis OD à j17 et à j35 respectivement avec  $2,77 \pm 0,31$  et  $2,31 \pm 0,31$  ng/l et à celles de Safsaf (2014) lors du premier mois après la lutte avec  $4,59 \pm 1,19$ ,  $3,93 \pm 1,10$  et  $0,57 \pm 0,86$  ng/ml pour respectivement brebis OD à portée double, à portée single et vides.

Le tableau ci-dessous fait apparaître que les brebis portant des doubles avaient des progestéronémies plus élevées comparativement à celles portant des simples. Alors qu'à l'analyses statistique aucune différence significative n'a été relevée pour les facteurs : (parité, sexe des agneaux, parité, la note d'état corporel ; mais, elle était significative entre le début du flushing (mise en place des éponges) et la fin du flushing (constat de gestation à j 24).

**Tableau 67** : Facteurs de variations de la progestéronémie (ng/ml)

P4	Variable	Moyenne ± écart type	95% Intervalle de Confiance	
			Min	Max
Sexe du foetus	F	1,198±0,340 <sup>a</sup>	0,505	1,890
	F/F	1,828±0,630 <sup>a</sup>	0,545	3,111
	M	1,234±0,445 <sup>a</sup>	0,327	2,142
	M/F	1,617±0,575 <sup>a</sup>	0,445	2,788
	M/M	1,375±0,454 <sup>a</sup>	0,449	2,300
Taille de la portée	Simple	1,209±0,272 <sup>a</sup>	0,656	1,763
	Double	1,523±0,316 <sup>a</sup>	0,878	2,167
Parité	Primipare	1,497±0,276 <sup>a</sup>	0,935	2,060
	Multipare	1,248±0,309 <sup>a</sup>	0,619	1,876
NEC	Maigre	0,345±0,492 <sup>a</sup>	0,657	1,347
	Moyenne	0,914±0,322 <sup>a</sup>	0,259	1,570
	Obèse	2,362±0,327 <sup>a</sup>	1,697	3,028
Régime alimentaire	Expérimental	1,152±0,177 <sup>a</sup>	0,801	1,504
	Témoin	0,815±0,177 <sup>a</sup>	0,463	1,166
Cycle	1 Œstrus	1,103±0,143 <sup>a</sup>	0,821	1,386
	2 Œstrus	0,590±0,258 <sup>a</sup>	0,078	1,101
Prélèvement	Début flushing	0,065±0,133 <sup>a</sup>	0,199	0,328
	Fin flushing	1,903±0,133 <sup>b</sup>	1,640	2,166
Diagnostic de gestation	Négatif	0,254±0,232 <sup>a</sup>	0,205	0,713
	Positif	1,249±0,140 <sup>b</sup>	0,972	1,526

Les moyennes d'une même colonne portant des lettres identiques sont significativement similaires au seuil de 5%.

**Références** : 8,4±0,3 (j35), 13,2±0,4 (j75), (Brebis Menz par Mukasa-Murgerwa and Viviani, 1992 ; 2,77±0,31 (J17) et 2,31± 0,31 (J 35) (brebis O.D par Lamrani et al., 2008) ; 0,1±0,2 (1ère sem. Après agnelage) (brebis O.D par Benyounes et al., 2006) ; 1,41±0,21(J0-J6); 4,0±0,87 (16-30J); 4,6±1,08 mmol/l ( (Brebis Corriedale par Ganaie et al., 2009).

Selon Safsaf (2014), d'un point de vue nutritionnel, les brebis exposées à des restrictions nutritionnelles ont des taux plus élevés de progestérone circulante comparativement à celles recevant une ration adéquate ; et ce, par le fait que la clairance hépatique des stéroïdes est très importante chez les sujets bien portant que ceux maigres (Dwyer et Lawrence, 2005 ; Muñoz et al.,2008&2009). En comparant nos valeurs avec celles obtenues par les auteurs

précédemment cités, on considère que les niveaux nutritionnels, avec des niveaux énergétiques plus moins élevés auxquels sont soumises les brebis dans notre expérimentation, sont en fait derrière l'enregistrement de ces niveaux bas de progestérone.

### 1.3. Effet du flushing sur l'évolution des notes d'état corporel

La condition corporelle au moment de la lutte et de l'agnelage affecte significativement les performances des brebis ; c'est un élément de prédiction de l'état de réserves énergétiques de la brebis reproductrice (développement folliculaire ovarien, mortalité embryonnaire) et des agneaux (poids de naissance et de sevrage des agneaux) ainsi que la productivité du troupeau (Chemmam et al., 2003). De ce fait, il est nécessaire de noter l'état corporel des femelles à 6-8 semaines avant début de la reproduction ; afin de prendre les mesures appropriées et de développer la stratégie d'alimentation et de complémentation pour avoir un maximum de femelles avec condition optimale au moment de la lutte, Dans ce contexte Abdel-Mageed (2009) recommande un score corporel modéré( 2,5 ou 3) pour des brebis à la lutte afin d'optimiser la rentabilité du troupeau. Il en est également avec le poids vif, où chez la brebis avant la lutte, il reflète l'état nutritionnel moyen du troupeau et présente une influence déterminante sur le taux d'ovulation, la fertilité et la prolificité. Afin d'améliorer les performances de reproduction, le recours au flushing qui consiste à augmenter temporairement le niveau énergétique de la ration, permet d'une certaine façon de compenser les effets d'un niveau alimentaire insuffisant ou d'un mauvais état corporel (Roux, 1986).

**Tableau 68** : Effet de la complémentation sur l'évolution des notes d'état corporel au flushing (Moyennes±SEM):

NEC	Lot Témoin	Lot Expérimental	P
NEC I	2,36 ±0.07	2,30 ± 0.09	0,612
NEC F	2,83±0.06	2,73±0.8	0,340
NEC I-NEC F	0,48±0.03	0,43±0.04	0,378

SEM = standard erreur

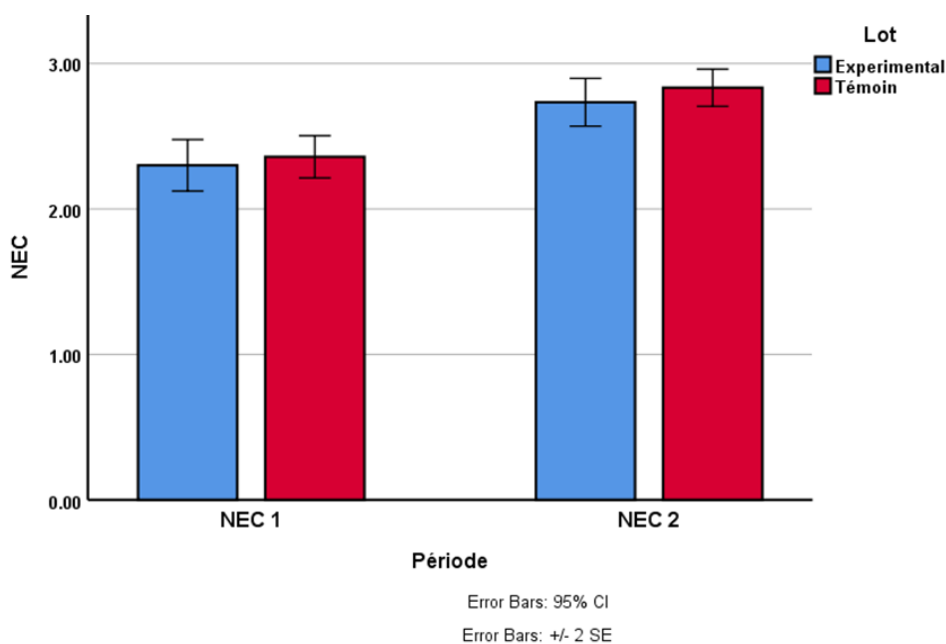
NEC I= Note d'état corporel initiale avant flushing ; NEC F= Note d'état corporel finale après flushing

Dans notre étude, les deux régimes alimentaires se sont répercutés positivement sur l'état corporel des femelles des deux lots ; ce qui s'est caractérisé par une amélioration de leur état de chair à travers l'amélioration de leur note d'état corporel. Ce résultat témoigne sans

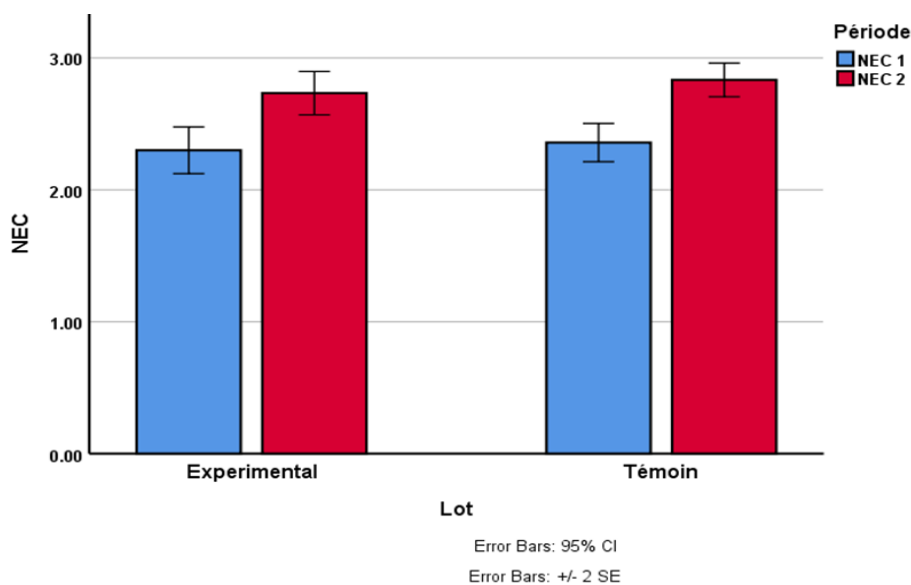
doute la bonne valeur énergétique des deux compléments qui ont permis le maintien, voire même entrainer une légère augmentation des réserves corporelles en énergie sous forme de lipides ; les NEC étant corrélées avec la teneur en graisses de l'organisme entier (Morand-Fehr et al., 1991). Si les moyenne de la NEC enregistrées au début du flushing dans notre étude étaient de  $2,36 \pm 0,07$  pour le lot témoin et  $2,30 \pm 0,09$  pour le lot expérimental ; au moment de la lutte, ces notes moyennes ont progressé pour atteindre un bon état d'embonpoint, avec  $2,83 \pm 0,06$  et  $2,73 \pm 0,395$  respectivement pour les brebis du lot témoin et du lot expérimental. La légère différence observée entre les notes corporelles, au début et à la fin dans les deux lots, s'explique par le pourcentage de chaque classe de note dans le lot (maigre, moyenne et obèse). Ainsi, l'hétérogénéité des composants de chaque lot au départ de l'expérimentation s'est répercutée sur les notes globales moyennes (initiale et finale) de chaque lot ; où la répartition de chaque composante a été de 23% vs 43% (NEC maigre), 63% vs 43% (NEC moyenne) et 17% vs 13% (NEC obèse) pour témoin vs expérimental respectivement. Notons qu'au départ de l'étude les notes observées étaient inférieures à celles rapportées par Mebirouk-Boudechiche et al. (2015) ; et que, le flushing réalisé s'est d'autant avéré efficace puisque les NEC étaient comprises entre 2,5 et 3 respectant ainsi les recommandations de Bocquier et al. (1988) et Dudouet (2003).

L'augmentation de la NEC enregistrée à la fin du flushing était plus perceptible dans le lot expérimental vs lot témoin ; et ce, au vu du pourcentage élevé d'animaux maigres (43% vs 23%) et moyens (43% vs 63%) de chaque lot (expérimental vs témoin). Abstraction faite des poids initiaux, le gain de poids des brebis dans notre étude était proche de celui rapporté par Mebirouk-Boudechiche et al (2015) qui ont obtenu dans leur lot expérimental (caroube) un gain moyen de  $(0,53 \pm 0,339)$ . Les améliorations de la NEC obtenues dans notre étude sont en accord avec les travaux d'Ambreen et al (2014) sur des brebis Corriedale qui ont réagi positivement à l'effet de la supplémentation de la ration en concentré ; où des changements de poids corporel chez les brebis pendant la période de lutte et au début de la gestation ont été observées dans des groupes supplémentés comparativement au groupe contrôle, mais sans exprimer de différence significative.

Nos résultats sont également en concordance avec ceux de Rafiq et al. (2007) qui ont signalé une augmentation de la masse corporelle des brebis nourries au régime flushing pendant la saison de reproduction. Des résultats similaires de l'amélioration de la NEC sous l'influence du flushing ont été obtenus par Santos et al. (2011), mais sont en désaccord avec ceux obtenus par Smith (1988).



**Figure 18 :** Variation de la NEC en fonction du début et fin flushing



**Figure 19 :** Variation de la NEC en fonction du concentré consommé (LE vs LT)

#### 1.4. La note d'état corporel et paramètres biochimiques

D'après nos résultats, chaque niveau d'état corporel (groupes) correspond un statut métabolique différent mais réunis par des concentrations seriques en glucose rapprochées entre les deux lots allant de 2.90g/l jusqu'à 3.22g/l. On note que les glycémies sont décroissantes dans le lot expérimental (maigres/moyennes/obèses) et croissant dans le lot témoin (maigres/moyennes/obèses). Quant au cholestérol plasmatique, les valeurs obtenues sont plus faibles dans le lot expérimental que dans le lot témoin avec des cholestérolémies plus élevées dans les lots maigres que moyennes et obèses. Cela est en contradiction avec ce qui a été admis



par Caldeira et Portugal, (1991) qui ont signifié que la concentration plasmatique du cholestérol augmente avec la NEC.

En ce qui concerne la triglycéridémie, nous avons enregistré dans cette étude des valeurs significativement plus élevées chez les brebis avec une note corporelle  $\geq 3$  ; ce qui est en concordance avec les résultats obtenus par Caldeira et al. (2007b). Ces derniers ont observé un taux sérique élevé en triglycérides chez les brebis à NEC = 4.00 que sur celles avec des notes de 2.00 et 3.00 ; en attribuant cette élévation à l'augmentation de la synthèse des triglycérides dans la muqueuse intestinale à cause d'une grande disponibilité des substrats. Ces mêmes auteurs soulignent que la triglycéridémie garde des valeurs plus ou moins stables sur des animaux avec un état corporel stabilisé et en déclin que sur un état corporel allant vers l'accroissement.

Pour ce qui est des taux plasmatiques des protéines totales nous observons qu'ils ont varié différemment dans les deux lots. Ainsi ils sont plus bas chez les animaux avec une NEC élevée que chez les animaux à NEC faible pour le lot expérimental ; par contre, il a varié dans sens inverse pour le lot témoin ; et que l'évolution des protéinémies dans ce dernier lot est en accord avec les observations de Caldeira et al. (2007a) et Boudebza (2017).

Les taux enregistrés au début de l'expérimentation sont inférieurs à ceux enregistrés à la fin du flushing, cela pourrait avoir comme explication deux effets :

- L'effet de la nutrition énergétique sur le taux des protéines circulantes ; où des niveaux énergétiques élevés (*effet flushing*) entraînent une augmentation des taux protéiques du fait de l'étroite relation entre les métabolismes énergétique et protéique (Sauvant et Van-Milgen, 1995 ; Mosaad et Derar, 2009).
- Effet de la mise à l'herbe effectuée en fin de l'expérimentation, sachant pertinemment la richesse de l'herbe jeune en azote contribuant ainsi à l'augmentation des protéines alimentaires et par la suite les protéines circulantes. En effet, selon Mebirouk-Boudechiche et al. (2014), les valeurs protéiques de l'herbe paraissent plus importantes au printemps qu'aux autres saisons du fait qu'à cette période de l'année, le couvert végétal paraît le plus équilibré avec une prépondérance des plantes dites fourragères, une hauteur d'herbe et une matière sèche assez intéressantes. Ces paramètres seraient imputables aux températures croissantes du printemps et de la pluviométrie de fin d'hiver qui ont pour conséquence une forte pousse d'herbe (quantité et hauteur) et une amélioration de la valeur protéique de la végétation disponible (96 g PDIN/kg MS).

Quant aux taux circulants de l'albumine dans les deux lots, ils ont suivi les mêmes évolutions que la NEC (plus bas chez les animaux à NEC basse et élevés chez ceux à NEC élevée) rejoignant ainsi les observations rapportées par Caldeira et al. (2007a) et Carlos et al. (2015). Nous avons également relevé, une corrélation positive et significative entre la concentration plasmatique de l'albumine et la NEC a été mise en évidence ; ce qui est en accord avec les observations de Caldeira et al. (2007a, b), et Boudebza (2017). En effet les valeurs les plus élevées ont été observées chez les brebis obèses du lot témoin  $34.7 \pm 0.7$  mmol/l suivies par les brebis de la même classe du lot expérimentale  $32.5 \pm 0.5$  mmol/l. En se référant aux observations de Lynch et Jackson (1983), les brebis sont très sensibles vis-à-vis des déficits protéiques sévères et la diminution de l'albuminémie peut être observée sous des statuts protéiques bas avec comme résultante une baisse de la synthèse hépatique d'albumine.

En ce qui concerne l'urémie, cette étude a révélé à l'analyse statistique une différence significative entre les trois classes de brebis du lot témoin et les brebis moyenne et obèses du lot expérimental ( $p \leq 0.5$ ) (Tableau 69). Ainsi, les urémies ont été plus élevées dans le lot témoin que dans l'expérimental dans lequel, la valeur la plus élevée a été de  $6.57 \pm 0.23$  mmol/l chez les brebis dont la  $NEC \leq 2,5$  et la plus basse avec  $5.37 \pm 0.17$  mmol/l chez les brebis dont la  $NEC \geq 3$ . Alors qu'aucune différence significative n'a été enregistrée entre les trois classes de brebis dans lot témoin, mais une valeur maximale de  $7.05 \pm 0.22$  mmol/l a été observée chez les brebis à NEC moyenne (= 2,5). Du point de vue corrélation, il a été relevé une corrélation négative et significative ( $r = -0.188$ ) entre la concentration plasmatique de l'urée et la NEC ; ce résultat est en désaccord avec les trouvailles de Boudebza et al. (2017).

A l'analyse des paramètres du métabolisme azoté, nous relevons de très fortes corrélations linéaires entre les métabolites supposés comme étant des indicateurs de l'apport azoté ; à savoir : l'albumine et les protéines totales, les globulines sériques. Les corrélations sont très fortes entre la globuline et les protéines totales, avec un haut degré de significativité ( $r = 0.877$ ) ( $p < 0.001$ ), d'une part et est positives et très significative entre les protéines totales et les albumines d'une autre part ( $r = 0.404$ ). Alors que pour l'urée, aucune corrélation n'a été observée avec les paramètres précédemment cités.

**Tableau 69** : Variation du profil biochimique en fonction de la note d'état corporel. (Moyenne±SEM)

	Lot					
	Experimental			Témoin		
	BCS			BCS		
	Maigre	Moyenne	Obèse	Maigre	Moyenne	Obèse
Glycemie	3,22±0,13 <sup>a</sup>	3,19±0,12 <sup>a</sup>	2,98±0,09 <sup>a</sup>	2,99±0,15 <sup>a</sup>	3,09±0,10 <sup>a</sup>	3,21±0,12 <sup>a</sup>
Uree	6,57±0,23 <sup>a</sup>	5,47±0,19 <sup>b</sup>	5,37±0,17 <sup>b</sup>	6,86±0,20 <sup>a</sup>	7,05±0,22 <sup>a</sup>	6,70±0,28 <sup>a</sup>
Protides	74,9±2,4 <sup>a</sup>	72,8±1,1 <sup>a</sup>	72,0±1,2 <sup>a</sup>	73,8±1,5 <sup>a</sup>	75,8±0,80 <sup>a,b</sup>	79,0±1,4 <sup>b</sup>
Albumine	30,5±1,2 <sup>a</sup>	31,3±0,4 <sup>a</sup>	32,5±0,5 <sup>a</sup>	31,9±0,9 <sup>a</sup>	32,5±0,30 <sup>a</sup>	34,7±0,7 <sup>b</sup>
Cholesterol	1,38±0,08 <sup>a</sup>	1,35±0,05 <sup>a</sup>	1,37±0,05 <sup>a</sup>	1,47±0,12 <sup>a</sup>	1,42±0,07 <sup>a</sup>	1,41±0,06 <sup>a</sup>
Tri-Glycerides	0,19±0,01 <sup>a</sup>	0,20±0,01 <sup>a</sup>	0,23±0,01 <sup>a</sup>	0,19±0,01 <sup>a, b</sup>	0,17±0,01 <sup>a</sup>	0,24±0,02 <sup>b</sup>
p4	0,44± 0,23 <sup>a</sup>	1,22±0,36 <sup>a,b</sup>	1,72±0,39 <sup>b</sup>	0,23±0,28 <sup>a</sup>	0,36±0,15 <sup>a</sup>	1,66±0,21 <sup>b</sup>
Note : Les valeurs de la même ligne et du même sous-tableau ne partageant pas le même indice sont significativement différentes à p< 0,05 dans le test d'égalité bilatéral pour les moyennes de colonne. Les cellules sans indice ne sont pas incluses dans le test. Les tests supposent des variances égales.1						
1. Les tests sont ajustés pour toutes les comparaisons par paires dans une ligne de chaque sous-tableau le plus interne à l'aide de la correction de Bonferroni.						

**Tableau 70** : Matrice de corrélation de Pearson des paramètres étudiés chez toutes les brebis (n=60)

	NEC	Parité	Gly.	Uré.	P.T.	Alb.	Glob.	Chol.	Trig.	P4
NEC	1									
Parité	-0,263**	1								
Gly.	-0,059	-0,211*	1							
Uré.	-0,188*	0,147	-0,011	1						
PT	0,022	-0,078	-0,070	0,079	1					
Alb.	0,312**	-0,039	-0,063	0,113	0,404**	1				
Glob.	-0,140	-0,064	-0,043	0,026	0,877**	-0,085	1			
Chol.	-0,038	0,286**	-0,035	0,257**	-0,144	0,008	-0,161	1		
Trig.	0,249**	-0,192*	0,003	-0,138	0,105	0,147	0,037	0,033	1	.
P4	0,369**	-0,121	-0,214*	-0,248**	0,072	0,132	0,010	-0,065	0,292**	1

Gly. : Glycémie ; -Uré. : urémie ; -Créat. : créatinine ; - P.T. : Protéines totales ; -Alb. : Albumine - Glob. : Globulines ; Chol. : Cholestérol ; -Trig. : Triglycérides ; NEC : note d'état corporel ; - P4 : Progestérone.

\*\*\* ; Différence très hautement significative au niveau  $p < 0,001$ , \*\* ; Différence très significative au niveau  $p < 0,01$ , \* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p > 0,05$ .

### 1.5. Effet du régime alimentaire sur les performances de reproduction des brebis OD

Une relation étroite entre le poids de brebis et les performances de reproduction a été enregistrée dans la présente étude, mais sans différence significative entre les groupes ( $p > 0,05$ ) ; et ce qui est en accord avec les conclusions de Thomson et Bahhady (1988) qui ont rapporté une forte corrélation entre la fertilité des brebis Awassi et NEC au moment de l'accouplement. En se référant aux travaux d'Ambreen et al. (2014) ; il a été rapporté que le flushing des brebis pendant l'accouplement avec 500 g de céréales /brebis/j, en plus d'un pâturage suffisant constitue un régime alimentaire idéal pour atteindre un score d'état corporel de 3-3,5, donc d'éviter les mortalités embryonnaires précoces. Il en est de même pour les conclusions auxquelles sont arrivés Narayan et al. (2003), Rafiq et al. (2003) et Kerr (2006)

Les paramètres de la reproduction regroupant la fertilité et la prolificité sont associés au taux d'ovulation, lequel est dépendant en premier lieu des facteurs génétiques et en second lieu des facteurs de conduite de l'élevage principalement la conduite alimentaire (couverture des besoins, supplément (flushing) lors de préparation à la lutte et steaming up en fin de gestation et lors de lactation) (Safsaf, 2014). Ainsi, plusieurs études, ont rapporté que la fertilité est affectée par la NEC et le poids vif des brebis en période de lutte (Atti, 2001 ; Ben Salem et al., 2009 ; Madani et al., 2009) ; alors que, pour Thomson et Bahhady (1988) et Abdennebi et

Khalidi (1991), les brebis les plus fertiles sont celles les moins lourdes avant la lutte. En fait, le lien entre l'état corporel de la femelle et ses capacités reproductrices a été évoqué par plusieurs auteurs dont :

- Theriez (1984) qui a conclu que la fertilité, la prolificité dépendent fortement de l'état corporel des femelles à la lutte.
- Dedieu et al. (1989) et Torre et al. (1991) qui ont notifié la relation positive entre les réserves corporelles et les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité chez les ovins.
- Vinales et al. (2005) qui ont constaté que les brebis avec une NEC élevée avaient un taux d'ovulation supérieur, accompagné par une concentration élevée en FSH et basse en œstradiol durant la phase folliculaire.
- Scaramuzzi et al. (2006) qui estimaient également qu'il existe une relation directe entre la fertilité et la prolificité d'un troupeau et l'état général des animaux avant la lutte.
- Chez les brebis Ouled Djellal, Arbouche, et al. (2013) ont noté qu'il existe une relation étroite entre la NEC au moment de lutte et le taux d'ovulation ; où les brebis les plus lourdes étaient les plus prolifiques, alors que celles trop grasses étaient parfois stériles.

Les paramètres de reproduction des brebis en fonction de la nature du concentré sont présentés respectivement dans le tableau 71

**Tableau 71** : Les performances de reproduction des deux lots de brebis en %

<b>Lot</b>	<b>1<sup>er</sup> œstrus</b>	<b>Fertilité</b>	<b>Prolificité</b>	<b>Fécondité</b>	<b>Mortalité (j0-j5)</b>
Témoin	53%	53,33%	137,5%	73,33%	0%
Expérimental	76,66%	73,33%	145,45%	106,66%	15,62%
<i>p</i>	NS	NS	NS	NS	NS

\* ; Différence significative au niveau  $p < 0,05$ . NS ; Différence non significative au niveau  $p < 0,05$ .

### 1.5.1. Le taux des œstrus

Les taux d'œstrus induit dans les deux lots sont rapportés dans le tableau ci-dessus. Le protocole de synchronisation a été très efficace dans le lot expérimental, car il était évident que la réponse œstrale était plus élevée dans ce groupe par rapport au témoin. Cette activité œstrale a été évaluée par une détection minutieuse des chaleurs par une exposition biquotidienne (matin et soir) des brebis au bélier, L'immobilisation de la brebis au chevauchement du bélier est caractéristique du comportement d'œstrus (Avdi et al., 1993).

Koyuncu and Canbolat (2009) ont obtenu avec des régimes fournissant des énergies métabolisables de 10,3 ; 11,1 et 11,6 et 12,0 MJ/kg de MS, des taux d'œstrus de 86%, 89%, 100 % et 100% respectivement ; ainsi, il est évident que la variation du niveau énergétique exerce une influence sur les expressions des œstrus des brebis. Cela induit probablement une amélioration de la note corporelle ; et que de nombreux travaux ont suggéré l'existence d'une corrélation étroite entre le BCS et les performances de reproduction (Esmaeili-Zadeh et al., 2004). Ainsi sur des travaux menés sur des vaches par Dunn et Kaltenbach (1980) et Flores et al. (2007), il a été rapporté que la dénutrition dans un groupe de vaches soumises à la synchronisation avait augmenté l'incidence de l'anœstrus. A l'inverse, une accumulation excessive de graisse supplémentaire chez des brebis à plus haut niveau de BCS s'est avérée néfaste avec des effets délétères sur l'activité oestrale (Bocquier et al., 1993). Ces études appuient nos résultats indiquant que les brebis avec des conditions corporelles optimales ont montré une meilleure activité oestrale que celles avec une NEC faible et très élevée. Sachant que le recrutement et l'initiation à la croissance des petits follicules est une phase peu dépendante du niveau des gonadotrophines mais très sensible aux variations du statut énergétique (Michaux, 2008). Alors qu'on estime que la maturation folliculaire et l'ovulation dépendent étroitement du niveau de LH et de FSH (Benoit et al., 1996). Les follicules démarrant leur croissance pendant la phase de déficit énergétique maximal contiennent moins d'IGF1 ; ils sont recrutés en moins grand nombre et se développent plus lentement. Quand ils atteignent le stade de follicules dominants, ils synthétisent peu d'œstrogènes, leur capacité ovulatoire est faible et ils donnent des ovocytes de moindre qualité ; par conséquent la faible synthèse E2 serait derrière la faiblesse ou l'absence d'expression des chaleurs (Beam et Butler, 1999).

Chez la brebis Ouled djellal, Benyounes et al (2013), ont rapporté que l'anœstrus est plus court chez les brebis « Ouled Djellal » avec un NEC basse et que leur inactivité sexuelle saisonnière est moins marquée lorsque le niveau nutritionnel est respecté. Ils suggèrent de remplacer le terme « assaïonnement » par un anœstrus prolongé suite à un régime alimentaire inadéquat. Ceci était confirmé par Adnane et al. (2018) les brebis suivies avaient un meilleur

taux de fécondation au deuxième examen échographique lorsque leurs réserves corporelles étaient plus élevées. Dans le même contexte Jolly et al. (1995) expliquerait l'allongement de la durée de l'anoestrus post partum lors d'un déficit énergétique par la diminution de la sécrétion des hormones hypophysaires et la baisse de la sensibilité ovarienne à la stimulation par les gonadotrophines causant ainsi les retards de maturation folliculaire et d'ovulation.

De point de vue endocrinologique, Swelum et al (2015) ont constaté que le retrait de l'éponge serait à l'origine de la chute de la concentration de P4, ce qui permet de stimuler l'hypothalamus à libérer la GnRH coïncidant avec les augmentations pré ovulatoires de LH et de FSH.

Le taux obtenu dans le lot expérimental est proche à celui rapporté par Alnimer et Tabbaa (2010) qui est de 80 % pour le même protocole (FGA) chez la brebis Awassi, et de ceux obtenus par Da Silva et al (2021), ces derniers ont eu un taux d'œstrus 72%.73, 81.81% dans une étude sur les effets de différents protocoles (court 6jours et long 12jours) pour la synchronisation de l'œstrus sur performances de reproduction des brebis Santa Inès en Amazonie. Ces auteurs ont conclu que dans les conditions environnementales amazoniennes, le protocole long terme (12jours) a présenté de meilleurs résultats concernant la manifestation de l'œstrus et le taux de fertilité.

L'expression des chaleurs dans les deux groupes s'étaler sur une durée de temps entre 36h-50h. A cela nos résultats sont en accord avec les trouvailles de ces derniers auteurs pour le protocole de synchronisation à long terme (12jours), ou 54.4% des brebis ont présenté des chaleurs à une durée inférieure à 3h et 27.27% des brebis ont eu l'œstrus à moins de 55h

### **1.5.2. La fertilité**

La nature du complément énergétique (Témoin vs. Expérimental) n'a pas eu d'effet positif sur la fertilité dans les deux lots (53% vs 76.66%) ( $p>0,05$ ) ; tout en relevant que la fertilité a été plus élevée dans le lot expérimental que dans le témoin. Ces taux restent toujours inférieurs à celui de 88% rapporté par Dehimi (2001) dans la race Ouled Djellal. Malgré, cette faiblesse, les paramètres y afférents (fécondité et prolificité) ont été plus élevés dans le lot expérimental (106,66% et 145%) par rapport à ceux du lot témoin (73.33% et 137,5%), voire même que ceux du standard de cette race rapporté par Dehimi (2001) (93% et 110%). L'amélioration du niveau énergétique a effectivement amélioré l'ensemble des paramètres dans le lot expérimental ; et ce en concordance avec les observations de Santos et al. (2011). Ces derniers en relevant le niveau énergétique des brebis, par une supplémentation de cosses de graines de soya, ont constaté une amélioration nette de la fertilité qui passe de 41,7% pour un

régime de contrôle à 81.8% pour une ration supplémentée de 0,9% de grains de soya. Il est admis que les ovins sont capables de présenter, en monte naturelle, un taux de fertilité de 92 %. D'autre part, certains auteurs indiquent dans des conditions d'études comparables qu'une fertilité moyenne de 70 % à 80 % après saillie naturelle peut être considérée comme normale à bonne en automne et comme bonne à très bonne au printemps (Provost et al., 1980).

Le faible taux de fertilité (53%) obtenu chez le lot témoin est proche de ceux enregistrés chez la même race par Safsaf (2014) (race OD : 63.06%), chez la race marocaine Béni H'sen par Dekhissi (1977) (55%), chez la race Rembi par Niar (2001) et Khiati (2013) et chez la race sénégalaise Touabir par Mbaye (1981) (50%). Alors que, dans le lot expérimental ce taux est proche de celui enregistré par Safsaf et Tlidjane (2010) sur des brebis OD au niveau de la steppe région de Boussaâda avec 79%, par Lassoued (2011) chez des brebis mises en lutte de printemps après traitement hormonal associé ou non à un flushing (75,5% Vs 69,2%), par Chemmam et al. (2014) sur des brebis OD à la lutte d'Avril (78.7%), par Deghnouche et al. (2017) durant la saison humide en zone aride (77%) et Belkacem (2019) dans la région semi-aride (75%). Le même taux a été enregistré par Zidane et al (2021) chez des brebis ouled djellal mises en lutte naturelle de printemps (75 ± 7 %) lors d'une étude portant sur les Variations saisonnières des performances de reproduction des brebis Ouled Djellal, dans la région de Chlef, (Algérie).

Cependant il est supérieur à ceux enregistré par Lamrani et al. (2008) et Safsaf (2014) à la lutte de printemps sous l'effet bélier seul avec 66.67% et 63.06% respectivement, par Swelum et al (2015) chez la brebis Najdi dans une étude comparative entre FGA e CIDR donnant des taux de fertilité de 60.99 % pour FGA et 75.57% pour CIDR, par Deghnouche et al. (2017) durant la saison sèche avec 68%, et Taherti et Kaidi (2018) à la lutte de printemps avec le mode de conduite 2 agnelages par an (70.46 %). Nos résultats demeurent inférieurs à 100% obtenu par Mebirouk-Boudechiche et al. (2015) dans deux lots de brebis OD recevant chacun une complémentation alimentaire, lors d'un flushing de 4 semaines, composée pour l'un de 30% de son de blé, 0% de caroube et 70% d'orge en grains, et pour l'autre de 30% de son de blé, 70% de caroube, 0% d'orge.

En effet, Robinson (1996) estime que l'apport énergétique augmente la glycémie et le niveau d'insuline qui augmente par la suite la sécrétion pulsatile de LH et améliore la réponse ovarienne à la stimulation de la LH. Ainsi, une préparation alimentaire (flushing) au cours des semaines précédant la lutte est un facteur favorable à une bonne fertilité (Chafri et al, 2008) ; et que, la continuation de l'élévation du niveau alimentaire après la saillie peut aussi influencer favorablement les performances des animaux dont les effets se font surtout sentir pendant les 10 jours qui suivent la saillie (Hassoun et Bocquier, 2007).



Quant à l'effet du traitement hormonal, nous constatons que dans le lot témoin il n'y a pas eu d'amélioration du taux de fertilité qui est resté bas comparativement à celui du lot expérimental (53% vs 76.66%) et à celui de 75% obtenu par Harkati et Lafri (2007) avec l'administration d'une dose de 500UI d'eCG (PMSG) à des brebis OD. Toutefois, les taux obtenus dans nos deux lots sont inférieurs à ceux obtenus par Allaoui (2012) avec 86,70% lors de traitement de synchronisation et d'induction des chaleurs, avec des éponges vaginales au FGA (40 mg) suivi d'une injection de 400 U.I d'eCG le jour du retrait des éponges, et par Narimene et al. (2016) qui ont rapporté de meilleur résultat de fertilité en lutte de printemps par synchronisation au FGA (40mg) combiné à l'administration de 300 et 400UI PMSG avec 96 et 100 %. En se référant aux travaux de Chemineau et al, (1996a), selon lesquels chez la brebis naturellement peu prolifique, la fertilité serait plus élevée après injection de 500 à 600 UI d'eCG (PMSG) ; nous avons par contre obtenu des résultats peu élevés surtout dans le lot témoin. Il y a lieu aussi de relever qu'un autre élément pourrait expliquer le faible taux de fertilité en relation avec l'utilisation de l'eCG (PMSG) à répétitions au cours de la carrière d'une femelle et qui serait susceptible d'entraîner la formation d'anticorps aboutissant à une diminution de la fertilité (Roy et al., 1999).

Les faibles résultats obtenus dans le lot témoin peuvent être interprétés par les modifications relevées dans le profil biochimique ; où l'évaluation des profils biochimiques en période de lutte n'a pas permis de prédire à priori la survenue d'une baisse de la fertilité. Baisse qui peut être expliquée par les variations significatives enregistrées dans les paramètres du métabolisme protéique surtout l'urée avec des valeurs dépassant le seuil de 7 mmol/l ; sachant pertinemment les effets délétères d'un taux urémique élevé sur les paramètres de reproduction.

En effet, il a été rapporté qu'une urémie élevée a un effet cytotoxique sur les spermatozoïdes et les ovocytes voire sur l'embryon, en limitant la capacité des oocytes à devenir les blastocystes (Elrod et Bulter, 1993), diminue le pH utérin ce qui altère l'action de la progestérone (diminution de la progestéronémie), et en créant un environnement défavorable au développement embryonnaire et une augmentation de la sécrétion de  $PG2\alpha$  (Butler 1998). Ce qui a été confirmé ultérieurement par Marton et al. (2009) indiquant qu'une urémie supérieure à 7 mmol/l se montre comme un seuil critique, au-delà duquel il y a une diminution du pH utérin, un changement de concentration ionique au niveau du liquide utérin et une modification de la sécrétion des prostaglandines ; et que la modification de l'environnement utérin peut être nuisible à la nidation et au développement précoce de l'embryon. Selon Qifu et al. (2021), le pH de l'environnement auquel le sperme est exposé peut affecter la motilité et le niveau métabolique des spermatozoïdes, le métabolisme et la motilité étant entravés et la

motilité étant diminuée dans un environnement faiblement acide. Néanmoins, ces caractéristiques sont renforcées dans un environnement faiblement alcalin (Zhou et al., 2015 ; Wurlina et al., 2020). Dans cette étude les auteurs ont constaté que les indices de motilité des spermatozoïdes les plus élevés et les plus faibles ont été trouvés à pH 7,4 et 6,2, respectivement. Cela indique que l'activité de motilité des spermatozoïdes augmente avec une augmentation du pH (alcalin).

La fertilité varie également avec la NEC, c'est ainsi que dans la race OD, Madani et al. (2009) ont obtenu de meilleurs résultats de fertilité dans le troupeau où les brebis avaient une NEC modérée que dans le celui où les brebis avaient une condition corporelle maigre. Il est bien connu, que l'effet du flushing est plus bénéfique sur des animaux à NEC faible ou modérée que sur des animaux bien portants, ce qui semble être le cas dans notre expérimentation, où le pourcentage d'animaux maigres était plus élevé dans le lot expérimental que dans le témoin (43% vs 23%), améliorant ainsi, la NEC et de là la fertilité dans ce lot qui est de presque 77% contre les 53% dans le lot témoin.

Un autre élément pourrait être la cause, les taux trop bas de progestérones enregistrés chez le lot témoin au début du flushing correspondent sans doute à des femelles non cycliques, en état d'anœstrus au moment de leur mise à la reproduction, que suite à l'introduction des béliers au mois d'Avril. Certainement, ces femelles n'ont pas pu répondre à l'introduction des mâles par la manifestation des chaleurs pour être luttées en Mai. Selon Benyounes et al. (2013) l'état d'anœstrus intense, assimilé aux femelles pendant la lutte de printemps ne peut être expliqué fort probablement, que par un état corporel surtout médiocre des femelles au moment de mise à la lutte de printemps.

### **1.5.3. La prolificité**

Elle correspond à l'aptitude d'un animal à procréer un grand nombre de descendants (Dudouet ; 2003) ; donc la prolificité est une composante importante de la productivité du troupeau, elle est en moyenne de 110% chez la race Ouled Djellal (Chellig, 1992).

Dans notre étude, nous avons obtenu des taux de prolificité de 137.5% dans le lot témoin et 145% dans l'expérimental ; taux qui sont supérieurs à ceux obtenus par Lamrani et al. (2008) avec l'effet bélier aux différentes saisons de lutte avec 100%, 110% et 100% respectivement pour les luttes de printemps, d'été et d'automne. Ils sont également supérieurs au 110% obtenu par Safsaf et Tlidjane (2010). Ainsi dans le lot témoin, le taux de prolificité enregistré est légèrement supérieur à ceux obtenus par Benyounes et al. (2006) avec 133%, par Lamrani et al. (2008) lors de la saison de lutte d'été (avec 130.76% en utilisant l'effet bélier +

éponge vaginale au FGA), et par Belkacem (2019) avec 134.62%. C'est également le même résultat auquel sont arrivés les différents auteurs : Dekhili (2004, 2010) ; Belkasemi et al. (2010a) ; Arbouche et al. (2013) et Taherti et Kaidi (2018) et Swelum et al (2015) chez la brebis Najdi (119% FGA Vs 134% CIDR). Alors que dans le lot expérimental, le taux de 145% est très proche de celui obtenu par Mofiti-kortebay et al. (2017) avec 143%, et de celui enregistré sur des brebis vivant en région aride (w. Biskra) par Deghnouche et al. (2017) avec (147 %) et Belkacem (2019) avec 142,86%.

Le taux assez élevé enregistré dans notre étude est contradictoire avec ceux rapportés par Beckers (2003) ayant expliqué la faiblesse des résultats de prolificité aux luttés d'Avril et de Juin comparativement au maximum enregistré en Octobre et Novembre par l'effet saison. Sachant que les luttés d'automne sont plus prolifiques que celles du printemps avec des portées plus nombreuses, constat confirmé par les observations de Dekhili et al (2010). D'ailleurs cela trouve son explication dans l'effet flushing exercé par les pâturages sur chaumes riches en épis durant la saison de moisson, contribuant ainsi à relever le niveau énergétique de la ration d'une part et l'amélioration de la note d'état corporel d'autre part.

Quant à l'effet NEC et son influence significative sur le taux d'agnelage ; il y a lieu de relever que le maintien d'un BCS de 3,0 à 3,5 pendant la gestation assurait des taux d'agnelage plus élevés (Hatcher, 2007). Dans notre étude, le taux d'agnelage le plus élevé avait été enregistré chez les brebis appartenant au lot expérimental ; en se conformant aux conclusions de Thomas et al. (1987), l'effet de la note d'état corporel sur la taille de la portée était bien clair avec des jumelages fréquents dans ce lot. Selon Forcada et al. (1992), un relèvement de la NEC, de 0.25 point, peut amener à une différence approximative de 0.20 ovule par brebis dans la race Rasa Aragonesa. De même, qu'une supplémentation de la ration (flushing) des brebis au cours de la période pré-accouplement permet l'accroissement du nombre d'ovules émis et par conséquent le nombre de nouveaux-nés (Wade et Shneider, 1992 ; Landau et Molle, 1997).

En effet le flushing dans notre étude a permis d'élever la NEC de  $0.48 \pm 0.03$  point pour le lot témoin et  $0.43 \pm 0.04$  point pour lot expérimental ; que les différences relevées dans la NEC et dans la prolificité entre les deux lots peuvent être expliquées par la qualité du gain de poids. Nos résultats sont en accord avec ceux de Ptaszynska (2001) qui a constaté que les brebis réagissent de manière optimale au flushing lorsqu'elles sont en BCS moyen plutôt qu'exclusivement minces ou grasses, ou la note d'état corporel de départ était d'une moyenne proche de 2.5 points pour les deux lots (LC, LT). Ainsi, Alabart et al. (1995) ont observé qu'une BCS allant jusqu'à 3,5 unités contribuait à une prolificité plus élevée chez des donneurs d'embryons à la faveur d'une superovulation avec de la FSH qu'avec une BCS de 2,9. Il en est

de même, des observations de Thomas et al. (1987) qui ont découvert que l'accouplement de brebis avec une BCS de 3,2 contre 2,9 entraînait un plus grand nombre d'ovulations chez les brebis à BCS élevée, mais avec peu de différence dans la taille de la portée. C'est également le constat relevé par 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.

La plupart des auteurs observent que la prolificité croît quand l'état corporel, reflet du niveau nutritionnel, à la lutte augmente. En effet, 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). Cependant nos résultats de prolificité sont meilleurs par rapport à ceux obtenus par Mebirouk-Boudechiche et al (2015), lors d'une complémentation énergétique comparative (Caroube vs. Orge) des brebis Ouled Djellal au flushing et au steaming, où ils ont enregistré des taux de 100% et 113% pour compléments orge et caroube respectivement.

Dans le même contexte, Olivera-Muzantea et al (2019) ont constaté qu'une supplémentation alimentaire à court terme avant la reproduction améliorerait la croissance et le développement des follicules sensibles aux gonadotrophines uniquement chez les brebis ayant la capacité génétique ou métabolique de réagir (Viñoles et al., 2010 & 2012 ; Juengel et McNatty, 2013), mais il n'y aurait pas d'amélioration de la fertilisation (Monget et Martin, 1997 ; Viñoles et al., 2012 ; Errandonea et al., 2018).

En tenant compte du mode d'induction des chaleurs, la comparaison de nos résultats avec d'autres travaux précédemment effectués principalement sur les brebis OD, la synchronisation aux éponges intra-vaginales à FGA associée à l'injection de 500UI d'eCG semble améliorer la prolificité des brebis dans les deux lots 137.5% et 145% (LT vs LE) ; ceci en accord avec les résultats obtenus par Benlahrache et Boulenouar (1991), Harkat et Lafri (2007), Abdelli et al. (2012) et Sahraoui et al. (2014) qui ont avancé que le taux de prolificité est significativement influencé par les différentes doses permettant d'obtenir un taux meilleur avec une dose de 500 UI d'eCG.

Ils sont légèrement supérieurs à celui de 129,4%, obtenu par Bousbaa et Lachi (1992) sur des brebis OD traitées avec 500 UI d'eCG, et à celui de 116,54 % obtenu par Allaoui (2012) sur des brebis traitées avec une dose de 400UI d'eCG. Les prolificités enregistrées dans la présente étude sont très proches de celles obtenues chez des brebis Ouled Djellal par Belkacem (2019) lors d'une étude comparative dans deux zone aride (141.7%) et semi-aride (146.66%)

en utilisant le même protocole de synchronisation (éponge FGA 40mg + 500 UI d'eCG). Mais elles demeurent inférieures à celles rapportées par Narimane et al. (2016) lors de la lutte de printemps avec 180,95% et 166,66% pour des lots de brebis traitées par des éponges vaginales à FGA associées à des doses de 400 et 300 UI d'eCG respectivement.

Le mois de lutte aurait également un effet sur les performances de reproduction. En effet, Arbouche et al. (2013) ont observé un effet très significatif ( $p < 0,01$ ) du mois de lutte sur ce paramètre ; où des brebis luttées étaient plus prolifiques, aux mois d'Avril et de Mai avec des taux de 130 % et 129% respectivement, comparativement à celles luttées aux mois de Juillet et d'Août avec 118 % et 100 % respectivement. De même, Hadeb (2018), a constaté que les brebis ayant agnelé une fois par an (60,35 % durant l'automne et octobre notamment) avaient donc été fécondées le mois de mai (printemps), soit 5 mois plus tôt. Ceci pourrait traduire une certaine saisonnalité de la reproduction modulée peut-être par la photopériode ou par la disponibilité saisonnière des aliments ou par l'effet combiné des deux. Cette répartition mensuelle des agnelages et des luttés fécondantes rejoint celle rapportée par Benyounes et al. (2013b) chez des brebis Ouled Djellal dans la région de Souk-Ahras frontalière de la région d'étude (wilaya d'El-Tarf).

#### **1.5.4. La fécondité**

Selon McDonald et al. (2010), chez les femelles le principal élément déterminant de la fertilité (caractérisée par le pouvoir de conception ou non) et de la fécondité (exprimée en terme : taille de la portée) est constitué par le nombre d'ovules émis par l'ovaire (défini par le taux d'ovulation). De sorte que, la fécondité se trouve beaucoup plus associée au groupe (troupeau) qu'à l'individu, et qu'elle peut varier indépendamment de l'année, du poids de la brebis ou de son changement pendant la période préparatoire de mise à la lutte (Donnelly, 1984).

Ainsi, les changements de poids, associés aux variations du niveau nutritionnel opérés au cours des différentes phases de la reproduction, exercent leurs effets sur le taux d'ovulation, la survie embryonnaire et fœtale ; et que, toute variation du niveau nutritionnel, lequel en agissant sur la fertilité et la prolificité, agit également sur la fécondité. Pour Rook (2000), l'augmentation de la fécondité qui serait liée au flushing peut être diminuée si les brebis sont obèses (scores d'état corporel de 4 ou 5) ou extrêmement maigres (scores d'état corporel de 1 à 1,5) avant reproduction. Ainsi, il faut que les brebis devraient maintenir une note de condition moyenne de 2 à 2,5 pendant l'entretien et que pendant le flushing, elles ne devraient pas augmenter au-delà du niveau 3 à 3,5.

Le taux de fécondité de 106% obtenu dans le lot expérimental est supérieur à celui de 73,33% du lot témoin ; supériorité qui est en lien direct avec les paramètres précédemment abordés (fertilité et prolificité). L'élévation du niveau nutritionnel a eu une influence positive par amélioration de la fertilité et de la prolificité dans le lot expérimental et par conséquent sur la fécondité. En effet, le flushing pré-oestral a permis d'obtenir une proportion plus importante de gestations multiples chez les brebis, le niveau alimentaire élevé, voir niveau nutritionnel meilleur, sur toute la durée de l'expérience a permis d'avoir le meilleur taux de fécondité dans le lot expérimental. Nos résultats sont en accord avec les travaux de Dove (2002) qui a eu de meilleures performances de reproduction chez le lot ayant reçu un flushing (foin + 500g de concentré). Plusieurs expériences ont été réalisées chez différentes races de brebis, en relation avec l'effet de la NEC et du niveau nutritionnel sur la fécondité, et ont permis d'enregistrer des taux contradictoires ; où les plus importants sont retrouvés chez des brebis ayant la NEC la plus recommandée (autour de 3,0) ou celles ayant un niveau énergétique modérément élevé au moment de la mise à la lutte (Sormunen-Cristian et Jauhainen (2002) ; Annett and Carson (2006). En effet les moyennes de scores corporels initiaux que ce soit pour lot témoin ou expérimental était comprise entre 2 et 2,5. Ainsi, la fécondité du lot expérimental est très proche de celle enregistrée par Dekhili (2004) avec 109% dans le nord algérien, par Mebirouk- Boudechiche et al (2015) avec 113% dans la région d'El Tarf, par Deghnouche et al. (2017) avec 110% dans le sud algérien (Biskra) durant la saison sèche, par Mefti-Korteby et al. (2017) avec 119% chez des brebis OD de type Djellalia et par celles obtenues par Belkacem (2019) avec 110% et 113,33% pour les zones semi-aride et aride respectivement. Elle est légèrement supérieure à celle obtenue par Tennah (1997) et Belkasmî et al. (2010a) avec 95% et 97% sur des brebis de race Ouled Djellal, traitées avec des doses de 500 UI et 400 UI d'eCG respectivement.

Le taux de la fécondité du lot expérimentale est bien meilleur à ceux enregistré par Zidane et al.(2021). En comparaison avec d'autres races, ce taux est nettement inférieur à celui obtenu par Niar (2001) sur des brebis Rumbi traitées avec une dose OD de 500 UI d'eCG ; tandis que dans le lot témoin, le taux est proche à celui obtenu par Bouafia et Lamara, (2009) sur des brebis en lutte naturelle avec 77 %. Il est supérieur à celui obtenu par Swelum et al. (2015) chez la brebis Najdi (72% au FGA Vs 102% au CIDR. Il est par contre, très faible par rapport à celui de 101% Allaoui et al. (2014) sur des brebis OD synchronisées avec du FGA (40mg) + 400 UI d'eCG à J14.

## 1.6. Performances de croissances des agneaux des brebis Ouled Djellal

Les pesées sont effectuées chaque trois semaines ; et ce, depuis la naissance jusqu'à l'âge de 62 jours et sont répertoriées dans les tableaux (72 à 74) en pesée : **P1, P2, P3, P4**.

### 1.6.1. Poids à la naissance

L'agneau Ouled Djellal pèse environ 3,5 kg à la naissance (Dekhili et Mahane, 2004 ; Harkat et Lafri, 2007) et 18 kg au troisième mois (âge de sevrage) (Dekhili et Mahane, 2004).

La moyenne des poids à la naissance de chaque lot est calculée à partir des poids individuels des agneaux ; bien qu'une supériorité ait été observée pour le lot expérimental (**5.21 ± 0.09kg**) par rapport au lot témoin (**4.95 ± 0.20kg**), mais la différence relevée n'est pas significative. Si aucune différence significative n'a été observée à la naissance ; l'analyse statistique comparative entre les lots aux autres pesées (P2, P3 et P4) a révélé des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (Tableau 72). Parallèlement à cela, les gains moyens quotidiens aux différentes périodes (1-3, 4-6 et 7-9 semaines) sont globalement plus élevés chez les agneaux du lot expérimental que chez ceux du lot témoins, et que le gain moyen quotidien le plus faible a été enregistré chez les agneaux du lot témoin G1 (J0-J21) ( $151.04 \pm 7.74 \text{g/j}$ ) et le plus élevé chez ceux du lot expérimental G2 ( $197.37 \pm 9.36 \text{g/j}$ ).

Le poids de naissance enregistré dans le lot expérimental est très proche de celui relevé par Djellal et al. (2016) qui ont enregistré des poids de naissance avec une moyenne de  $5,30 \pm 0,48 \text{ kg}$  ; où les agneaux nés en automne ont tendance à avoir des poids de naissance supérieurs à ceux nés au printemps. Cette supériorité pondérale des produits est liée en partie, au bon état corporel des brebis au moment de la lutte et durant la période de la gestation. Ils sont également très proches de ceux enregistrés par Belkacem (2019), qui dans une étude comparative entre deux régions aride (Biskra) et semi-aride (Ain Mlila) a obtenu un meilleur poids à la naissance chez les agneaux issus de portée simple dans la région semi-aride par rapport à ceux relevés dans la région aride avec  $5,04 \pm 0,61 \text{ kg}$  vs  $4,79 \pm 0,68 \text{ kg}$  respectivement. D'ailleurs, le poids de  $4,95 \pm 0,21 \text{ kg}$  des agneaux du lot témoin de notre travail est proche de celui obtenu dans la région aride par cette dernière auteure. Nous avons relevé également que les poids à la naissance obtenus dans notre expérimentation sont supérieurs à ceux rapportés par Belkasmi et al. (2010b), qui a enregistré un poids moyen à la naissance (3.5 kg), par Boussena (2013) et Safsaf (2014) qui ont enregistré des moyennes du poids à la naissance de l'agneau Ouled Djellal :  $4,87 \pm 0,29 \text{ kg}$  et  $4,05 \pm 0,72 \text{ kg}$  pour les portées simple au niveau de la ferme IITELV, par Mebirouk-Boudechiche et al. (2015), ayant travaillé sur l'effet de deux compléments énergétiques (orge vs caroube) et ayant obtenu des poids à la naissance de  $3,79 \pm 0,203 \text{ kg}$  vs  $3,75 \pm 0,339 \text{ kg}$

respectivement. Ils le sont également supérieures par rapport à ceux rapportés par Mefti Kortebey et al. (2017), avec des poids à la naissance de 4. 435kg lors de portée simple chez les multipares, 3. 890kg dans le cas double et de 1,896 kg lors sur des triplés. Il en est de même avec ceux rapportés par Abaidia et al. (2020) qui ont enregistré  $3,9 \pm 0,2\text{kg}$  et  $4,1 \pm 0,3\text{kg}$  pour le témoin et expérimental (complémentation énergétique avec des rebuts de dattes) et par Baa et al. (2020) chez la brebis Ouled Djellal, type Hodna. ( $4,16 \pm 1,02 \text{ kg}$ )

**Tableau 72** : Effet du flushing sur la vitesse de croissance des agneaux

	Lot	
	Expérimental	Témoin
	Moyenne $\pm$ SEM	Moyenne $\pm$ SEM
P1-Kg	5,21 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	4,95 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
P2-Kg	9,30 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	8,13 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>
P3-Kg	13,45 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	11,97 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup>
P4-Kg	17,24 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	15,74 $\pm$ 0,32 <sup>b</sup>
Poids Moyen	11,30 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	10,20 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>
G1 1-3 sem (g/j)	194,86 $\pm$ 9,25 <sup>a</sup>	151,04 $\pm$ 7,74 <sup>b</sup>
G2 4-6 sem (g/j)	197,37 $\pm$ 9,36 <sup>a</sup>	183,04 $\pm$ 10,11 <sup>a</sup>
G3 7-9 sem (g/j)	180,45 $\pm$ 5,44 <sup>a</sup>	179,77 $\pm$ 5,99 <sup>a</sup>
Gain Moyen	190,89 $\pm$ 2,82 <sup>a</sup>	171,28 $\pm$ 4,40 <sup>b</sup>

a,b les moyennes avec des lettres différentes signifient qu'elles diffèrent significativement  $p < 0,05$ .

En comparaison avec d'autres races, les poids à la naissance des agneaux OD de notre expérimentation sont supérieurs à ceux rapportés dans la race Marocaine Serdi par Chikhi et Boujenane (2003) avec 4,22 kg, dans la race Berbère par Chellig (1969) avec une moyenne de 2.00kg et par Boudechiche et al. (2011) avec 3.5kg vs 3.12kg lors d'une supplémentation des mères avec rebuts de dattes vs orge, dans la race Taadmit, Belhadia et al. (2020), ont obtenus des poids à la naissance durant les trois années de l'étude allant 2,3 à 3,9 kg au cours d'une étude de la réponse de la brebis à l'effet bélier et dans la race Santa Inês au Brésil par Torres et al. (2021) avec 3.55 et 3.19kg pour des agneaux simples et doubles. De même, qu'ils sont supérieurs à ceux enregistrés en Egypte par El-Malky et al. (2019) avec des poids à la naissance de 3.43 vs 3.88 chez les mâles et 2.81 vs 3.12 chez les femelles dans les races Barki vs Ossimi, et à ceux enregistrés par McGovern et al (2020) dans la race (Suffolk & Texel.) avec poids moyen de  $4.32 \pm 1.36\text{kg}$  (avec un poids maximal chez les agneaux né simple (5.05 kg) et minimal chez des quadruplets 3.51 kg), Par El-Tarabany et al. (2018) ( $4.52 \pm 0.32$  ;  $4.26 \pm 0.34$  ;  $4.19 \pm 0.33 \text{ kg}$ ) pour des agneaux issus de mères nourries par des rations supplémentées en tourteau d'olive à des taux croissant allant de 0, 15 et 30 % respectivement.



Ils sont par contre, très proches de ceux enregistrés en Egypte par Omar et al. (2019), ayant travaillé sur l'effet de l'augmentation du taux de concentré (40%, 60%,70%) dans la ration des brebis Barki sur les paramètres de reproduction des brebis et les performances de croissance des agneaux ; où le meilleur poids de naissance avec  $5.13\pm 0.37\text{kg}$  a été obtenu dans le lot de brebis recevant 70% de concentré et ayant conclu que le poids augmente linéairement avec l'augmentation du concentré par rapport au fourrage grossier. C'est également, la même observation rapportée antérieurement à cela par Lynck and Jackson (1983), qui ont trouvé que le poids de naissance des agneaux variait avec le niveau nutritionnel de la mère ; ainsi, avec des niveaux protéiques élevé et bas, ils ont obtenu des poids faibles 4.26 et 3.95 kg vs 4.52 kg pour des niveaux à 12.4% et 6.5% vs 9.2% de protéines brutes.

### **1.6.2. Flushing et vitesse de croissance des agneaux**

Les agneaux du lot expérimental, nés avec un poids supérieur à celui de ceux du lot témoin, ont maintenu cette supériorité tout au long de leur période croissance avec des gains moyens de poids très importants révélant ainsi des différences significatives ( $p < 0.05$ ) durant les trois phases de croissance (1-3 sem., 4-6 sem. et 7-9 sem.). D'ailleurs, cela s'est reflété sur la différence significative ( $p < 0.05$ ) observée entre les moyennes générales des deux lots ( $190.89\pm 2.82\text{kg}$  vs  $171.28 \pm 4.40\text{ kg}$ ) (Tableau72).

D'après les résultats obtenus, il est clair que l'alimentation en est le facteur externe le plus important qui agit sur la croissance des agneaux. Au cours de la gestation, une bonne alimentation permet d'obtenir un meilleur développement du placenta et un poids fœtal élevé ; où celle recommandée doit être majorée de 10% (Dudouet, 2003). Selon Jarrige (1988) le flushing est indispensable pour l'augmentation du taux d'ovulation, la réduction de la mortalité embryonnaire et pour obtenir des agneaux en bon état physique. Ainsi pour Dekhili, (2003) un bon flushing joue un rôle essentiel sur l'avenir des produits ; ce qui est rejoint ultérieurement par les observations de Bailey (2015), ayant rapporté que le poids à la naissance est influencé par la nutrition lors de la lutte et aussi au début de la gestation. Contrairement à cela, une restriction alimentaire entraîne un ralentissement de la croissance de l'animal dont les effets peuvent se répercuter sur les fœtus ; mais lors d'une reprise alimentaire normale, le retard peut être compensé (Dudouet, 2003 ; Atti et Abdennebi, 1995 ; Hoch et al., 2003). Dans le même contexte, 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.

Dans le meme contexte Sen et al. (2016a), ont constaté qu'une restriction allant jusqu'à 50% des besoins des brebis en péri-conception, n'entraîne pas de modification du poids de naissance des agneaux. Par contre, 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 (Edwards et al., 2005). Par contre He et al. (2013) ont conclu qu'une restriction de 40% en protéines ou en énergie en début de gestation entraîne une augmentation du GMQ entre la naissance et le sevrage.

Du point de vue nutritionnel, les effets de la nutrition au cours de la période préparatoire de la mise à la lutte, peuvent être exprimés par l'effet bénéfique du flushing par ses actions dynamique et statique dans le lot expérimental. Ainsi, un approvisionnement adéquat en nutriments avant la lutte est associée avec une corrélation complexe entre gain de poids de la mère et la condition corporelle des agneaux (Doney et al., 1981). Sachant qu'au cours des premières semaines de la vie, la croissance de l'agneau dépend exclusivement de la quantité de lait fournie par sa mère ; et que les performances de croissance des produits varient significativement avec le niveau alimentaire (Atti et Abdennebi, 1995). De même, Benchohra et al. (2013) ont trouvé que le poids à la naissance des agneaux présente une corrélation positive avec le poids vif de 30 jours jusqu'au sevrage

Les résultats de la présente étude suggèrent que la complémentation par le concentré expérimental a permis aussi bien une reconstitution des réserves corporelles des femelles au moment de la lutte et au début de gestation, en améliorant leur NEC au moment de la lutte mais aussi un meilleur poids de leur portée à la naissance et une meilleure croissance pondérale de ceux-ci durant les 60 jours de vie. Cela se traduit par des gains pondéraux quotidiens bien meilleurs chez les agneaux du lot expérimental par rapport aux agneaux du lot témoin avec une différence statiquement significative au *GMQ 1 (période 0- 3 semaines)*, et ils ont présenté une vitesse de croissance remarquable en comparaison à celle des agneaux du lot témoin. En se référant à la littérature, les gains enregistrés dans notre travail au moins dans le lot expérimental, sont de loin meilleurs que ceux enregistré par Boubekeur et al. (2019) qui ont rapporté des poids moyens des agneaux de 2,6 kg à la naissance, 7,6 kg à 30 jours et 17,7 kg à 90 jours, et des vitesses de croissance de 165 g/j entre 10 et 30 jours et 181 g/j entre 30 et 90 jours.

Notre résultat est en accord avec celui de Boukhliq (2002a) qui a rapporté que le poids à la naissance détermine largement le poids au sevrage. Les agneaux lourds à la naissance sont plus vigoureux, têtent mieux et s'adaptent plus rapidement à l'alimentation solide. Ils croîtront donc plus rapidement jusqu'au sevrage. Quant au *GMQ 1*, il est inférieurs à celui enregistré par

Boudechiche et al. (2015)  $251,50 \pm 52,78$   $277,67 \pm 55,87$  pour lot témoin (orge) et supplémenté (caroube) durant la période 0-10 jours

L'analyse statistique révèle une influence du type de concentré qui était significative aux pesées 2 et 3 et 4 ( $p < 0,05$ ) et non significative à la 1<sup>ère</sup> pesée. Nous avons noté enregistré également une seule différence significative ( $p < 0,05$ ) aux gains de poids à la période 1-semaines, et non significative à 4-6 semaines et à 7-9 semaines. Tout en relevant que les meilleurs gains sont ceux à la période 0-3 semaines et à 4-6 semaines dans le lot expérimental (194,86 gr et 197,37gr) suivi par celui de la période 4-6 semaines du lot témoin (183,04 gr).

### 1.6.3. Relations entre les notes d'état corporel des mères et les performances de croissance des agneaux

A l'observation des résultats des poids des agneaux en relation avec les NEC des mères, nous relevons que les agneaux lourds suivis des moyens et puis maigres sont issus respectivement des mères à NEC élevée, moyenne et enfin maigres ; et ce, contrairement à ceux obtenus dans le lot témoin. Ainsi, les agneaux les plus lourds à la naissance (P1) sont ceux issus des brebis dont la NEC était supérieure ou égale à 3 en période de lutte dans le lot expérimental et ceux issus des brebis dont le groupe avec NEC inférieure ou égale à 2.5 dans le témoin. Malgré, les écarts observés entre les groupes, l'analyse statistiquement était non significative (Tableau 73).

**Tableau 73 :** Variation du poids et des gains des agneaux (Moyenne  $\pm$  SEM) en fonction du NEC des mères

	Lot					
	Expérimental			Témoin		
	BCS			BCS		
	<i>Maigre</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Obèse</i>	<i>Maigre</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Obèse</i>
P1-Kg	5,14 $\pm$ 0,29a	5,20 $\pm$ 0,12a	5,27 $\pm$ 0,14a	6,00 $\pm$ 0,35a	4,92 $\pm$ 0,32a	4,67 $\pm$ 0,31a
P2-Kg	9,28 $\pm$ 0,42a	9,37 $\pm$ 0,32a	9,23 $\pm$ 0,30a	9,38 $\pm$ 0,24a	8,07 $\pm$ 0,41a	7,81 $\pm$ 0,43a
P3-Kg	13,44 $\pm$ 0,35a	13,22 $\pm$ 0,32a	13,73 $\pm$ 0,28a	12,13 $\pm$ 0,72a	12,17 $\pm$ 0,54a	11,69 $\pm$ 0,64a
P4-Kg	17,22 $\pm$ 0,21a	17,12 $\pm$ 0,26a	17,38 $\pm$ 0,27a	15,83 $\pm$ 0,76a	15,87 $\pm$ 0,48a	15,58 $\pm$ 0,55a
PoidM	11,27 $\pm$ 0,21a	11,23 $\pm$ 0,19a	11,40 $\pm$ 0,17a	10,83 $\pm$ 0,48a	10,25 $\pm$ 0,39a	9,94 $\pm$ 0,45a
G1-g	197,09 $\pm$ 21,65a	198,66 $\pm$ 15,13a	188,65 $\pm$ 14,06a	160,72 $\pm$ 5,95a	150,00 $\pm$ 11,84a	149,27 $\pm$ 13,65a
G2-g	198,41 $\pm$ 23,14a	183,04 $\pm$ 14,82a	214,29 $\pm$ 12,64a	130,95 $\pm$ 22,80a	195,24 $\pm$ 15,62a	184,98 $\pm$ 14,05a
G3-g	179,90 $\pm$ 9,81a	186,02 $\pm$ 8,75a	174,00 $\pm$ 9,86a	176,19 $\pm$ 27,35a	176,19 $\pm$ 8,94a	184,99 $\pm$ 7,70a
GainM	191,80 $\pm$ 5,29a	189,24 $\pm$ 4,46a	192,31 $\pm$ 5,27a	155,95 $\pm$ 8,13a	173,81 $\pm$ 6,78a	173,08 $\pm$ 7,01a

a,b les moyennes avec des lettres différentes signifient qu'elles diffèrent significativement  $p < 0,05$ .

Dans les pesées ultérieures, les poids élevés sont enregistrés différemment entre les groupes ; ainsi, en P2, ils sont de  $9.37 \pm 0.32\text{kg}$  vs  $9.38 \pm 0.24\text{kg}$  pour agneaux issus de mères à NEC moyenne du lot expérimental vs ceux du lot témoin issus de mères à NEC maigre. Alors qu'aux 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> pesées, les poids les plus élevés sont relevés chez les agneaux issus de mère à NEC élevée dans le lot expérimental et chez ceux issus des mères à NEC moyenne dans le lot témoin ; tout en n'exprimant pas de différence statistiquement significative. Quant aux gains moyens quotidiens, nous relevons que les meilleurs GMQ sont obtenus au P2 dans les deux lots avec un gain de  $214,29 \pm 12,64\text{g/j}$  vs  $195,24 \pm 15,62\text{g/j}$  pour expérimental (NEC obèse) vs témoin (NEC moyenne) respectivement. Ainsi, nous remarquons que :

- Le meilleur GMQ1, est celui enregistré chez les agneaux issus de mère moyenne du lot expérimental ( $198,66\text{g/j}$ ) suivi par celui enregistrés chez les agneaux issus de mère maigres ( $197,09\text{g/j}$ ) alors que le plus faible est enregistré chez les agneaux issus de mère obèses du lot témoin ( $149,27\text{g/j}$ ).
- L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les deux lots en ce qui concerne le GMQ 3. Néanmoins, les valeurs les plus élevées sont celles enregistrées chez les agneaux issus de mère moyenne du lot expérimental ( $186,02\text{g/j}$ ) et chez les agneaux du lot témoin issus de mères obèses ( $184,99\text{g/j}$ ).

**Tableau 74** : Corrélation entre les notes d'état corporel des mères et les performances de croissance des agneaux (Correlation de Pearson)

		Score Body 1	Nbr Agnelage	P1-Kg	P2-Kg	P3-Kg	P4-Kg	PoidM	G1-g	G2-g	G3-g
Score Body 1	Pearson Correlation	1									
Nbr Agnelage	Pearson Correlation	-.263**	1								
P1-Kg	Pearson Correlation	-.247*	-0.095	1							
P2-Kg	Pearson Correlation	-0.212	-0.086	.598**	1						
P3-Kg	Pearson Correlation	-0.051	0.129	.477**	.739**	1					
P4-Kg	Pearson Correlation	-0.076	0.168	.421**	.659**	.919**	1				
PoidM	Pearson Correlation	-0.149	0.057	.658**	.871**	.949**	.913**	1			
G1-g	Pearson Correlation	-0.074	-0.033	-0.026	.786**	.553**	.497**	.579**	1		
G2-g	Pearson Correlation	0.181	.293*	-0.019	-0.118	.583**	.560**	.348**	-0.132	1	
G3-g	Pearson Correlation	-0.044	0.054	-.256*	-.380**	-.453**	-0.066	-.339**	-.277*	-0.209	1
GainM	Pearson Correlation	0.069	.242*	-0.159	.348**	.706**	.829**	.587**	.557**	.621**	0.087

Une analyse de variance a été réalisée en vue de déterminer lequel des effets (NEC, LOT et NEC\*LOT) a une influence sur le poids à la naissance, les pesées lors de la croissance et les gains de poids aux périodes (1-3sem, 4-6 sem et 7-9sem). Les résultats obtenus se présentent comme suit :

-L'effet NEC de la mère, n'a exercé son influence que sur les agneaux à la troisième pesée (P3 avec  $p < 0.05$ ) et à la quatrième pesée (P4 avec  $p < 0,01$ ).

-L'effet lot n'a été significative que sur le poids à la naissance (P1 avec  $p < 0,001$ ) et sur le GMQ3 (avec  $p < 0,05$ ).

-Aucun effet cumulatif NEC\*Lot n'a été enregistré ni sur les différentes pesées, ni sur les gains moyens quotidiens.

#### **1.6.4. Effet du flushing sur le sexe des agneaux**

On relève dans le tableau 75, que les femelles single à la naissance ont présenté les meilleurs poids (P1) dans les deux lots. L'analyse statistique pour la comparaison entre poids révèle une différence significative ( $p < 0.05$ ) pour la pesée 1 entre les agneaux males uniques et femelles doubles ; le même constat est enregistré pour les jumeaux mixtes (male/ femelle). Ainsi, dans le lot expérimental on observe globalement que, le poids le plus élevé à la naissance est celui des agnelles simples suivi des doubles, et enfin des males simples puis doubles. D'ailleurs, la différence est très minime de 0.06 kg chez les males nés simple et double. Alors que, le gain quotidien moyen présente des fluctuations en fonction du sexe et de la taille de la portée en parallèle ; de sorte qu'il est plus élevé chez les femelles nées simples que chez celles nées doubles, et est plus élevé chez les femelles que chez les mâles.

Du point de vue évolution pondérale, on retrouve qu'à 21 jours le poids était élevé chez les sujets nés simples que doubles et est plus élevé chez les femelles que chez les mâles ; tandis que, pour le GMQ1, le gain le plus élevé est celui présenté par les femelles nées simples suivi par celui les femelles nées doubles. Alors qu'à 42 jours, les femelles doubles ont le meilleur poids (14.50kg) et le plus faible a été celui des jumeaux mâles (12,88kg). Enfin à 63 jours dans l'ordre décroissant, on observe que ce sont les mâles simples avec 17,88kg qui ont présenté les poids les plus élevés, suivis par les femelles doubles avec 17,50 kg, les jumeaux mixtes avec 17,33kg, les femelles simples avec 17,00 et enfin le poids le plus faible a été enregistré chez males doubles (16,88kg).

Concernant le GMQ, nous relevons que le meilleur était observé chez les femelles nées simples au GMQ1 avec 210,89g/j, suivi par celui obtenu au GMQ2 chez les femelles nées

doubles avec 238,10g/j. Cependant, les agneaux femelle/male ont enregistrés au GMQ3 le meilleur score avec 198,42 g/j par rapport aux autres catégories d'agneaux.

Dans le lot témoin, ce sont toujours les femelles simples qui présentent le poids le plus élevé avec 5,92kg, suivi de celui des mâles simples avec 5,00kg, des mâles et des femelles doubles 4,08kg et 3,75kg respectivement et enfin des jumeaux males/femelles avec 3,50kg. A l'analyse statistique, des différences de poids très significatives ont été observées lors de comparaison entre les différentes catégories. D'ailleurs, le même schéma est gardé tout au long des pesées ultérieures avec toujours une supériorité pondérale des femelles simples avec des poids de 5,92kg, 8,92kg, 13,08kg, 16,42kg pour les pesées P1, P2, P3, P4 respectivement.

**Tableau 75** : Effet du flushing sur le sexe des agneaux (moyenne± SEM).

	Lot									
	Expérimental					Témoin				
	Sexe foetus					Sexe foetus				
	F	F/F	M	M/F	M/M	F	F/F	M	M/F	M/M
<b>P1-Kg</b>	5,64± 0,14 <sub>a</sub>	5,50± 0,00 <sub>a,c</sub>	5,12± 0,16 <sub>a,c</sub>	4,42± 0,05 <sub>b</sub>	5,06± 0,08 <sub>b,c</sub>	<b>5,92±</b> 0,14 <sub>a</sub>	3,75± 0,14 <sub>b</sub>	5,00± 0,63 <sub>a,b</sub>	3,50± 0,00 <sub>b</sub>	4,08± 0,23 <sub>b</sub>
<b>P2-Kg</b>	10,07± 0,40 <sub>a</sub>	9,50± 0,00 <sub>a,b</sub>	9,00± 0,23 <sub>a,b</sub>	8,33± 0,11 <sub>b</sub>	8,94± 0,24 <sub>a,b</sub>	8,92± 0,37 <sub>a</sub>	7,25± 0,72 <sub>a</sub>	8,00± 0,73 <sub>a</sub>	6,00± 0,00 <sub>a</sub>	7,67± 0,53 <sub>a</sub>
<b>P3-Kg</b>	13,57± 0,25 <sub>a</sub>	14,50± 0,00 <sub>a</sub>	13,75± 0,41 <sub>a</sub>	13,17± 0,69 <sub>a</sub>	12,88± 0,31 <sub>a</sub>	13,08± 0,64 <sub>a</sub>	10,75± 0,72 <sub>a</sub>	11,33± 1,12	10,00± 0,00 <sub>a</sub>	12,17± 0,28 <sub>a</sub>
<b>P4-Kg</b>	17,00± 0,20 <sub>a</sub>	17,50± 0,00 <sub>a</sub>	17,88± 0,45 <sub>a</sub>	17,33± 0,42 <sub>a</sub>	16,88± 0,21 <sub>a</sub>	16,42± 0,60 <sub>a</sub>	15,50± 0,87 <sub>a</sub>	15,50± 1,02 <sub>a</sub>	14,00± 0,00 <sub>a</sub>	15,50± 0,37 <sub>a</sub>
<b>Poid M</b>	11,57± 0,17 <sub>a</sub>	11,75± 0,00 <sub>a</sub>	11,44± 0,27 <sub>a</sub>	10,81± 0,28 <sub>a</sub>	10,94± 0,14 <sub>a</sub>	11,08± 0,41 <sub>a</sub>	9,31± 0,61 <sub>a</sub>	9,96± 0,84 <sub>a</sub>	8,38± 0,00 <sub>a</sub>	9,85± 0,23 <sub>a</sub>
<b>G1-g</b>	210,89± 24,05 <sub>a</sub>	190,48± 0,00 <sub>a</sub>	184,5± 7,46 <sub>a</sub>	186,5± 6,64 <sub>a</sub>	184,52± 9,28 <sub>a</sub>	142,86± 13,75 <sub>a</sub>	166,67 ± 27,49 <sub>a</sub>	142,86± 17,39 <sub>a</sub>	119,05± 0,00 <sub>a</sub>	170,64± 17,57 <sub>a</sub>
<b>G2-g</b>	166,67± 9,34 <sub>a</sub>	238,10± 0,00 <sub>a</sub>	226,19± 18,55 <sub>a</sub>	230,16± 36,19 <sub>a</sub>	187,50± 18,10 <sub>a</sub>	198,42± 17,42 <sub>a</sub>	166,67 ± 0,00 <sub>a</sub>	158,73± 20,08 <sub>a</sub>	190,48± 0,00 <sub>a</sub>	214,29± 26,08 <sub>a</sub>
<b>G3-g</b>	163,27± 8,95 <sub>a</sub>	142,86± 0,00 <sub>a</sub>	196,43± 11,69 <sub>a</sub>	198,42± 13,28 <sub>a</sub>	190,48± 6,36 <sub>a</sub>	158,73± 9,87 <sub>a</sub>	226,20 ± 6,87 <sub>b</sub>	198,42± 5,02 <sub>b,c</sub>	190,48± 0,00 <sub>a,b</sub>	158,73± 5,02 <sub>a,c</sub>
<b>Gain M</b>	180,27± 4,51 <sub>a</sub>	190,48± 0,00 <sub>a,b</sub>	202,38± 5,41 <sub>b</sub>	205,03± 5,86 <sub>b,c</sub>	187,50± 4,02 <sub>a,b</sub>	166,67± 8,63 <sub>a</sub>	186,51 ± 11,45 <sub>a</sub>	166,67± 10,45 <sub>a</sub>	166,67± 0,00 <sub>a</sub>	181,22± 8,49 <sub>a</sub>

a,b les moyennes avec des lettres différentes signifient qu'elles diffèrent significativement  $p < 0,05$ .

Nos résultats sont en contradiction avec Benchohra et al. (2013) et Zidane et al. (2015), qui ont trouvé que les mâles de la race OD sont à tous les âges plus lourds que les femelles. Le même constat a été enregistré par Boujenane et al. (2001) pour la race Sardi à la naissance et jusqu'à 120 j, il en est de même pour Boubekour et al. (2014), qui ont également trouvé que les mâles de la race D'man sont légèrement plus lourds que les femelles de la naissance jusqu'au

sevrage (120 j). Alors que Safsaf (2014), dans la race OD, il a enregistré des poids à la naissance élevés chez les males simples puis doubles, suivis des femelles simples puis doubles. Cette tendance est gardée tout au long de la croissance, où les pesées ont été réalisées jusqu'à 9 semaines, avec une influence du sexe sur le gain du poids moyen (GMQ) dans deux périodes 1-3 et 7-9 semaines.

Selon Belkasmi (2010b), les écarts de croissance entre les deux sexes proviennent des différences dues à la conformation (muscle du cou, os de la tête, ensemble du squelette), au métabolisme qui s'établissent plus ou moins précocement ; en particulier le foie devient rapidement plus lourd chez les mâles avec une avance progressive notamment des organes digestifs par rapport à ceux des femelles, Ceux-ci semblent correspondre aux besoins du métabolisme plus intense chez les mâles ; sachant que, chaque sexe évolue selon un équilibre endocrinien qui lui est propre. Ainsi Djellal et al. (2016) ont rapporté des GMQ à j60, proches à ceux enregistrés dans notre étude (187.8 et 186.1) pour les mâles et les femelles, alors qu'entre J60-J90, le GMQ plus élevé est observe chez les femelles que les males mais sans signification statistique avec respectivement 167.6g/j et 132.1g/j. La seule période où ils ont enregistré une influence très significative du sexe ( $p < 0.01$ ) a été entre 20 et 30 jours. Le même constat a été rapporté par McGovern et al. (2020) dans une race irlandaise ; où dans tous les types de naissance, les agneaux mâles étaient plus lourds que les femelles avec des différences hautement significatives ( $p < 0,001$ ).

Dans notre étude, le nombre d'agneaux males était plus élevés dans le lot expérimentale (15male/ 11femelle) que dans le lot témoin (9 male/11femelle) cela pourrai avoir comme explication l'effet de la supplementation au moment de la péri-conception qui aura une influence sur le PH du milieu utérin au moment de la fécondation,

#### **1.6.5. Effet du flushing sur la taille de la portée**

En se référant aux résultats portant sur la croissance des agneaux par phase et par mode de naissance (Tableau 76), on relève que, les agneaux nés simples ont exprimé des poids et des gains moyens quotidiens plus élevés que ceux nés doubles. Les différences exprimées se présentaient diversement en fonction des périodes ; ainsi, si les gains de poids en 1ère période (G1) étaient plus élevés chez les agneaux simples et doubles du lot expérimental avec respectivement 201.3g/j et 186.01g/j, ils sont inversement exprimés dans le lot témoin avec 160.72 g/j et 142.86 pour respectivement doubles et simples. Alors qu'en G2 et G3, les gains de poids (G2 et G3) ont été plus élevés dans la catégorie agneaux doubles et ont été de l'ordre de 209.82 g/j et 187.50 g/j pour le lot expérimental et 194.45g/j et 186.51g/j pour le lot témoin.

A l'analyse statistique, on note une différence significative du 'type de portée' qui est marquée ( $p < 0.05$ ) aux pesées 1 et 2 et non significative ( $p > 0.05$ ) aux 3 et 4ème pesée. Quant aux gains de poids, nous enregistrons une supériorité de gain pondéral chez les agneaux simples à la période 1-3 semaines, et moindre aux autres périodes 4-6 et 7-9 semaines par rapport aux doubles.

**Tableau 76 :** Variation du poids et gains (Moyenne  $\pm$ SEM) en fonction de la taille de la portée et du lot

	Lot			
	Expérimental		Témoin	
	Taille Portée		Taille Portée	
	Simple	Double	Simple	Double
<b>P1-Kg</b>	5,45 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	4,88 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	5,61 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	3,88 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>
<b>P2-Kg</b>	9,68 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	8,78 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	8,61 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	7,25 $\pm$ 0,38 <sup>b</sup>
<b>P3-Kg</b>	13,64 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	13,19 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	12,50 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	11,33 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>
<b>P4-Kg</b>	17,32 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	17,13 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	16,11 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	15,25 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>
<b>PoidM</b>	11,52 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	10,99 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	10,71 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	9,43 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>
<b>G1-gr</b>	201,30 $\pm$ 15,57 <sup>a</sup>	186,01 $\pm$ 5,08 <sup>a</sup>	142,86 $\pm$ 10,54 <sup>a</sup>	160,72 $\pm$ 13,07 <sup>a</sup>
<b>G2-gr</b>	188,31 $\pm$ 10,73 <sup>a</sup>	209,82 $\pm$ 16,55 <sup>a</sup>	185,19 $\pm$ 13,82 <sup>a</sup>	194,45 $\pm$ 14,00 <sup>a</sup>
<b>G3-gr</b>	175,33 $\pm$ 7,76 <sup>a</sup>	187,50 $\pm$ 7,17 <sup>a</sup>	171,96 $\pm$ 8,07 <sup>a</sup>	186,51 $\pm$ 9,65 <sup>a</sup>
<b>Gain Moyen</b>	188,31 $\pm$ 4,12 <sup>a</sup>	194,45 $\pm$ 3,55 <sup>a</sup>	166,67 $\pm$ 6,54 <sup>a</sup>	180,56 $\pm$ 5,69 <sup>a</sup>

a,b les moyennes avec des lettres différentes signifient qu'elles diffèrent significativement  $p < 0,05$ .

Les poids à la naissance des agneaux double dans les deux lot (expérimental et témoin) sont inférieures à ceux enregistré par Benazzouz e al. (2007), toutes les portées doubles avaient un poids moyen à la naissance entre 6,65 et 6,95 Kg, même constat pour les gains moyens à 42 jours de cette étude pour les régimes étudiés (selon les apports énergétiques Bas B et Moyen M), BB, MM, BM et MH sont respectivement de 25,86 Kg, 27,08 Kg, 24,35 Kg et 25,45 Kg. Les croûts sont élevés, et ils sont respectivement de 457g, 479g, 417g et 448 g par portée et par jour pour les lots BB, MM, BM et MH. Ce résultat est bien meilleur que celui enregistré dans notre étude. Ils n'ont pas trouvé de différence significative entre les régimes. Toutefois le poids des portées du régime MM (à base de colza) est plus élevé à 6 semaines de 1,22 à 2,73 Kg par rapport à celui des autres régimes.

Selon Chniter et al. (2011) l'effet du mode de naissance sur le poids est plus prononcé durant la période 10-30 jours d'âge où les agneaux sont en compétition pour le lait maternel. Le lien négatif entre la taille de la portée et la croissance de l'agneau est la plupart du temps attribué à une réduction de la quantité de lait disponible par agneau (Zidane et al. 2015). Ceci



est probablement dû au fait que pour les brebis ayant une mise-bas multiple, bien qu'elles produisent plus de lait, la quantité en surplus n'est pas suffisante pour compenser l'augmentation des besoins.

Nos résultats sont en accord avec les trouvailles d'Analla et al. (1997) qui ont conclu que la moindre croissance des agneaux nés multiples s'atténue un peu quand les agneaux s'approchent de l'âge du sevrage ; ce qui s'explique par une croissance compensatrice durant la période post-sevrage. Cela montre que les agneaux nés multiples ont tendance à compenser le retard de croissance enregistré au début de leur vie. Cette tendance a été également observée sur les agneaux de race D'Man par Boujenane et al (1991), Kerfal et al (2005) et Chniter et al (2011). Il a été également rapporté que le mode d'agnelage (simple ou gémellaire) influence significativement tous les poids de la naissance à 8 mois (Fall et al., 1982).

Nos constatations vont dans le même sens que celles rapportées par Belkasmi (2010b), qui a observé que la meilleure courbe de croissance a été repérée chez les agneaux nés simples par rapport aux doubles ou aux triplés ; tout en concluant que les agneaux issus de naissances doubles ont des vitesses de croissance plus faibles que les simples. Ceci trouve son explication dans les travaux de Kerfal et al. (2005) qui ont déduit que la différence entre poids à la naissance et la croissance ultérieure des agneaux, en fonction du mode de naissance, est liée au déficit de 25% à 35% de la ration chez celles nourrissant des doubles que chez celles avec un seul agneau, Arbouche (2010), a constaté que le mode de naissance à une influence sur le poids des agneaux à la naissance, à 30 jours, à 60 et 120 jours, mais pas sur le poids à 90 jours. De même, Meredef et Madani (2015) ont constaté que les agneaux nés simples ont une légère supériorité pondérale (0,87 kg) par rapport aux agneaux nés doubles ; ceci est dû à l'effet de la croissance compensatrice.

Dans le même contexte, Belkacem (2019) a conclu que 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 ; et ce, en concordance avec les observations antérieures rapportées par Boussena et al., 2013 ; Safsaf, 2014 ; Zidane et al., 2015 ; Mefti- Korteby et al., 2017 ; Meredef, 2017 .Cette supériorité pondérale a été également rapportée dans diverses races ovines (Tariq et al., 2013 chez la race Mengali ; Lupi et al., 2015, chez la race Segureño). Selon Tariq et al., (2013), cette différence serait expliquée par plus d'espace dans l'utérus lors d'une portée unique et la disponibilité en éléments nutritifs pendant la gestation.

Le gain moyen quotidien (GMQ1) de  $201.30 \pm 15.57$ g/j enregistré dans la portée simple du lot expérimental est proche à celui de  $206,67 \pm 19,01$ g/j enregistré par Boussena et al. (2013) ;

tandis que, le gain moyen G2 de  $201,33 \pm 14,39$  g/j enregistré chez les jumeaux par ces derniers auteurs est inférieur au notre, toujours dans la même catégorie d'agneaux du lot expérimental ( $209,82 \pm 16,55$  g/j). Neanmoins GMQ1 demeure inférieure à celui enregistré par Belkheir et al (2021) chez la brebis Tazegzawt bleue de Kabylie ( $289 \pm 119$  g/j).

Dans le lot témoin, Malgré l'absence de signification statistique, les trois GMQ demeurent inférieurs chez les agneaux simples par rapport aux agneau doubles G1 ( $142,86$  Vs  $160,72$ ), G2( $185,19$  Vs  $194,45$ ) et G3( $171,96$  Vs  $186,51$ ).

#### **1.6.6. Variation du gain moyen en fonction de la parité des mères**

A première vue, l'observation des résultats relatifs à l'effet de la parité des mères révèle que les agneaux issus des brebis primipares ont enregistré les meilleurs poids à la naissance par rapport à ceux issus des brebis multipares dans un même lot avec  $5,23 \pm 0,11$  kg vs  $5,19 \pm 0,16$  kg et  $5,03 \pm 0,27$  kg vs  $4,83 \pm 0,32$  kg pour expérimental et témoin respectivement avec cependant une différence demeurant minime (0.04). Cette supériorité est gardée à la deuxième pesée (P2) uniquement dans le lot expérimental ; alors que pour le reste des pesées, elle est passée chez les agneaux issus des multipares, mais globalement, ce sont les agneaux du lot expérimental qui ont présenté les poids élevés par rapport à ceux du lot témoin.

En référence aux données de la littérature, nos résultats sont contradictoires avec ceux rapportés par Safsaf (2014) dans la race Ouled Djellal au moins pour le poids à la naissance, et se rejoignent à eux dans autres périodes ; où il a été enregistré à toutes les pesées (0-3 semaines, 4-6 semaines, 7-9 semaines) des poids élevés chez les agneaux issus des multipares. C'est également le même constat auquel sont arrivés Karfel et al. (2005) au Maroc, qui ont trouvé que les poids à la naissance, à 1 mois et au sevrage sont influencés par l'âge de la mère, les agneaux issus des brebis adultes sont plus lourds que ceux issus de jeunes brebis.

Il en est de même pour Annett et al. (2011), qui ont rapporté que le poids des agneaux à la naissance augmente avec l'âge des brebis jusqu'à 5 ans puis il diminue à partir de 6 ans. Alors que, pour El Fadili (2009), l'âge de la brebis a un effet hautement significatif sur la taille et le poids de la portée de la naissance jusqu'au sevrage ; et que, les performances les plus élevées sont celles exprimées par des brebis âgées entre 4 et 7 années.

Dans le même contexte, Baa et al. (2020) ont constaté que dès leur naissance, les agneaux OD issus des brebis multipares type Hodna ont présenté des poids et des vitesses de croissance plus importants que ceux issus des brebis jeunes (primipares) :  $4,25 \pm 0,99$  kg contre  $3,88 \pm 1,10$  kg à la naissance, et  $25,1 \pm 4,0$  kg contre  $24,8 \pm 3,9$  kg à 100 jours.

**Tableau 77** : Effet de la parité de la mère sur le poids et le gain des agneaux  
(Moyenne± SEM)

	Parité			
	Primipares		Multipares	
	Expérimental	Témoin	Expérimental	Témoin
<b>P1-Kg</b>	5,23±0,11 <sup>a</sup>	5,03±0,27 <sup>a</sup>	5,19±0,16 <sup>a</sup>	4,83±0,32 <sup>a</sup>
<b>P2-Kg</b>	9,53±0,33 <sup>a</sup>	8,00±0,39 <sup>b</sup>	9,06±0,15 <sup>a</sup>	8,33±0,32 <sup>b</sup>
<b>P3-Kg</b>	13,20±0,32 <sup>a</sup>	11,70±0,48 <sup>b</sup>	13,72±0,14 <sup>a</sup>	12,42±0,55 <sup>b</sup>
<b>P4-Kg</b>	17,15±0,27 <sup>a</sup>	15,30±0,42 <sup>b</sup>	17,33±0,10 <sup>a</sup>	16,48±0,44 <sup>b</sup>
<b>Poid M</b>	11,27±0,21 <sup>a</sup>	10,01±0,36 <sup>b</sup>	11,33±0,05 <sup>a</sup>	10,52±0,37 <sup>b</sup>
<b>G1-g</b>	204,76±15,82 <sup>a</sup>	141,67±9,81 <sup>b</sup>	183,87±8,29 <sup>a</sup>	166,67±11,72 <sup>a</sup>
<b>G2-g</b>	175,00±13,16 <sup>a</sup>	176,19±12,02 <sup>a</sup>	222,22±10,89 <sup>a</sup>	194,45±18,26 <sup>a</sup>
<b>G3-g</b>	188,10±8,96 <sup>a</sup>	171,43±7,65 <sup>a</sup>	171,96±5,29 <sup>a</sup>	193,65±8,56 <sup>b</sup>
<b>Gain M</b>	189,28±4,29 <sup>a</sup>	163,10±5,38 <sup>b</sup>	192,68±366 <sup>a</sup>	184,92±5,92 <sup>a</sup>

a,b les moyennes avec des lettres différentes signifient qu'elles diffèrent significativement  $p<0,05$ .

Le poids élevé à la naissance des agneaux issus des multipares peut trouver son explication dans les travaux récemment effectués par Özyürek and Türkyilmaz (2020), qui ont travaillé sur l'influence des paramètres placentaires en fonction de la parité de la mère et le sexe de l'agneau sur le poids à la naissance. A cet effet, ces auteurs ont conclu qu'il n'y avait pas de différence du point de vue parité entre le poids à la naissance et l'efficacité placentaire. Cependant, le nombre de cotylédons, la densité, l'efficacité de la surface moyenne des cotylédons, ont été affectés ( $p<0,05$ ) par la parité. Ainsi, la surface moyenne des cotylédons a été la plus basse à une parité de 2 ( $7,33 \pm 0,99$  cm<sup>2</sup>) et plus élevée à une parité de 4 ( $48,61 \pm 1,5$  cm<sup>2</sup>). Le résultat le plus important de cette étude était la corrélation positive entre le poids de naissance et la surface moyenne des cotylédons. Cette étude indique que la surface moyenne des cotylédons et les traits de taille des cotylédons peuvent être des paramètres plus efficaces pour produire des agneaux plus lourds.

L'ensemble de ces observations sont exprimées dans notre étude avec plus de positivité dans le lot expérimental que dans le lot témoin. Elles peuvent être associées à la qualité et la quantité des concentrés utilisés dans les rations des deux lots ayant induit de meilleures répercussions sur les différents paramètres corporels des agneaux surtout dans le lot expérimental (poids à la naissance, gain moyen quotidien...).

### 1.7. Mortalité des agneaux

La mortalité des agneaux de la naissance au sevrage constitue souvent l'une des causes principales de la faible productivité du troupeau et est considérée comme un fléau économique. Les facteurs de risque de la mortalité des agneaux peuvent être regroupés en trois grandes

familles (la brebis, l'agneau et l'environnement) (Gautier et Corbières, 2011 ; Miquel, 2014). Alors que, pour Sagot et al. (2015), les causes de mortalité et de morbidité des agneaux sont multifactorielles ; et que, leur expression ou leur maîtrise est fonction d'un triptyque éleveur, animal et environnement.

La mortalité enregistrée dans notre étude a été observée entre **J0-J5** dans le lot expérimental. Elle a concerné deux jumeaux et des triplés, où plusieurs facteurs seraient probablement incriminés ; alors que, dans le lot témoin aucune perte n'a été observée.

La mortalité au cours des premières 48heures est due le plus souvent à un défaut d'adaptation du nouveau-né à son environnement post-natal et plus particulièrement à son incapacité à maintenir sa température corporelle (hypothermie). Ce qui peut être observée lors des agnelages de plein-air que lors des mises bas en bergerie dans des conditions climatiques beaucoup mieux contrôlées (Theriez, 1991). Ainsi, Boukhliq (2002a) a rapporté que 60% de la mortalité des agneaux survient pendant les 3 premiers jours. Cette période est donc extrêmement critique pour la survie de l'agneau ; ensuite, les mortalités diminuent fortement, 30% entre 3 et 30 jours et 10% entre 30 et 90 jours. Il est rejoint en cela par Boubekeur et al. (2014), qui ont également trouvé que 77,8% des mortalités globales se produisent entre la naissance et 10 jours et le reste soit 22,2% entre 10 et 90 jours.

Le taux de mortalité enregistré dans notre étude était de 15,6% et est comparable à celui de 14,6 % chez des brebis laitières Sicilo-Sardes en Tunisie (Selmi et al., 2009). Il est inférieur à celui de 21,4 % enregistré par Chemmam et al. (2014) chez des brebis Ouled Djellal en Algérie et à celui de 20% observé par Mebirouk-Boudechiche et al (2015) dans son lot expérimental. Il est par contre supérieur au 10% obtenu par Boudebza (2017) et aux taux de 0% et 6% enregistrés par Boudechiche et al (2010), respectivement dans deux lots de brebis rationnés avec des rebuts de dattes (lot expérimental) et d'orge (lot témoin). Il est supérieur à celui de 1,70 % enregistré par Mofti-Korteby et al. (2017) qui ont rapporté une mortalité très faible dans le lot d'agneaux issus des brebis multipares avec 0,72 %, comparativement à celui issu des brebis primipares avec 1,68 %. Il l'est également avec celui enregistré dans l'étude de Zidane e al. (2021) qui ont révélé des taux de mortalités dans deux saisons de mise bas avec  $3,0 \pm 2,8$  % dans le groupe Automne et  $1,9 \pm 2,1$  % dans le groupe Printemps.

Il y a lieu de relever que la mortalité ayant touchée surtout certains des agneaux, dans notre étude qui sont issus de portées multiples (1 triplé et 2 doubles), serait en fait la résultante d'un grand nombre de facteurs parmi ceux précédemment cités .Sachant que ce sont les agneaux les plus chétifs qui ont été touchés et qui ont probablement souffert d'hypothermie (surtout lors

d'agnelage par temps froid (Kenyon et al.,2019) ; et que les mises-bas ont eu lieu la nuit à la fin du mois de septembre et sans assistance contribuant ainsi à l'augmentation de ce risque. N'ayant pas bénéficié des soins souhaités dans de telles situations, ces agneaux ont succombé à leurs atteintes (Fragkou et al., 2010 ; El Fadili, 2011 ; Kenyon et al., 2019). Ces observations sont en concordance avec les observations rapportées par Boudebza (2016).

# **Chapitre V**

## **Conclusion et perspectives**

Les régimes alimentaires des ruminants dans les zones à agriculture pluviale telles que la wilaya de Batna, sont souvent déséquilibrés et déficitaires en énergie et en protéines. Le calendrier alimentaire des ruminants dans la zone se caractérise actuellement par une diminution des disponibilités alimentaires. Les périodes de déficit fourrager du système de production actuel a conduit à la multiplicité des périodes de disette et a obligé les éleveurs à intégrer les pailles, chaumes et résidus de cultures, fourrage grossier de pauvre qualité, dans les rations des ruminants avec plus de concentrés et très peu de fourrages de qualité. Les ingrédients alimentaires, qu'elle que soit leurs qualités, sont incorporés dans la ration uniquement selon leurs disponibilités saisonnières sans aucune considération de la qualité ni des besoins des animaux en question. Les concentrés, sources protéiques, sont chers et leur disponibilité aléatoire constitue donc le facteur le plus limitant, quoique le rapport « Prix de la viande ovine/prix de l'orge » soit relativement élevé et ne dissuade pas les éleveurs ovins de distribuer des concentrés dans certaines séquences clef (agnelages, engraissement.....)

Dans la présente étude, l'analyse chimique des concentrés distribués a permis d'observer une différences majeures significatives entre les rations de point de vue PDIN. Toutefois, les résultats obtenus nous donnent de précieuses informations sur les capacités des brebis de race Ouled Djellal a toléré le déficit PDIN.

Bien qu'aucun effet significatif des deux rations alimentaires sur la condition corporelle générale des brebis n'ait été observé pendant la lutte, le niveau élevé d'énergie a permis une amélioration de l'état de chair en saison sexuelle et un meilleur GMQ des produits (ou agneaux). Ceci est en accord avec le principe du flushing alimentaire. Il semble également que l'état de chair s'améliore de meilleure façon lorsque les brebis sont alimentées avec une ration équilibrée.

À l'agnelage, les agneaux simples étaient plus lourds que les agneaux double et cela, pour les deux lots de l'étude. Les réactions des brebis aux traitements alimentaires, en termes de poids d'agneaux à la naissance, ont été différentes pour les deux lots. En effet, les poids à la naissance les plus élevés ont été obtenus avec la ration expérimentale supplémentée en protéines. Tandis que de points de vue parité, les poids les plus élevés ont observés chez les primipares aux premières pesées.

Le flushing n'affecte pas significativement les concentrations sériques de progestérone, néanmoins cette absence d'effet pourrait être la conséquence des quantités relativement faibles de suppléments protéiques utilisées dans les conditions de la présente expérience. Cependant

l'analyse statistique a révélé un effet significatif du régime alimentaire sur les paramètres du métabolisme protéique.

Malheureusement, les divergences entre les résultats obtenus entre les deux expériences, ainsi que le nombre restreint de brebis, particulièrement dans la deuxième expérience ne permettent pas d'émettre des recommandations uniques quant au type de supplémentation à apporter pour optimiser les performances de reproduction de la brebis Ouelad djellal. Les résultats de cette recherche doivent donc être interprétés en fonction des particularités de chaque élevage (condition corporelle des brebis, gestion d'élevage .....etc.). Cette recherche a démontré qu'avec des quantités relativement réduites de concentré équilibré, par rapport à celles qui sont habituellement servies dans les élevages algériens en période hivernale, les brebis peuvent atteindre d'excellentes performances. En réalité, un apport restreint de concentrés favorise une consommation accrue de fourrage diminuant du même coup les frais d'alimentation.

La mauvaise adéquation des apports azotés aux besoins perturbe la reproduction à court et moyen termes. Les effets sont rapidement visibles lors d'excès azotés pendant la lutte plus tardifs lors d'excès azotés au cours de la gestation. Les carences protéiques peuvent être mises en évidence grâce à la biochimie à condition d'être prolongées et intenses.

Les erreurs en matière d'alimentation azotée sont à relier à l'apport alimentaire global, et plus particulièrement à l'apport énergétique. Un déficit en azote est généralement le signe d'une ration insuffisante quantitativement : il faut alors craindre un manque d'énergie et des carences minérales et vitaminiques. Une ration trop riche en azote dans l'absolu n'aura pas forcément des répercussions néfastes si l'apport énergétique est excédentaire. La biochimie permet ainsi d'orienter le diagnostic quand le tableau clinique est peu explicite, et de préciser l'étiologie du déséquilibre alimentaire.

Après cette étude, nous envisageons quelques recommandations :

- Pour optimiser l'utilisation des ressources alimentaires disponibles au niveau de l'exploitation, il est nécessaire que les éleveurs soient sensibilisés à l'importance de la connaissance de la qualité nutritive des aliments et aux techniques de rationnement et d'alimentation du cheptel ;

- En alternative à l'utilisation massive des aliments concentrés dans la ration, l'intégration des cultures fourragères dans la conduite alimentaire des troupeaux ovins représente une nouvelle pratique pour une catégorie d'agro-éleveurs. Trois types de cultures sont à solliciter pour l'affouragement en vert : l'orge, l'avoine et la luzerne ;



-Pour faire face à l'hétérogénéité des performances des brebis Ouled Djellal en saine de la même exploitation, la solution retenue conduit souvent à suralimenter les individus les moins performants. Mais le gaspillage de concentré qui en résulte apparaît de moins en moins tolérable de point de vue économique ; la mise en lots des brebis sur le critère de la note de l'état corporel au moment de la préparation à la lutte et à la taille de la portée 20 jours après saillie est une première étape nécessaire pour mieux ajuster les apports alimentaires aux besoins des animaux et économiser ainsi l'aliment concentré.

-Il est possible de maîtriser les facteurs qui influencent sur la reproduction par l'adaptation d'une politique d'élevage basée sur des connaissances scientifiques :

--Pour l'alimentation, l'application correcte du flushing et du steaming lors de périodes critiques de la vie sexuelle de la brebis pallient aux exigences métaboliques imposées.

-Pour l'état sanitaire, on vise que la brebis soit vaccinée, vermifugée, déparasitée et en bonne santé pour une meilleure manifestation de ses performances de reproduction et cela par une bonne hygiène et une thérapie adaptée à la pathologie.

-Lorsque l'activité sexuelle est à son pic (l'automne et le printemps) il est préférable d'utiliser les méthodes zootechniques de la synchronisation et de l'extériorisation des chaleurs, à titre d'exemple : effet de mâle et le flushing ; qui sont moins coûteuses. Par contre, lors de la période d'activité basse (l'hiver et l'été) ainsi que pour les brebis non saillies dans la période de pic, on recommande l'utilisation des méthodes hormonales de synchronisation : les éponges progestéroniques, implants de mélatonine.

-L'état doit subventionner l'élevage ovin, et cela tant sur le plan sanitaire et médical par la production des médicaments et ajustement des décrets ministériels pour des vaccinations obligatoires et gratuites, le dépistage et l'éradication des maladies ; que sur le plan alimentaire.

-Les recherches seraient encouragées, intensifiées et soutenues par une bonne volonté et des budgets largement suffisants. La formation des techniciens et des vétérinaires devrait se faire sur des connaissances et les données qu'offre le terrain algérien.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

### Sites internet

1. **Anonyme 1** : site web : <https://www.rumenco.co.uk> (accédé le : 25/01/2022).
2. **Anonyme., 2016.** La nutrition du troupeau de brebis.  
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/sheep/facts/eweflock.htm>

### Articles et livres

1. **Abadie,G.,Thiery,R.2008.**Caractérisation sérologique des souches de Mannheimia haemolytica et Pasteurella trehalosi présentes dans les fosses nasales d'ovins et de caprins d'élevages du département des Alpes-Maritimes (France) Revue Méd. Vét., 2008, 159, 2, 101-106
2. **Abbott Diabetes Care, LTD. 2007.** User's guide blood glucose monitoring system. 34. Available at <https://www.manualslib.com/manual/1048335/Abbott-Optimum-Xceed.html#manual>.
3. **Abdelhadi,S.A.1998.** Induction de la parturition par différents traitements hormonaux chez la brebis de la race Hamra. Thèse de magister en science vétérinaire I.S.V. de Tiaret, P109.
4. **Abdelhadi,S.A.2007.**Etude des mortalités périnatales des agneaux au niveau de la région de Tiaret. Thèse de Doctorat en science Vétérinaires, soutenue en novembre 2007 à la faculté des sciences, Université d'Oran (Algérie), p.121-122
5. **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, 2012, 19.
6. **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.
7. **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
8. **Abdulkhalik,M.,Harvey,W.,Parker,C.1989.** Genetic parameters for ewe productivity traits in the columbia, suffolk and targhee breeds. Journal of Animl Science. 67(12):3250-7
9. **Abecia,J.A., Forcada, F., Sierra, I. 1991.** Influence de l'état corporel sur la cyclicité et le taux d'ovulation chez des brebis Rasa Aragonesa. Options Méditerranéennes-Série Séminaires,13: 117-122.
10. **Abecia,J.A.,Lozano,J.M.,Forcada,F.,Zarazaga, L. 1997.** Effect of level of dietary energy and protein on embryo survival and progesterone production on day eight of pregnancy in Rasa Aragonesa ewes. Anim. Reprod. Sci., 48:209-218.
11. **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.
12. **Abecia,J.A.,Palacín,I.,Forcada,F.,Valares,J.A.2006.**The effect of melatonin treatment on the ovarian response of ewes to the ram effect. Domestic Animal Endocrinology, 31: 52-62.
13. **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.
14. **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.
15. **Aboud,M.,Boumella,S.2012.** Effet de l'incorporation des noyaux de dattes dans une ration à base d'aliment grossier chez les brebis Ouled Djellel. P :67-80. Mémoire Docteur Vétérinaire. Université Constantine.
16. **Adam,C.L.,Findlay,P.A.1997.**Effect of nutrition on testicular growth and plasma concentrations of gonadotrophins, testosterone and insulin-like growth factor I (IGF-I) in pubertal male Soay sheep. J. Reprod. Fertil., 11: 121-125.
17. **Adib,A.,Fréret,S.,Touze,J.L.,Lomet,D.,Lardic,L., Chesneau,D., Estienne, A., Papillier, P., Monniaux,D.,Pellicer-Rubio,M.T.2014.**Progesterone improves the maturation of male-induced preovulatory follicles in anoestrous ewes. Reprod., 148, 403-416.

18. **Adnane,M.,Miroud,K.,Hanzen,C., Kaidi, R.2018.**The PGF2 $\alpha$ , 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. <http://www.lrrd.org/lrrd30/11/adnan30188.html>
19. **Aganga,A.A.,Umunna,N.N.,Oyedipe, E.O.,Okoh,P.N.1989.** Influence of water restriction on some serum components in Yankasa ewes. *Small Ruminant Research*, 2, 19-26.
20. **Aktaş,M.,Özkanlar,S.,Uçar,Ö.,Özkanlar,Y.E.,Kaynar,Ö.,Aytekin,İ.2011.**Relationships between Body Condition Score and some metabolic blood parameters in early lactating dairy cows. *Revue Méd. Vét*, 162(12), 586-592.
21. **Alabart,J.L.,Folch,J.,Fernandez-Arias,A.,Ramon,J.P.,Garbayo,A.,Cocero,M.J.1995.** Screening of some variables influencing the results of embryo transfer in the ewe I. Five-day-old embryos.*Theriogenology*,44,1011-1026.[https://doi.org/10.1016/0093-691X\(95\)00288-J](https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00288-J)
22. **Alberghina,D.,Giannetto,Ci.,Vazzana, I, Ferrantelli,V.,Piccione.2011.** Reference Intervals for Total Protein Concentration, Serum Protein Fractions, and Albumin/Globulin Ratios in Clinically Healthy Dairy Cows. *J. Vet. Diagn. Invest* .23: 111-114.
23. **Al-Dewachi,O.S .1999.** Some biochemical constituents in the blood serum of pregnant Awassi ewes. *Iraqi. J. Vet. Sci*. 12:275–279.
24. **Allaoua,S.A.,Mahdi,D.2018.**Plasma biochemical and minerals parameters in Arbia goats of a semi-arid region of North-Eastern Algeria during different stages of production. *Vet. arhiv* 88 (5), 643-660
25. **Allaoui,A.2012.** Etude Des Principaux Facteurs De Variation De La Production DeSemence Par Les Beliers Geniteurs De Race Ouled Djellal, Institut Des Sciences Veterinaires Et Des Sciences Agronomiques Universite El-Hadj Lakhdar Batna, Universite El-Hadj Lakhdar Batna, p. 111.
26. **Allaoui,A.,Tlidjane,M.,Safsaf,B.,Laghrou,W.2014.**Comparative Study between Ovine Artificial Insemination and Free Mating in Ouled Djellal Breed. *APCBEE Procedia* 8, 254-259.
27. **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 Journal of Animal and Veterinary Advances* . 7,( 9) 904-909. Doi: 10.3923/ajava.2012.904.909.
28. **Alnimer,M.,Tabbaa,M.J.2010.**Hormonal treatments and the ram effect on synchronised oestrus in Awassi ewes at the beginning of the breeding season. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 48: 473–480
29. **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.
30. **Al-Soqeer,A.A.2008.** Nutritive value assessment of Acacia species using their chemical analyses and in vitro gas production technique. *Res J Agric Biol Sci* 4, 688–694.
31. **Alvarez-Rodriguez,J.,Sanz,A.,Joy,M.2008.** The effect of the spring management on blood metabolites and luteal function of ewes onMediterranean mountain areas. *Small Rumin. Res*. 82, 18–26
32. **Ambreen,M.,Bhat,A.,Khan,H., Banday, M.,Rashid, A.,Gazalli,H.,Ashraf,H.2014.** Effect of Flushing on the Growth, Body Condition Score and Reproductive Efficiency of Corriedale Ewes during Breeding Season and Gestation Period. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 4.
33. **Analla,M.,Munoz-Serrano,A.,Serradilla, J.M.1997.** Estimation des effets des facteurs fixes sur les poids des agneaux et sur la prolificité des brebis de la race ovine Segurana dans le sud-est espagnol. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*,17(3), 157-163.
34. **Andrews,A. 1997.** Pregnancy toxemia in the ewe, In *Pract*. 19, 306-312
35. **Annett,R.W., Carson,A.F. 2005.** The effect of digestible undegradable protein (DUP) content of concentrates on colostrum production and lamb performance of triplet-bearing ewes on grass-based diets during late pregnancy. *Animal Science*., 80: 101-110.
36. **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. *Animal Science*., 82: 947-954.
37. **Annicchiarico, G., Caternolo, G., Claps, S., Marino, R., Taibi, L., Terzano G. 2007.** Effect of the concentrate source on milk yield, milk composition and feeding behaviour of grazing sheep during summer season. In: Priolo A., Biondi L., Ben Salem H. and Morand-Fehr P. (Ed.). *Advanced*

- nutrition and feeding strategies to improve sheep and goat. Zaragoza : CIHEAM, 2007. p345-350 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; N° : 74).
38. **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.
  39. **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
  40. **Antunovic, Z., Novoselec, J., Sauerwein, H., Speranda, M., Vegara, M., Pavic, V. 2011a:** blood metabolic profile and some of hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17: 687 – 695.
  41. **Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Vegara, M., Pavić, V., Mioč, B., Djidara, M. 2011b.** 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.
  42. **Antunovic, Z., Novoselec, J., Sauerwein, H., Speranda, M., Vegara, M., Pavic, V. 2011c.** Blood metabolic profile and some of hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* .17 (5) 687-695
  43. **Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž. 2017.** hematological parameters in ewes during lactation in organic farming. *Poljoprivreda* 23 (2) 46-52.
  44. **Arbouche, Y. 2010.** Effet de la synchronisation des chaleurs de la brebis Ouled Djellal sur les performances de la reproduction et de la productivité en région semi- aride. memoire de magister. Universite Ferhat Abbas Setif.p156.
  45. **Arbouche, F. 2012.** Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières produites en Algérie pour l'alimentation des ruminants. Institut National Recherche Agronomique Algérie Editeurs, Alger, 46 p.
  46. **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.
  47. **Arbouche, F., Arbouche, R., Meradi, S. 2016.** Valorisation de l'engraissement de la race ovine Hamra par les sous-produits de la datte. *Livestock Research for Rural Development* 28 (4) <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd28/4/cont2804.htm>.
  48. **Armstrong, D.G., Gong, J.G., Webb, R., 2003.** Interactions between nutrition and ovarian activity in cattle: phys- iological, cellular and molecular mechanisms. *Reprod. Suppl.* 61, 403–414.
  49. **Artoisement, P., Bister, J. C., Paqua, R. 1982.** La préparation des brebis à la lutte utilité de flushing . *Rev. de l'agr.* n°6, 35, Nov-Dec, 3257-3267.
  50. **Ashworth, C.J., Sales, D.I., Wilmut, I. 1989.** Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. *J Reprod Fertil*, 87: 23-32. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0870023>
  51. **Atti, N., Abdennebi, L. 1995.** Etat corporel et performances de la race ovine Barbarine. In : **Caja, G., Djemali M., Gabiña, D., Nefzaoui, A.** L'Elevage ovine en zones arides et semi-arides. Zaragoza: CIHEAM. (Cahiers Options Méditerranéennes n . 6) p. 75-80
  52. **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.
  53. **Avdi, M., Driancourt, M.A., Chemineau, P. 1993.** Variations saisonnières du comportement d'oestrus et de l'activité ovulatoire chez la brebis Chios et Serres en Grèce. *Reproduction Nutrition Development*, 33(1), 15-24
  54. **Ayad, A., Benhanifia, M., Benbarek, H. 2018.** the ability of human electrochemiluminescence immunoassay to measure testosterone and progesterone in ovine plasma. *MALAYSIAN Journal Of Veterinary Research*. 9, 22-30.
  55. **Azizi-Shotorkhoft, A., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. 2012.** The influence of the different carbohydrate sources on utilization efficiency of processed broiler litter in sheep. *Livestock Science*, 148: 249-254.
  56. **Baa, A., Bara, Y., BenLaalam, L., Bensbaa, W. 2020.** Facteurs influençant la croissance d'agneaux Ouled Djellal "type Hodna" dans la wilaya de Sétif (Algérie). *Livestock Research for Rural Development* 32 (11)
  57. **Baldwin, R.L., McLeod, K.R. 2000.** Effects of diet forage-to concentrate ratio and metabolizable energy intake on isolated rumen epithelial cell substrate metabolism in vitro. *J. Anim. Sci.*, 78 :771–783. <https://doi.org/10.2527/2000.783771x>

58. **Balikci, E., Yildiz, A., Gürdoğan, F. 2007.** Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. *Small Rumin Res.*, 67, 247-251.
59. **Balikci, E., Yildiz, A., Gürdoğan, F. 2009.** Investigation of some biochemical and clinical parameters for pregnancy toxemia in Akkaraman ewes. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8 : 1268-1273
60. **Baril, G., Chemineau, P., Cognié, Y., 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
61. **Bayat, A.R., Ventto, L., Kairenius, P., Stefański, T., Leskinen, H., Tapio, I., Negussie, E., Vilkki, J., Shingfield, K. J., 2017.** Dietary forage to concentrate ratio and sunflower oil supplement alter rumen fermentation, ruminal methane emissions, and nutrient utilization in lactating cows. *Translational Animal Science*, 1, 3, 277–286. <https://doi.org/10.2527/tas2017.0032>
62. **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.
63. **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.
64. **Beam S.W., Butler, W.R. 1999.** Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in post-partum dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, 54 (Suppl), 411-424.
65. **Bechchari, A., Acherkouk, M., Elkoudrim, M., Maato, A. 2005.** Caractérisation, atouts et contraintes de l'élevage ovin au Maroc oriental. In Boulanouar et Paquay L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc. INRA ed. Maroc. pp77-90
66. **Beckers, J.F. 2003.** Diagnostic de la gestation chez les ovins. *Le sillon Belge*, August 29th, p.27
67. **Belahrache, B., Boulanouar, A. 1991.** Essais de synchronisation de l'œstrus en lutte libre chez la brebis de race Taadmit et incidence sur la croissance des agneaux. Thèse d'ingénieur Agronome. ENSA, Alger. 96 p.
68. **Belibasakis, N.G., Belibasakis, S., Ambatzidis, P., Carzia C., Coteli, A. 1994.** Effects of sunflower seeds on milk yield, milk composition, and blood components of dairy cows in early lactation. *World Review of Animal Production*. 29, N°1, 49 -54
69. **Belkacem, L., Safsaf, B., Tlidjane, M., Loughraib, S., Belkadi, S. 2018.** Steroid hormones and energetic metabolites profiles in ewes raised under arid and semi-arid climates of Algeria. *Biological Rhythm Research*. 50 ( 6) 2019. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1499373>
70. **Belkacem, L., 2019.** Thèse doctorat en sciences étude de certains facteurs de reproduction chez la femelle ouled djellal en régions arides et semi arides université Batna 1 . p 225
71. **Belkasmi, F., Madani, T., Semara, L., Allouche, L., Mouffok, C. 2010a.** 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.
72. **Belkasmi, F., Nelson, D.M., Desai, M., Ross, M., G. 2010b.** Maternal undernutrition influences placental-fetal development. *Biology of reproduction*, 83(3), 325-331.
73. **Belkheir, B., Ikken, L., Benhamed, N., Ghozlane, F., Benidir, M., Bousbia, A., ElBouyahiaoui, R. 2021.** Potentialités laitières de brebis Tazegzawt Bleues de Kabylie et croissance des agneaux. *Livestock Research for Rural Development* 33 (7) 2021
74. **Belhadia, M. A., Fantazi, K., Benaouina, H., Kada, M., Belhandouze, T., Housseini, N. 2020.** Performances de reproduction de brebis Taadmit avec effet mâle et synchronisation des chaleurs. *Livestock Research for Rural Development* 32 (8)
75. **Bell, A.W., McBride, B.W., Slepetic, R., Early, R.J., Currie, W.B. 1989.** Chronic heat stress and prenatal development in sheep: I. Conceptus growth and maternal plasma hormones and metabolites. *J Anim Sci* 67, 3289–3299.
76. **Benazzouz, H., Theriez, M., Elhadef ELokki, S. 2007.** Influence de la teneur en matières azotées de la ration alimentaire sur la production laitière de la brebis allaitante en déficit énergétique
77. **Bencherif, S. 2013.** L'élevage agropastoral de la steppe algérienne dans la tourmente : enquêtes et perspectives de développement. *Mondes en développement* (n°161), pages 93 à 106. <https://doi.org/10.3917/med.161.0093>
- 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. <http://www.lrrd.org/lrrd25/12/benc25218.html>

78. **Bennis,A.,Ouedraogo,G.,Concordet,D.,DeLa Farge,F.,Valdiguie,P., Rico,A.G.,Braun, J.P. 1994.** Effets de l'élevage et de l'alimentation sur les constituants biochimiques plasmatiques de chèvres au Burkina Faso. *Revue Méd. Vét.*, 145, 7, 571 – 575.
79. **Ben Salem,I.,Rekik,M.,Hammami,H.,Ben Hamouda,M.,Aloulou,R.,Saâdoun,L.2009.** Non-genetic factors of variation of the productivity of the Noire de Thibar ewe. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 62 (1): 59-66, doi: 10.19182/remvt.10095
80. **Benatallah,D.A. 2015.** Effet de l'incorporation des noyaux de dattes sur la production laitière dans une ration chez les brebis de la race Ouled Djellal. These de Magister. Université Chadli Bendjedid-El-Tarf.
81. **Benoit,A.M.Swachara,K.,Schoppee,P.1996.** Insuline-like growth factor-1 (IGF-1) and IGF binding proteins : potential mediators of the influence of nutrition on ovarian function in the heifer and gilt. *Reprod. Domest. Anim.*, 1996, 31, 549-553.
82. **Benyounes,A.,Lamrani,F.,DeSousa,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.
83. **Benyounes, A. 2007.** Variation de l'activité sexuelle et suivi de la gestation chez la brebis Ouled Djellal. Thèse Doct. ès science, Université Badji Mokhtar, Annaba,Algérie, 190 p.
84. **Benyounes,A.,Fakhet,S.,Lamrani,F.2013a.** Comportement reproductif des brebis Ouled Djellal soumises à deux luttes naturelles par an. *Recherche Agronomique* 26, 7-14.
85. **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>
86. **Berge,Ph.,Dulphy,J.P.,Dudillieu,M.,Jailler,M.,Jamot,J.,Bousquet,H.,l'Hotelier,L.1985.** Etude des interactions entre fourrage et aliment concentré chez le mouton. I. Facteurs de variation du taux de substitution. *Annales Zootechnie* 34 313-334.
87. **Berglund,I.,Larsson,K.,Lindberg, W. 1990.** Estimation of metabolizable energy for ruminants by near infrared reflectance photometry using multivariate methods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 52: 339–349.
88. **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.
89. **Berry,N.R., Jewell, P.L., Sutter, F., Edwards, P.J., Kreuzer, M. 2001.** Effect of concentrate on nitrogen turnover and excretion of P, K, Na, Ca and Mg in lactating cows rotationally grazed at high altitude. *Livest. Prod. Sci.*, 71, 261-275.
90. **Bickhardt, K., Konig, G., 1985.** Blutmesswerte von gesunden mutterschafen der Merino-und Schwarzkopfrasse zur zeit der geburt. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* 92, 319–322.
91. **Bittman,E.L.,Dempsey,R.J.,Karsch,F.J.1983.** Pineal Melatonin secretion drives the reproductive response to day length in the ewe. *Endocrinology* 113: 2276-2283
92. **Blache,D.,Zhang,S.,Martin,G.B.2006.** Dynamic and intergrative aspects of the regulation of reproduction by metabolic status in male sheep. *Reprod.Nutri.Dev.* 46379-390
93. **Blanc,F., Bocquier,F.,Agabriel,J.,D'hour,P.,Chilliard, Y.2004.** Amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages de ruminants : conséquences sur les fonctions de production et la longévité des femelles . *Renc. Rech. Ruminants*, 2004, 1 1
94. **Blanchin,J.Y.,Bataille,J.F.,Bellet,V.,Capdeville,J.,Gautier,D.,LeGall,A.,Houdoy,D.,Sagot, L.,Villaret,A.,Challier,J.P.2005.** Le logement du mouton : Elevages allaitants. France Agricole (Editor), 1ère édition, 222 p.
95. **Blavy,P.2010.** Identification des éléments clefs du métabolisme des lipides et de leurs régulateurs.These 216p, Ecole Doctorale : Vie-Agro-Santé Institut national de la recherche agronomique
96. **Bocquier,FetCaja,G. 1993.** Recent advances on nutrition and feeding of dairy sheep. Proc fifth Int Symp on Machine Milking of Small Ruminants, Budapest, May 14-20. *Hungarian J Anim Prod* 580-607.
97. **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.

98. **Bocquier,F.,Bonet,M.,Faulconnier,Y.,Guerre-Millo,M.,Patrice,M.,Chilliard,Y.1998.** Effects of photoperiod and feeding level on perirenal adipose tissue metabolic activity and leptin synthesis in the ovariectomized ewe. *Repro.Nutri.Dev.*38 489-498
99. **Boly,H.,Magagi,L.,Konate,T.,Viguiet-Martinez,M .C et Yenikoye,A .1992.** Cycle œstral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété Mossi. *Revue de l'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, volume 45 (3-4), pp 335-340.  
[http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT92\\_3-4.PDF](http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT92_3-4.PDF)
100. **Boly,H.,Peneme,B.M.L.,Sawadogo,L.,Sulon,J.,Beckers,J F.,Leroy,P.L.2000.** Effet dose réponse de la gonadotropine (PMSG) sur la reproduction de la brebis Djallonké variété 'Mossi'. *Tropicultura*, 18, 126-129
101. **Bonnes,G.,Desclaude,J.,Drogoul,C.,Gadoud,R.,Jussiau,R.,Le Loc'h,A., Montméas L.,Robin,G.2005.**Reproduction des animaux d'élevage 2ème Edition. Educagri Editions, Dijon, France, 407.
102. **Bonev,G.,Slavov,R.,Georgieva,S.,Badarova,P.2012.** The effects of productive status and age on some blood serum parameters before oestrous synchronisation in Awassi and Awassi crosses sheep breed *Journal of Agricultural Science and Technology* Vol. 4:117-119.
103. **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.
104. **Boscós,C.,Samartzi,F.,Lymberopoulos,A.,Stefanakis,A.,Belibasaki,S.2003.** Assessment of progesterone concentration using enzymeimmunoassay, for early pregnancy diagnosis in sheep and goats. *Reprod domestanim*, 38, 170-174.
105. **Boubekour,A.,Benyoucef,M.T.,Benidir,M.,Slimani,A.,Maaref,A.,Lounassi,M.2019.** Qualités reproductives des brebis D'Man en oasis algériennes. *Livest. Res. Rural Dev.*, 3: 129
106. **Boucherit,N., 1985.** Contribution à l'étude de la mortalité périnatale chez les agneaux : influence des facteurs zootechniques et causes de la mortalité. Thèse de docteur vétérinaire. I.A.V. Hassan II. Maroc.
107. **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.
108. **Boudechiche,L.,2009.**Valorisation des rebutes de dattes dans des rations pour ovins,Universite Badji Mokhtar. Annaba. p218.
109. **Boudechiche,L.,Araba,A.,Ouzrout,R.2010.**Influence d'une complémentation de brebis en fin de gestation par des rebuts de dattes sur les performances d'allaitement. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 22, Article #51.  
<http://www.lrrd.org/lrrd22/3/boud22051.htm>
110. **Boujenane, I.,Cisse,M.,kansari,J., Hazzam,R.2002.** Sheep productivity in autumn and spring lambing from three cross breeding systems, In: 7th world Congress Applied to Livestock Production. Montpellier, France. 19-23 August.
111. **Boujenane,I.,Cissé,M.F.,Kansari,J.2005.**Productivity of Timahdite, D'man x Timahdite and Meat Lacaune x Timahdite ewes lambing in autumn, spring and summer in Morocco. *Animal Research* 54 : 25-31.
112. **Boujenane,I.,Bradford,G.E.,Berger,Y.M.Chikhi,A.1991.**Genetic and environmental effects on growth to 1 year and viability of lambs from a crossbreedingstudy of D'man and Sardi breeds. *J. Anim. Sci.* 69:3989-3998
113. **Boujenane,I.,Kansari,J. 2005.** Productivité des brebis Timahdite et croisées D'man x timahdite en station et chez les éleveurs au Maroc. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* 58 (1-2) : 75-79.
114. **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.
115. **Boudouma,D. 2007.** Valeur nutritionnelle du son de blé chez le poulet de chair soumis au stress thermique. *Cahiers Agricultures*, 16(6), 465-468.
116. **Boukhliq,R., 2002 a.** Agnelage et conduite des agneaux. Supplement du cours sur la reproduction ovine. DMV, PhD. Dept. Repr. Anim. I A V Hassen II. Maroc.
117. **Boukhliq,R., 2002 b.** Intensification des systemes de production ovine auMaroc : cours sur la reproduction ovine.DMV, PhD. Dept. Repr. Anim. I A V Hassen II.Maroc



118. **Bourdon,D.,Perez,J.M.,Lebas,F.,Leclercq,B.,Lessire,M.,Sauveur,B.1984.**  
L'alimentation des animaux monogastriques porc, lapin, volailles, INRA édition. Paris. INRA. 282p.
119. **Bourgeois,S.2018.** « Le système Inra de rationnement est rénové ». Réussir Bovins Viande. 25 juillet 2018. <https://www.reussir.fr/bovins-viande/actualites/le-systeme-inra-derationnement-est-renove:ZN07UIF6.html>
120. **Bousbaa,S et Lachi,A.1992.**Essais de synchronisation de l'oestrus à différentes doses de PMSG chez la brebis Ouled Djellal dans la région de Maarif, wilaya de M'Sila .These ingenieur agronomie INA. El Harrach.Alger.
121. **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.
122. **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.
123. **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.
124. **Bowden,D.M.1971.** Non-esterified fatty acids and ketone bodies in blood as indicators of nutritional status in ruminants. Can. J. Anim. Sci., 51, 1-13.
125. **Branca,A.,Molle,G.,Sitzia,M.,Decandia,M.,Landau,S.2000.**Short-term dietary effects on reproductive wastage after induced ovulation and artificial insemination in primiparous lactating Sarda ewes. Animal Reproduction Science, 63(1-2): 123-123.[https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(99\)00079-2](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(99)00079-2)
126. **Braun,J.P.,Trumel,C.,Bezille,P.2010.**Clinical biochemistry in sheep: A selected review. Small Ruminant Research, 92: 10-18
127. **Brocard,V.,Brunschwig,P.,Legarto.J.,Paccard.,P.,Rouille,B.,Bastien,D.2010.**LECLERC M-C. Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. L'Institut de l'élevage : Paris, 2010, 268 p
128. **Broderick,G.A.,Clayton.M.K .1997.**Statistical Evaluation of Animal and Nutritional Factors Influencing Concentrations of Milk Urea Nitrogen. Journal of Dairy Science Volume 80, Issue 11, November 1997, Pages 2964-2971
129. **Brockman,R.P.1993.**Glucose and short chain fatty acid metabolism. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. J. M. Forbes and J. France, ed. CAB international, Cambridge. p249-265.
130. **Bru,C.,Fantova,E.,Sevilla,E.,Quintin,F.J.,Alabart,J.L.1995.**Resultados de inseminación artificial de las ovejas Rasa aragonesa de las ganaderías de Carne Aragón, S.C.L. Influencia de la condición corporal.Proceedings of : XX Jornada sCientíficas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Madrid (España), Jaime ThosRuhi - Miguel IbañezTalegonp159.
131. **Brugere-Picoux, J.2002.** Maladies métaboliques des ruminants, cours 2002.
132. **Bulter,W.R.1998.** Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterin physiology in dairy cattle. Journal of dairy science 81: 2533-2539
133. **Butler,W.R.2000.** Nutritional interaction with reproductive performance in dairy cattle. J. Anim. Reprod. Sci. 60, 449-457
134. **Butler,W.R.2003.** Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. Livest. Prod. Sci. (83):211–218.
135. **Caja,G.,Gargouri, A., 1995.** Orientations actuelles de l'alimentation des ovins dans les régions méditerranéennes. Options méditerranéennes série A. p 51-64. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c06/95605385.pdf>
136. **Caldeira,R.M et Portugal,A.V.1991.** Interrelationship between body condition and metabolic status in ewes. Small Ruminant Research 6: 15-24.
137. **Caldeira,R.M.,Almeida,M.A.,Santos,C.C.,Vazques,M.I.,Portugal,V.1999.**Daily variation in blood enzymes and metabolites in ewes under three levels of feed intake. Can. J. Anim. Sci., 79: 157-164.

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.
139. **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.
140. **Cannas,A.,Pes,A.,Mancuso,R.,Vodret,B.,Nudda,A.1998.**Effect of Dietary Energy and Protein Concentration on the Concentration of Milk Urea Nitrogen in Dairy Ewes. *Journal of Dairy Science*.Volume 81, Issue 2, February 1998, Pages 499-508. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75602-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75602-4).
141. **Cantalapiedra-Hijar,Gonzalo,Yañez-Ruiz,D.,Martin-Garcia,A.,Molina-Alcaide, E.2009.** Effects of forage:concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats1. *J ANIM SCI* 2009, 87:622-631. doi: 10.2527/jas.2008-1142
142. **Carlson,C.D. 2000.** The Effect of Melatonin Dosage and Progesterone on Reproduction in Anestrous Ewes. *Californie.USA: California State University*; Available from: [www.csuchico.edu/cgi-bin](http://www.csuchico.edu/cgi-bin)
143. **Carlos,M.M.L.,Leite,J.H.G.M.,Chaves,D.F.,Vale,A.M.,Façanha,D.A.E.,Melo,M. M.,Soto-Blanco,B.2015.** Blood parameters in the Morada nova sheep: influence of age, sex and body condition score. *J. Anim. Plant Sci.* 25, 950–955
144. **Casamassima,D.,Pizz,R.,Palazzo,M.,D’Alessandro,A.G.,Martemucci,G.2008.** Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in Comisana sheep reared under intensive condition. *Small Ruminant Research*, 78 (1–3): 169-175. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.014>
145. **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.
146. **Castonguay,F.,2018.** La reproduction chez les ovins. Université Laval, Edition Mars,Québec, Canada, 145 p.
147. **Castonguay,F et Laforest.1995.**effet de l’énergie et le niveau de dégradabilité des proteines alimentaire sur les performances de reproduction et de lactation des race prolifique et non prolifiques .programme d’essai et experimentation en agro alimentaire .proget n EE 173
148. **Chabaca,R.,Larwence,A.,Hamadache,A.2009.**Association céréaliculture élevage en Algérie: choix de variétés comptabilisant un bon rendement en grains et une paille de bonne valeur alimentaire *Livestock Research for Rural Development* 21 (11) 2009
149. **Chafri,N.,Mahouachi,M.,Ben Hamouda,M.2008.**Effets du niveau alimentaire après mise bas sur le développement de la fonction reproductive chez l’agneau de race prolifique Dman : développement testiculaire et déclenchement de la puberté .*Renc.Rech. Ruminants*,394,15
150. **Chafri,N.,Mahouachi,M.2011.**Effet du niveau alimentaire intra –utérin sur le moment d’apparition de la puberté et la croissance testiculaire et corporelle chez les agneaux de la race Dman .*Ecole supérieure d agriculture du Kef .Tunisie .Renc.Rech.Ruminant .*
151. **Chellig,R.1992.**Les races ovines algériennes. Office de publications universitaires, (ed.) OPU Ben aknoun Alger, Algerie, 80p.
152. **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.
153. **Chemineau,P.,Cognie,Y.,Heyman,Y.1996a.**Maîtrise de la reproduction des mammifères domestiques. 50 ans de recherches en productions animales. *INRA Prod. Anim., Hors-Série*, 5-15.
154. **Chemineau,P.,Malpaux,B.,Pelletier,J.,Leboeuf,B.,Delgadillo,J.A.,Deletang,F.,Pobel,T., Brice,G., 1996b.** Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et caprins. *INRA Prod. Anim.*, 9, 45-60

155. **Chemmam,M.,Guellati,M.A.,Bairi,A.,Ouali,K.2003.**Variations annuelles du poids vif et de la notation corporelle de brebis Ouled Djellal au cours des principales phases physiologiques. *Journal Algérien des Régions Arides*. 2, 73-75.
156. **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 20 Octobre, 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd26/8/mabr26142.htm>
157. **Chenost, M et Dulphy, J.P.1987.** Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitement. In C. Demarquilly, éd. *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*. I.N.R.A., Paris, 199-230.
147. **Chermiti,A.1994** .Utilisation des pailles de céréales traitées à l'ammoniac et à l'urée par différentes espèces de ruminant dans les pays d'Afrique du Nord Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. Louvain-la-Neuve ; 214p
158. **Cherney,D.J.,Cherney,J.H.,Chase,L.E,2003.**Influence of dietary non fiber carbohydrate concentration and supplementation of sucrose on lactation performance of cows fed fescue silage.*Journal Dairy Science*, 86(12): 3983–3991.
159. **Chikhi,A.,Boujenane,I.2003.** Performances de reproduction et de production des ovins de race Boujaâd au Maroc. [Reproduction and production performances of Boujaâd breed of sheep in Morocco]. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*.
160. **Chniter,M.,Hammadi,M.,Khorchani,T.,BenSassi,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.
161. **Chniter,M., 2013.** Facteurs de risque de la mortalité des agneaux D'man élevés dans les oasis tunisiennes: relations avec les aptitudes maternelles et la vigueur du nouveau-né. Thèse de doctorat. Université François Rabelais de tours. 201 p.
162. **Chyr,S.C.1987.** cite par **Boudouma,D.2008.** valorisation du son du blé en alimentation des volailles THESE doctorat d etat en sciences agronomique 172p
163. **Cinq-Mars,D. 2008** .Nutrition et alimentation des ovins. Université de Laval.163P.
164. **Clement,V.,Poivet,JP.,Faugere,O.,Tillard,E.,Lancelot,R.,Richard,DetBibe,B.1997** . Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Senegal. *Revue. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 50 (3) : 235-249.
165. **Cloete,S.W.P.,Delport,G.J.,Erasmus,G.J.,Olivier,J.J.,Heydenrych,H.J.,DuToit,E., 1992.** Environmental and genetic trends in clean fleece mass, live mass and fibre diameter in selection and control flocks involving a selection experiment for increased clean fleece mass in South African Merino sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 22, 50–57.
166. **Colonna,P et Buleon,A.1992.** New insights on starch structure and properties. In: *Cereal Chemistry and technology: a long past and a bright future*. 9th International Cereal and Bread Congress. Paris 1-5 June.
167. **Cognie,Y.1988.** Nouvelles méthodes utilisées pour améliorer les performances de reproduction chez les brebis.*INRA Prod.Anim.*, 2: 83-92.
168. **Compan,F.,Ecarnot,M.,Roumet,P.2013.**Mesure de la qualité du grain de blé dur par spectrométrie proche infrarouge. *Le Cahier des Techniques de l'INRA* 2013 (80) n°3
169. **Connell,A.,Calder,A.G.,Anderson,S.E.,Lobley.,G.E.1997.**Hepatic monitored protein synthesis in the sheep, effect of intake as by use of stable-isotope- labelled glycine, leucine and phenylalanine. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 77, n. 2, p. 255-271
170. **Corde,P.Y., 1973.** Photopériodisme et activité sexuelle dans l'espèce ovine
171. **Cornus,J. 2010.**Valeurs usuelles en biochimie sérique chez le cheval selle français : données du laboratoire biochimique de l'ENVA., Thèse pour le doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, P. 11
172. **Corson,D.C.,Waghorn,G.C.,Ulyatt,M.J.,LeeNirs,J.1999.**Forage analysis and livestock feeding. *proceedings of the New Zealand Grassland Association* (61): 127–132 *Ag Research Grasslands*, Private Bag 11008, Palmerston North

173. **Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done S.H., Grünberg, W.** 2017. *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 11th Edition. Elsevier Ltd. 2310p.
174. **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.
175. **Craplet, C., Thibier, M.**, 1980. *Le mouton*. Edition Vigot, Paris. p 575.
176. **Cumming, I.A., Blockey, M.A.d.B., Winfield, C.G., Parr, R.A., Williams, A.H.**, 1975. A study of relationships of breed, time of mating, level of nutrition, live weight, body condition, and face cover to embryo survival in ewes. *The Journal of Agricultural Science* 84, 559-565.
177. **Cuvelier, C., Cabaraux, J.F., Dufrasne, I., Istasse, L., Hornick, J.L.** 2005. Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. *Ann. Méd. Vét.*, 149, 49-59.
178. **Da Silva, R.G., Pinto Martins de Oliveira, R., De Oliveira, F. F., Ferreira Rufino, J. P., Da Silva, M.L.M.** 2021. Effect of different protocols for estrus synchronization on reproductive performance of Santa Inês ewes under Amazon environmental conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 43, e48954, Editora da Universidade Estadual de Maringá – EDUEM <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.48954>.
179. **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.
180. **Darwish, R.A., Ashmawy, T.A.M.** 2011. The impact of lambing stress on post-parturient behaviour of sheep with consequences on neonatal homeothermy and survival / *Theriogenology* 76 999 –1005
181. **Dawson, L. E. R., Carson, A. F., Kilpatrick, D.J.** 1999. The effect of the digestible undegradable protein of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on colostrum production and lamb performance. *Animal Feed Science and Technology*, 82, 21-36.
182. **Debus, N., Chavatte-Palmer, P., Viudesa, G., Camous, S., Roséfort, A., Hassouna, P.** 2012. Maternal periconceptional undernutrition in Merinos d'Arles sheep: 1. Effects on pregnancy and reproduction results of dams and offspring growth performances. *Theriogenology* 77: 1453–1465. doi:10.1016/j.theriogenology.2011.11.015.161
183. **Dedieu, B., Cournut, E., Gibon, A.** 1989. Notation d'état corporel et systèmes d'élevage ovin Diagnostic et conseil pour l'alimentation des troupeaux en Cévennes. *Inra prod. anim*, 2(2) : 79-88
184. **Dedieu, B., Gibon, A., Roux, M.**, 1991. Notation d'état corporel des brebis et diagnostic des systèmes d'élevage ovin. 48 p (livre) INRA. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 1991, n°22
185. **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.
186. **Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T., Touabti, A.** 2011. Influence du stade physiologique sur divers paramètres biochimiques sanguins chez la brebis Ouled Djallal des zones arides du sud-est algérien. *Rev Méd Vét*, 162 (1): 3-7.
187. **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.
188. **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>.
189. **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
190. **Dehimi, M.L.** 2005. Small ruminant breeds of Algeria. In : *Characterisation of small ruminant breeds in West Asia and North Africa*. vol. 2, L. Iniguez, Eds. Aleppo, Syria: International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). pp. 55-99.

191. **Dekhili, M. 2002.** Performances reproductives des brebis de race Ouled Djellal nées simples et doubles. Renc. Rech. Ruminants, 9 : 155.
192. **Dekhili, M. 2004.** Étude de la productivité d'un troupeau de brebis de race Ouled Djellal.
193. **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.
194. **Dekhili, M., Benkhilif, R. 2005.** Bilan portant sur les performances reproductives d'un troupeau de brebis Ouled Djellal. Renc. Rech. Ruminants, 12, 162.
195. **Dekhili, M., Aggoun, A. 2006.** Productivité pondérale des brebis Ouled Djellal dans la zone Tellienne (nord) de l'Algérie. Renc. Rech. Ruminants, 13, 391.
196. **Dekhili, M., Aggoun, A. 2007.** Performances reproductives des brebis de race Ouled Djellal, dans deux milieux contrastés. Arch. Zootech., 56 (216), 963-966.
197. **Dekhili, M. 2010.** fertilité des élevages ovins type « hodna » menés en extensif dans la région de setif. Agronomie numéro 0-2010
198. **Dekhissi, A. 1977.** Induction de l'œstrus et l'ovulation a contre saison .Thèse Doctorat Vétérinaire .Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc
199. **Delagarde, R., L. Delaby, F. Meschy, et P. Faverdin. 2007.** « Alimentation des vaches laitières ». Dans Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux - Valeurs des aliments (Tables Inra 2007), Quae, 23 à 55. Versailles: Quae
200. **Delagarde, R., Prache, S., D'Hour, P., Petit, M. 2001.** Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. Fourrages 166: 189-212.
201. **Dell'orto, V., Chiofalo, V., Savoini, G., Zumbo, A., Sgoifo-Rossi, C. 1996.** Effet de l'injection de la somatotropine bovine recombinée (rbST) sur les performances de brebis laitières, influence de la nature du concentré. Ann. Zootech. 45, 377-383.
202. **Demarquet, F et Gautier, D., 2010.** Fiche technique : La note d'état corporel (NEC). Institut de l'élevage et ferme Expérimentale de Carmejane, Septembre 2010.
203. **Demarquilly, C., Chenost, M., Dulphy, J.P., Jarrige, R. 1987.** Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation, INRA, Paris, 689p.
204. **Derquaoui, A., 2003.** Avenement de la puberté chez les races ovines D'man et Sardi et leurs produits de croissance. 10<sup>e</sup>me. Renc. Rech. Ruminant : 147.
205. **Derivaux, J. et Ectors, F. 1986.** Reproduction chez les animaux Domestiques.- Paris : Acadia éditions.-1141 p
206. **Dickerson, G.E., Glimp, H.A. 1975.** Breed and age effects on lamb production of ewes. J. Anim. Sci. 40, 397-408.
207. **Dimauro, C., Bonelli, P., Nicolussi, P., Rassa, 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.
208. **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.
209. **Djaalab, I. 2017.** Influence de l'alimentation sur la reproduction des petits ruminants. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de Constantine. 275p.
210. **Djaalab, I. 2018.** Nutrition Des Ruminants. Polycopié pédagogique. Module d'alimentation Deuxième Année Docteur Vétérinaire. p 67.
211. **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, 2016. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n . 115). p. 441 -445
212. **Dhanotiya, R.S. 2004.** Textbook of veterinary biochemistry. 2nd edn.
213. **Dhuria, R.K., Purohit, G. R., Sharma, T., 2004.** Nutritional evaluation of complete feed containing gram (Cicer arietinum) straw in sheep, Indian Journal of Animal Nutrition, 21 (2), 100 – 103
214. **Dhuria, R.K., Purohit, G.R., Sharma, T., 2007b.** Effect of incorporation of mustard (Brassica campestris) straw in the complete feed on nutrient utilization in sheep, Animal Nutrition and Feed Technology, 7 (2), Print ISSN: 0972 – 2963
215. **D'mello, J.P.F. 2000.** Farms animal metabolism and nutrition. CABI. 183.

216. **Donnelly, J.R.1984.** Ewe nutrition to increase fecundity and lamb survival. *ASAP*, 15: 72-74.
217. **Doney,J.M., Peart, J. N., Smith,W.F. 1981.**The effect of interaction of ewe and lamb genotype on milk production of ewes and on growth of lambs to weaning. *Anim. Prod.* 33: 137-142
218. **Doré,V.2013.** Short communication : Evaluation of the accuracy of an electronic on-farm test to quantify blood  $\beta$ -hydroxybutyrate concentration in dairy goats. *Journal of dairy science.* 96 (7), 4505- 4507
219. **Dove,H.2002.** Principles of Supplementary Feeding in Sheep-Grazing Systems. In: Freer, M. and Dove, H., CSIRO Plant Industry Canberra Australia, Eds., *Sheep Nutrition*, CABI Publishing, CAB International, Oxon, UK, 119-142. <https://doi.org/10.1079/9780851995953.0119>
220. **Downing,J.A et Scaramuzzi,R.J .1991.** Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 43 209—227
221. **Downing,J.A.,Joss,J.,Connell,P., Scaramuzzi,R.J.1995a.** A mixture of the branched chain amino acids leucine, isoleucine and valine increases ovulation rate in ewes when infused during the luteal phase of the oestrous cycle: an effect that may be mediated by insulin. *J. Endocrinol.*, 145: 315-323.
222. **Downing, J.A., Joss,J., Connell, J.P., Scaramuzzi, R.J. 1995b.** Ovulation and rate the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin grain. *Fertil.*, 103: 137-145
223. **Doyle,P.T.,Devendra,C.,Pearce,G.R.1986.**Ed. “Rice straw as feed for ruminants” IDP Canberra, PP 23-49.
224. **Driancourt, M.A.,Gougeon, A.,Royere, D.,Thibault, C. 1991.** La reproduction chez les Mammifères et l'homme THIBAUT C. et LEVASSEUR M.C. INRA Ellipses, 768 p
225. **Drogoul,C.,Gadoud,R.,Joseph,M-M.,Jussiau,R.,Lisberney,M.J.,Mangeol,B., Montméas L., Tarrit A., Danvy J.L., Soyer B., 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. L'alimentation des ovins. Tome 2. Deuxième édition. Educagri éditions, Dijon
226. **Dubreuil,P.,Arsenault,J.,Belanger,D. 2005.** Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *Vet. Rec.* 14, 636-638.
227. **Dudouet,C.2003.**La production du mouton Editions France Agricole, PARIS, 2<sup>e</sup> édition,287 P
228. **Duehlmeier,R.,Fluegge,I.,Schwert,B.,Parvizi,N.,Ganter,M.2011.**Metabolic adaptations to pregnancy and lactation in German Blackheaded Mutton and Finn sheep ewes with different Susceptibilities to pregnancy toxemia. *Small. Rumin. Res.*, 96, 178–184
229. **Duffield,T.2000.**Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary clinics of North America : Food Animal Practice*, 2000, 16, 231-253
230. **Duffield,T.F.,Leblanc,S.J.2009.** Interpretation of Serum Metabolic Parameters Around The Transition Period. In : *Proceeding of 24th Southwest Nutrition and Management Conference*, Tempe, Arizona, USA, 106-114
231. **Duguma,G.,Degefa, K.,Jembere. 2012.** Sheep value chain analysis in horro district of Oromia region,Ethiopia addis abbaba
232. **Dulphy,J.P.,Komar,A.,Zwenepoel,P.1984.**..Effets compares des traitements à l'ammoniac et à la soude sur les valeurs alimentaires de fourrages pauvres. *Annale de Zootechnie*33:321-342.  
<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/1984/03/Ann.Zootech. 0003->
233. **Dunn,T.G.,Kaltenbach,C.C.1980.**Nutrition and the post-partum interval of the ewe, sow and cow. *J. Anim. Sci.*, 1980, 51, Suppl.2, 29-39.
234. **Dwyer,C.M.,Lawrence,A.B.2005.**A review of the behavioural and physiological adaptations of hill and lowland breeds of sheep that favour lamb survival. *Applied Animal Behaviour Science*, 92, 235–260.
235. **Dwyer,C.M.,Morgan,J. C. A. 2006.** Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed, birth weight, and litter size *Anim. Sci.* 84:1093–1101
236. **Dwyer,C. M., Smith, L. A., 2008.** *Physiol Behav*, 93, 148-54.
237. **Dyrmundsson,O.R. 1973.** Puberty and early reproductive performance in sheep. II. Ram lambs. *Anim. Breed Abstr.* 41, 419-430.

238. **Eckersall, P.D.2008.** Proteins, proteomics and the dysproteinemias (116-155pp). In: Clinical biochemistry in domestic animals. 6th Ed. by Kaneko J.J., Harvey J.W. and Brus M.L., Elsevier Inc., 904p.
239. **Edwards,L.J.,Mcfarlane,J.R.,Kaute,K.G.,McMillen,I.C.2005.**Impactof 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.
240. **El Amiri,B.,Karen, A.,Cognie,Y., Sousa,N.M., Hornick,J.L.,Szenci,O., Beckers, J.F.2003.** Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis : réalités et perspectives. *INRA Prod. Anim.*, 16 (2): 79-90.
241. **El Fadili,M.2009.** Productivité et qualité des agneaux et de la viande dans le croisement de la race ovine Texel belge au Maroc. Publication INRA du Maroc, pp. 37.
242. **El Fadili,M. 2011.**Ewe reproduction and lamb pre-weaning growth and survival traits of 'INRA180' a synthetic sheep breed. *Livestock Research for Rural Development.* 23, 85. <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/fadi23085.htm>
243. **El-Malky,O.M.,Mostafa,T.H.,Ibrahim,N.H.,Younis,F.E.,AbdEl-Salaam,A.M.,Tag El-Din,H. A. 2019.**Comparison between productive and reproductive performance of Barki and Ossimi ewes under Egyptian conditions. *Egyptian Journal of Sheep & Goat Sciences*, 14 (1): 61 – 82.
244. **Elrod,C.C.,Bulter,W.R.1993.**Reduction of fertility and alteration of uterinepH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal of animal science* 71: 694-701
245. **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
246. **El-Shahat,K.H.,Abo-El Maaty Amal,M.2009.**The effect of dietary supplementation with calcium salts of long chain fatty acids and/or 1 carnitine on ovarian activity of Rahmani ewes. *Animal Reproduction* 519 *Science* 117,78–82.
247. **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.
248. **El-Tarabany,A.A., Mostafa, M.M.M.,Mohame,A.K.2018a.** Effect of Dietary Olive Cake on Reproductive and Physiological Traits of Native Pregnant Ewes. *Arab J. Nucl. Sci. Appl.*, Vol. 51, 4, 135-142 .DOI: 10.21608/ajnsa.2018.12788
249. **El-Tarabany,M.S.,Abdel-Hamid,T.M.,Ahmed-Farid,O.A.,Al-Marakb,Kh.M. 2018b.**Characterization of progesterone profile,physiological responses, milk composition and blood biochemical and hematological indices at the early stage of lactation in goats *Biological Rhythm Research*, DOI: 10.1080/09291016.2018.1484867.
250. **Enjalbert,F.,Nicot,M.C., Bayourthe,C., Moncoulon,R.2001.**Ketone Bodies in Milk and Blood of Dairy Cows: Relationship between Concentrations and Utilization for Detection of Subclinical Ketosis *J. Dairy Sci.* 84:583–589
251. **Enjalbert,F.2008.**Relationalimentation-santé-production.,ENVT,coursannée d'approfondissement pathologie du bétail.
252. **Errandonea,E.,Fierro,S.,Vinoles,G.,Gil,J.,Banchero,G.,Olivera-Muzane,J.,2018** Short term protein supplementation during a long interval- prostaglandin -base protocol for timed AI in sheep. *Theriogenology* 114,34-39.
253. **Everts,H.1990.**Feeding strategy during pregnancy for ewes with a large litter size. 2. Effect on blood parameters and energy status. *Neth J Agric Sci* 1990;38:541–554
254. **Everett-Hincks,J.M.,Dodds,K.G., 2008.** Management of maternal-offspring behavior to improve lamb survival in easy care sheep systems. *Journal of Animal Science* 86, E259 E270. <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/86/14suppl/086025>
255. **Faldet,M.A.,Bush,L.J.,Adams,G.D.1986a.**Effect of different levels of wheat in concentrate mixture on production responses of lactating dairy cows fed sorghum silage as the only forage.*Oklahoma Anim. Sci. Res. Rep.*, 66-70.
256. **Faldet,M.A.,Bush,L.J.,Adams,G.D.,1986b.**Effect of different levels of wheat in concentratemixture on production responses of lactating dairy cows fed alfafa hay as the only forage.*Oklahoma Anim. Sci. Res. Rep.*, 71-76.

257. **Fall,A.,Diop,M.,Sandford,J.,Wissocq,Y.J.,Durkin,J.,Trail,J.C. M. 1982.** Evaluation of the productivities of Djallonké sheep and N'dama cattle at the Centre de Recherches Zootechniques, Kolda, Senegal. ILCA Research Report No. 3. Published by KCA, Ethiopia.
258. **FAO, 2006 .**Livestock's long shadow, environmental issues and options. Rome, 390p p <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.html>
259. **Faris,B.R.,Otero,J.E.,Ross,T.T.,Carmen,A.S.,Montgomery,R.W.,Terrazas,L.A., Hallford,D.M.2003.**Effects of nutrition and progesterone therapy on ovulation, embryonic survival, and pregnancy rates in ewes. Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science.
260. **Fekete,S., Huszenicza,G., Kellems,R.O.,Szakáll,I.,Fébel, H., Husvéth,F.,Nagy,P., Kulcsár,M., Kósa,E.,Gaál,T.,Rudas,P.,Oppel,K.1996.** Influence of a deficient intake of high and low degradable protein on body composition, metabolic adaptation, production and reproductive performance in early lactation dairy cows. Acta Veterinaria Hungarica, 44(3):309-333
261. **Fekete,S.G.2008.**Veterinary nutrition and dietetics. First Edition; Pro Scientia Veterinaria Hungarica“Budapest.1175p
262. **Feijó,J.O.,Schneider,A.,Schmitt,E.,Brauner,C.C.,Martins,C.F.,Barbosa-Ferreira,M.,DelPino,F.A.B.,Faria Junior,S.P.,Rabassa,V.R., Corrêa,M.N. 2012** Prepartum administration of recombinant bovine somatotropin (rBST) on adaptation to subclinical ketosis of the ewes and performance of the lambs. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec 67, 103-108.
263. **Ferguson,M.,Kearney,G.,Paganoni,B.2004.**Lifetime wool. 8. Progeny wool production and quality. Australian Society of Animal Production 25, 244.
264. **Fernandez- Abella, D.1985.** Contribution à l'étude endocrinienne comparée des brebis Msrinos d'Arles et des brebis prolifiques Merinos Booroola, 103 p., These Doctorat Ingenieur en Science Agronomique, Université Rennes I.
265. **Fernandez Eduardo, V., Jose Jimenez,R.M., Mendoza, E., Lopez, J.C., 2003.** Technicien en élevage. Editions Cultural, S.A Tome2, MADRID – Espagne, 226 p.
266. **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.
267. **Fitz-Rodríguez,G.,DeSantiago-Miramontes,M.A.Scaramuzzi,R.J.,Malpauxb, B.,Delgadillo, J.A. 2009.**Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. Anim. Reprod. Sci. doi:10.1016/j.anireprosci.2009.01.004
268. **Flachowsky,G., Lebzien,P.2003.** New recommendations for the energy and nutrient supply of dairy cows and heifers in Germany. Forum of Nutrition, 56 : 331–332.
269. **Floch,J.1990.** Utilizacion practica del "efecto matcho" ovulaciones en Ganado ovino. ITEA. 86 (3),145-163
270. **Flores,R., Looper, M. L.,Rorie, R.W.,Lamb,M.A., Reiter,S.T.,Hallford,D.M., Kreider,D.L.,Rosenkrans,C.F.2007.** Influence of body condition and bovine somatotropin on estrous behavior, reproductive performance, and concentrations of serum somatotropin and plasma fatty acids in postpartum Brahman-influenced cows. Journal of Animal Science, Volume 85 (5), 1318–1329, <https://doi.org/10.2527/jas.2006-606>
271. **Forcada,F.,Abecia,J.A.,Sierra,I.1992.**Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. Small Ruminant Research, 8 : 313-324
272. **Forcada,F.,Abecia,J.A. 2006.**The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. Reprod. Nutr. Dev. 46(4),355-365.
273. **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  $\beta$ -cell but not  $\alpha$ -cell development in sheep : prenatal consequences. American Journal of Physiology : Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 297(3), 835–843.
274. **Foster,D.L.1994.** Puberty in the sheep. In the Physiology of Reproduction. 2nd edition. E. Knobil and JD. Neileds. Raven Press. Ltd. New York.
275. **Foster,D.L et Nagatani,S.1999.** Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: role in timing puberty. Biol Reprod. 60(2),205-15. doi: 10.1095/biolreprod60.2.205.



276. **Foster,D.L.,Olster,D.H.1986.**Control of gonadotropin secretion in the male during puberty: a decrease in response to steroid inhibitory feedback in the absence of an increase in steroid- independent drive in the sheep. *Endocrinology*, 118: 2225-2234.
277. **Ford,E.J.H.,Evans,J.,Robinson,I.1990.** Cortisol in pregnancy toxæmia of sheep. *British Veterinary Journal*, 146, 539-542.
278. **Froment, P.2007.** Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière. Thèse doctorat Alfort. 112 p.
279. **Fragkou,I.A.,Mavrogianni,V.S.,Fthenakis,G.C.2010.**Diagnostic investigation of cases of deaths of newborn lambs. *Small Ruminant Research* 92, 41-44
280. **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.
281. **Fuller,M.F.,Benevenga,N.J.,Lall,S.P.,McCracken,K.J.,Omed,H.M.,Axford,R.F.E., Phillips,C.J.C.2004.** The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI Publishing- 606p.
282. **Gabiña, D.,El Shaer,H. 2004.** Animal production technologies. Proceedings Seminar of the RAP-RAG (Regional Action Program). 11623 Options Rap rag new 28/5/04,233-262pp.
283. **Gadoud, R., Joseph, M.M., Jussiau, R., Lisberney,M.J. Mangeol, B., Montméas,L., Tarrit,A.1992.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2, les éditions Foucher, Paris, p : 191-211.
284. **Gallouin,F., Focant,M.1980.** Bases physiologiques du comportement alimentaire chez les ruminants *Reprod.Nutri.Develop.*,1980,20( 5B),1563-1614.
285. **Ganaie,J.A.,Shrivastava,V.2009.**Effects of gonadotropin releasing hormone conjugate immunization and bioenhancing role of Kamdhenu ark on estrous cycle, serum estradiol and progesterone levels in female *Mus musculus*. *Iranian Journal of Reproductive Medicine* Vol.8. No.2. pp: 70-75
286. **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.
287. **Gaskins,C.T.,Snowder,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.
288. **Garcia-Garcia,R.M.2012.** Integrative Control of Energy Balance and Reproduction in Females- Review article. *International Scholarly Research Network - Veterinary Science*. 13p. doi:10.5402/2012/12138.9
289. **Gardner,D.S.,Buttery,P.J.,Daniel,Z.,Symonds,M.E.2007.**Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction*, 133(1): 297-307.
290. **Gautier,J.M.,Corbiere,F., 2011.** La mortalité des agneaux : état des connaissances. *Renc. Rech. Ruminants*, 2011, 18.
291. **Gautier,J.M.,Corbière,F.,Sagot,L.2014.** Une méthode d'intervention pour maîtriser la mortalité des agneaux. Site Institut d'élevage Idele .fr /consulter le 12/12/2019
292. **Gayraud,V.,Picard-Hagen,N.,Grino,M.,Sauze,N.,Grandjean,C.,Galea,J., Andreoletti,O.,Schelcher,F.,Toutain, P.L.2000.** Major hypercorticism is an endocrine feature of ewes with naturally occurring scrapie.
293. **Ghanem,A.M.,Jaber,L.S.,AbiSaid,M.,Barbour,E.K.,Hamadeh,S.K.2008.** Physiological and chemical responses in water deprived Awassi ewes treated with vitamin C. *J. Arid Environ.* 72, 141–149.
294. **Gibb,M.J et Treacher,T.T.1982.** The effect of body condition and nutrition during late pregnancy on the performance of grazing ewes during lactation. *Anim. Prod.* 34 :123- 129.
295. **Giger-Reverdin,S.,Sauvant,D.,Duvaux-Ponter,C.2013.** In Enhancing animal welfare and farmer income through strategic animal feeding. Some case studies. *FAO Animal Production and Health Paper*. N° 175, Rome, Italy, 7-10.
296. **Giraldez,F.J.,Valdes,C.,Pelaez,R.,Frutos,P., Mantecon, A.R.1997.***Livest. Prod. Sci.*, 51, 183-190.
297. **Girou,R.,Thériez,M.,Molénat,G.,Aguer,D.,Dacheux,P.,Dumont-Saint-Priest, M.1971.**Influence de la variation de l'apport d'aliment concentré, avant et après l'œstrus induit.*Annales de zootechnie.* 20(3) 321-338.
298. **Giulioti,L.,Salvadori, G.,Moscati,L., Sensi,M.,Ventura,A.,Benvenuti,M.N., Russo, C.,Gatta,D.2014.** Influence of partial introduction of protein sources alternative to soybean on

- some metabolic and immunological parameters in fattening pigs *Large Animal Review* 20(2):59-62.
299. **Godeau, J-M., Gillet, Y., Teller, E., De Dryver, G. 1987.** Recyclage de l'azote endogène par le rumen en période de jeûne chez la vache tarie. *Ann. Med. Vét.*, 131: 113 – 122.
300. **Goff, P., Horst, R.L. 1997.** Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80: 1260-1268.
301. **Gómez Brunet, A., López Sebastian, A., Picazo, R.A., Cabellos, B., Goddard, S. 1995.** Reproductive response and LH secretion in ewes treated with melatonin implants and induced to ovulate with the ram effect *Animal Reproduction Science* Volume 39, Issue 1, June, Pages 23-34
302. **Gong, J.G., Lee, W.J., Garnsworthy, P.C., Webb, R. 2002.** Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early post-partum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction* 123, 419–427
303. **Gonzalez, R. E., Labuonora, D., Russel, A.J.E. 1997.** The effects of ewe live weight and body condition score around mating on production from four sheep breeds in extensive grazing systems in Uruguay. *Animal Science*, 64: 139-145.
304. **González-Bulnes, A., Abecia, J.A., Forcada, F. 2012.** Hormonal control of reproduction in small ruminants, *Animal Reproduction Science*, Volume 130, Issues 3–4, Pages 173-179
305. **Gonzalez, J.F., Hernandez, A., Molina, J.M., Fernandez, A., Raadsma, H.W., Meeusen, E.N., Piedrafita, D., 2008.** Comparative experimental *Haemonchus contortus* infection of two sheep breeds native to the Canary Islands. *Vet. Parasitol.* 153, 374–378
306. **Gueguen, L., Lamand, M., Meschy, F. 1988.** Nutrition minérale. In : JARRIGE, R. *Alimentation des bovins, ovins et caprins.* INRA, Paris, 95-111.
307. **Gunn, R.G., Doney, J.M. 1975.** The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J. Agric. Sci. Camb.* 85: 465-470.
308. **Gunn, R.G., Smith, W.F., Senior, A.J., Barthram, E., Sim, D.A., 1983.** Premating pasture intake and reproductive responses in North county Cheviot ewes in different body conditions. *Anim. Prod.*, 36:509.
309. **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.
310. **Gutiérrez-Adán, A., Behboodi, E., Murray, J.D., Anderson, G.B. 1997.** Early transcription of the SRY gene by bovine preimplantation embryos *Molecular reproduction development* Volume 48, Issue 2 Pages 246-250
311. **Gutiérrez-Alamo, A., Perez De Ayala, P., Verstegen, M.W.A., Den Hartog, L.A., Villamide, M.J. 2008.** Variability in wheat: factors affecting its nutritional value. *World Poultry Science Journal* 64: 20-39
312. **Hadbaoui, I. 2013.** Les parcours steppiques dans la région de M'Sila: quelle gestion pour quel devenir. Thèse Magister. Université Kasdi Merbah- Ouargla (Algérie), 139p
313. **Hadbaoui, I., Senoussi, A., Huguenin, J. 2020.** Les modalités d'alimentation des troupeaux ovins en steppe algérienne, région de M'Sila : pratiques et tendances. *Cah. Agric.* Volume 29, 28 <https://doi.org/10.1051/cagri/2020027>
314. **Haddad, O. 1981.** Contribution à l'étude des profils biochimiques chez les ovins : influence de l'alimentation. Mémoire de maître Es sciences Vétérinaires. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. France.
315. **Haddad, S.G. 2005.** Effect of dietary forage: concentrate ratio on growth performance and carcass characteristics of growing Baladi kids. *Small Ruminant Research*, 57: 43-49.
316. **Hadef, A. 2018.** **Caractéristiques** de l'activité sexuelle chez les brebis pâturant les prairies littorales de l'extrême nord est algérien. *Revue Algérienne des Sciences*, Sect. A, Vol. 1 (Juin 2018) 27-31
317. **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.
318. **Haffaf, S., Chachoua, I., Mamache, B., DJaalab, I. 2012.** Changes in biochemical profile during pregnancy and after parturition in Ouled Djellal ewes. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants.* 2012, Num 19 ; 1 Vol ; p. 365

319. **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.
320. **Hafez,Y.M.2009.**Semen quality and relevant blood plasma parameters of Rahmani rams fed different dietary energy levels. *Archiva Zootechnica*, 12, 3:64-72.
321. **Hall,D.G.,Host,P.J.,Shutt,D.A.1992b.**The effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasmanprogesterone and IGF-1 concentrations. *Aust. J. Agric. Res* 43: 337-352.
322. **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.
323. **Hamidallah,N.,Boulanouar,B.,Belahsen,R., Bister,J.L.,Paquay,R.2006.**Effets de la nutrition sur l'entrée en activité ovarienne et comportementale et sur les performances de reproduction précoce de l'agnelle Sardi. *Tropicultura*, 24 ( 2): 95-100.
324. **Hamra,A.M.,Bryant,M.J.1982.**The effects of level of feeding during rearing and early pregnancy upon reproduction in young female sheep. *Anim. Prod.* 34: 41-48.
325. **Hansen,P.J.2009.**Effects of heat stress on mammalian reproduction-review. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 364: 3341-3350.
326. **Hanzen,C. 1981.**L'oestrus, manifestations comportementales et méthodes de détection. *Ann. Méd.Vet.*, 125, 617-633
327. **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.
328. **Harris,V.M.,Bendre,S.V.,DeLosSantos,F.G.,FiteA.,El-Dandachli,A.EY., Kurenbekova,L.,Abou-Samra,A-B., Buggs-Saxton, C. 2012.** GnRH increases glucose transporter-1 expression and stimulates glucose uptake in the gonadotroph. *Journal of Endocrinology*, 212, 139–147. DOI: 10.1530/JOE-11-0359
329. **Harris,P.A.,Marlin,D.J.,Gray,J.,1998.**Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in throughbred race horses in relation to age, exercise and training .*Vet.J.*,155:295-304
330. **Hashemi,M.,Zamiri,M.J.,Safdarian,M.2008.**Effects of nutritional level during late pregnancy on colostrum production and blood immunoglobulin levels of Karakul ewes and their lambs. *Small Ruminant Research*, 75: 204–209.
331. **Hassoun,P.,Hardy,A.,De Boissieu,C.,Tesniere,A.,Legarto,J. 2018.**Effets d'un apport de concentré ajusté aux besoins individuels comparés à un apport unique à des brebis laitières Lacaune alimentées à base de foin ou d'ensilage . *Renc. Rech. Ruminants*, 2018, 24
332. **Hatcher,S.,Atkins,K.D.,Safari,E.2009.**Phenotypic aspects of lamb survival in Australian Merino sheep. *J Anim Sci*, 87 (9), 2781-90.
333. **He,Zx.,Wu,Dq .,Sun,Zh.,Tan, Zl ., Beauchain, Ka .2013.** protein or energy restriction during late gestation alters fetal growth and visceral organ mass: an evidence of intrauterine programming in goats . *Animal Reproduction Science*,137,177-182
334. **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.
335. **Henze,P.,Bickhardt,K.,Fuhrmann,H.,Sallmann, H.P., 1998.** Spontaneous pregnancy toxemia (ketosis) in sheep and the role of insulin. *J. Vet. Med. A* 45, 255–266
336. **Hindson,J.C.,Winter,A.C.2002.**Manuel of sheep diseases. Ed. Blackwell Science Ltd.289p.
337. **Hoaglund,C.M.,Thomas,V.M.,Peterson,M.K.,Kott,R.W.1992.**Effectsof supplemental protein source and metabolizable energy intake on nutritional status in pregnant ewes. *J. Anim. Sci.* 70, 273–280
338. **Hoch,T.,Begon,C.,Cassar-Malek,I.,Picard,B.,Savary-Auzeloux,I.2003.**Mécanismes et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.*,2003, 16 (1), 49-59
339. **Hoening,M.,Dorfman,M.,Koenig,A.2008.**Use of a hand-held meter for the measurement of blood beta-hydroxybutyrate in dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 18(1):86–87 .DOI 10.1111/j.1476-4431.2007.00252.x.
340. **Hof ,G.,Vervoorn,M.D.,Lenaer,P.J.,Tamminga,S. 1997.** Milk urea nitrogen as a tool monitoring the protein nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 3333 – 3340

341. **Hoffman,P.C.,Esser,N.M.,Bauman,L.M.,Denzine,S.L.,Engstrom,M.,Chester-Jones, H., 2001.** Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 84, 843–847.
342. **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.
343. **Hornig,KJ.,Byers,SR.,Callan,RJ.,Holt,T.,Field,M.,Han,H.2013.**Evaluation of a point-of-care glucose and  $\beta$ -hydroxybutyrate meter operated in various environmental conditions in prepartum and postpartum sheep. *American Journal of Veterinary Research.* 2013;74(8):1059–1065. doi: 10.2460/ajvr.74.8.1059
344. **Hubbell,C. H. 1980.** .Feedstuffs analysis table. *Feedstuffs* 52: 42-47
345. **Husein,M.Q.,Ababneh,M.M.2008.** A new strategy for superior reproductive performance of ewes bred out of-season utilizing progestagen supplement prior to withdrawal of intravaginal pessaries.*Theriogenology*,69:376–383  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.10.005> Jardin V R 1983 Os Ovinos. Libre de zootecnie Rio de Janeiro, RJ: éditeur Nobel., 196 p.
346. **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
347. **İçil Nİ,E.,Polat, S.,Coşkun,B., 2020.**Effect of diet protein and energy levels on serum biochemical profile of fatty tailed sheep *Livestock Studies*,60(1):16-24  
<http://doi.org/10.35864/uhaem.631045>
348. **Idamokoro,E.M.,Masika,P.J.,Muchenje,V.2017.**Peri-and post-parturient consequences of maternal undernutrition of free ranging does: A review. *Livestock Research and Rural Development*, 29, Article #202. Consulté le 8Octobre, 2018.  
<http://www.lrrd.org/lrrd29/10/mond29202.html>
349. **Institut National De La Recherche Agronomique (INRA) .1988** - Tables de l'alimentation des bovins, ovins, caprins - Paris (France) : INRA, 1988. 192 p.
350. **INRA, 2007.**Alimentation des bovins, ovins et caprins- Besoins des animaux- Valeurs des aliments- Tables INRA, 2007. Editions Quæ. Versailles.307p
351. **INRA, 2018.**Alimentation des Ruminants. Apports nutritionnels - Besoins et réponses des animaux - Rationnement - Tables des valeurs des aliments Versailles : INRA 728 p
352. **Iriadam,M.2007.**Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does. *Small Rumin Res*, 73, 54-57.
353. **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.
354. **Jainudeen,M.R.,Hafez,E.S.E.1994.** Gestation, prenatal physiology and parturition. In: Hafez, E.S.E. (Ed.), *Reproduction in Farm Animals*. Lea and Febiger, Philadelphia, pp. 247–283.
355. **Jaime,C.,Purroy,A.1995.**Effet de l'état corporel au moment de l'agnelage sur la lactation des brebis e t la croissance d'agneaux doubles. In : Purroy A. (ed). *Body condition of sheep and goats: Methodological aspects and applications*. Zaragoza : CIHEAM. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, 27: 35 – 41
356. **Jarrige,R.1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, 476p.
357. **Jean-Blain,C.2002.** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Eds. Tec&Doc-Paris.424p.
358. **Jefferies,B.C., 1961.** Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian J. Agric., Min. Agric.*, 32: 1-9.
359. **Jolly,P.D.,MCDougall,S.,Fitzpatrick,L.A.1995.**Physiological effets of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl* 49, 477-492.
360. **Jouany,J.P.,Broudiscou,L.,Prins,R.A.,Komisarczuk-Bony,S.,1995.**Métabolisme et nutrition de la population microbienne du rumen (349 - 381pp). In : *Nutrition des ruminants domestiques - Ingestion et digestion*. Edition INRA, Paris 1995. 921p

361. **Jouany, J.P.** 2006. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 96: 250-264.
362. **Journet, M., Huntington, G., Peyraud, J.L.** 1995. Le bilan des produits terminaux de la digestion (671- 720pp). In : *Nutrition des ruminants domestiques - Ingestion et digestion*. Edition INRA, Paris 1995. 921p
363. **Juengel, J.L., Davis, G.H., Kenneth Natty, P. Mc.** 2013. Using sheep lines with mutations in single genes to better understand ovarian function. *Reproduction* (2013) 146 R111–R123. DOI: [10.1530/REP-12-0509](https://doi.org/10.1530/REP-12-0509)
364. **Jung, H.G. et Deetz, D.A.** 1993. Cell wall lignification and degradability. p. 315-346. In H. G. Jung, et al. (eds.). *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, PP315-346. <https://doi.org/10.2134/1993.foragecellwall.c13>
365. **Kakar, M.A., Maddocks, S., Abbas, M., Keemann, D.O., Lorimer M.F., Walker S.K.** 2004. Histotrophic nutrition and early embryo development. *J. App. Em. Sci.* 1 (1): 51-64.
366. **Kahal, A.**, 2010. Effet de l'alimentation sur la fonction sexuelle au cours de l'installation de la puberté chez les agneaux de race Oulad Djellal. Mémoire de Magister en Sciences de la Nature. Université des Sciences de la Technologie Houari Boumediene, Algérie
367. **Kalkan, C., Çetin, H., Kaygusuzoglu, E., Yilmaz, B., Çiftçi, M., Yildiz, H., Yildiz, A., Devci, 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.
368. **Kaneko, I.J.** 2008. Carbohydrate metabolism and its diseases (45-80pp). In: *Clinical biochemistry in domestic animals*. 6th Ed. by Kaneko J.J., Harvey J.W. and Brus M.L., Elsevier Inc., 904p.
369. **Kanoun, A., Kanoun, M., Yakhlef, H., Cherfaoui, M.A.** 2007. Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins *Renc. Rech. Ruminants*, 14 181- 184
370. **Kappel, L.C., Ingraham, R.H., Morgan, E.B., Zeringue, L., Wilson, D., Babcock, D.K.**, 1984. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. *Am. J. Vet. Res.*, 1984, 45, 2607-2612.
371. **Karapehliyan, M., Atakisi, E., Atakisi, O., Yucayurt, R., Pancarci, S.M.** 2007. Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small Rumin res*, 73 (1-3), 267-271.
372. **Karfel, M., Chikhi, A. et Boulanouar, B.** 2005. Performances de reproduction et de croissance de la race D'man au domaine expérimental de l'INRA d'Errachidia au Maroc, *Renc. Rech. Ruminants*. 12, 206
373. **Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E.**, 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*, 40, 185-232.
374. **Kaskous, S., Gruen, E., Mansour, M., Saloum, A.** 2001. The level of Progesterone in the plasma of yearling Awassi Ewe during pregnancy and lactation. *Damascus university journal of the agricultural sciences*, 17, (1), 98-114.
375. **Kassi-Lahlou, A.** 1987. Principles of indigenous sheep improvement in North Africa. In: *Animal genetic resources- Strategies for improved use and conservation*. FAO.
376. **Katunguka-Rwakishaya, E.** 1997. The influence of dietary protein on some blood biochemical parameters in Scottish blackface sheep experimentally infected with *Trypanosoma congolense*. *Vet. Parasitol.* 68, 227–240.
377. **Katunguka-Rwakishaya, E., Murray, M., Holmes, Ph.** 1999. The influence of energy intake on some blood biochemical parameters in Scottish Blackface sheep infected with *Trypanosoma congolense*. *Vet. Parasitol.* 84, 1–11
378. **Kaur, H., Arora, S.P.** 1995. Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutr. Res. Reviews*, 8, 121-136.
379. **Kayouli, C., Jouany, J.P., Demeyer, D.I., Ali-Ali, Taoueb, H., Dardillat, C.** 1993. Comparative studies on the degradation and mean retention time of solid and liquid phases in the forestomachs of dromedaries and sheep fed on low-quality roughages from Tunisia. *Anim. Feed Sci., Technol.*, 40, 343-355.

380. **Kebreab,E.,France,J., Mills, J.A.N., Allison,R.,Dijkstra,J.2002.**A dynamic model of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of impact of N excretion on the environment. *J. Anim. Sci.*, 80, 248-259.
381. **Keisler,D.H.,Lucy,M.C.1996.**Perception and interpretation of the effects of undernutrition on reproduction. *J. Anim. Sci.*, 74:1-17.
382. **Kendall,N.R,Gutierrez,C.G.,Scaramuzzi,R.J.,Baird,D.T.,Weeb,R.,Campbell,B.K. 2004.** Direct in vivo effects of leptin on ovarian steroidogenesis in sheep. *Reproduction*,128 757-765
383. **Kennedy,P.M.,Milligan,L.P.1978.** Effects of cold exposure on digestion, microbial synthesis and nitrogen transformations in sheep. *British Journal . Nutrition .* (1978) 39, 105
384. **Kennelly,J.J.,Robinson, B.,Khorasani,G.R.1999.** Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in early-lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 82 : 2486-2496.
385. **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
386. **Kenyon,P.R.,Roca Fraga,F. J., Blumer, S.,Thompson, A. N. 2019.** Triplet lambs and their dams – a review of current knowledge and management systems. *New Zealand Journal of Agricultural Research*,1–39doi:10.1080/00288233.2019.161656810.1080/00288233.2019.1616568
387. **Kenyon,P.R.,Vinolesb,C.,Morrisa,S.T.2012.**Effect of teasing by the ram on the onset of puberty in Romney ewe lambs .*New Zealand Journal of Agricultural Research*.55:3,283-291
388. **Kerfal,M.,Chikhi,A.,Chetto, A.,Boulanouar,B., 2005.** Caractérisation zootechnique de la race ovine D'man et rentabilité de son élevage dans les oasis du Tafilalet. Dans : *Les cahiers de la recherche agro-nomique*, n° 43. INRA, Rabat.
389. **Khalidi,G.1984.**Variations saisonnières de l'activité ovarienne du comportement de l'oestrus et de la durée de l'anoestrus post-partum des femelles de race Barbarine: influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle. PhD Thesis, University of Languedoc, France.
390. **Khalidi,G., Lassoued, N., 1984.**Caractéristiques de reproduction des femelles ovines de race Barbarine. INRA de Tunisie.
391. **Khaled,N.F.,Illek,J.,Gajdušek,S.1999.**Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Vet. Brno*; 68: 253-258..
392. **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
393. **Khatun,A.,Wani,G.M.,Bhat,J.I.A.,Choudhury A.R., Khan M.Z. 2011.** Biochemical indices in sheep during different stages of pregnancy. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(2), 175-181.
394. **Khelifi,D.,Hamdi,O.,Benbelkacem,A.2004.**Caractéristiques biochimiques et technologiques des blés cultivés en zone semi-aride. In : Cantero-Martín ez C. (ed.), Gabiñ a D . (ed.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability .* Zaragoza : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; 60 p. 189 -192
395. **Khiati,B.2013.**Etude des performances reproductives de la brebis de race Rembi. Thèse Doct., Université d'Oran, Algérie, 188 p.
396. **Kia,H.D.,Chapdareh,W.M.,Khani,A.H.,Moghaddam, G., Rashidi, A., Sadri, H. and Alijani, S., 2011.** Effects of flushing and hormonal treatment on reproductive performance of Iranian Markhoz goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, DOI: 10.1111/j.1439-0396.2011.01234.x
397. **Kida,K.2002.**The metabolic profile test: its practicability in assessing feeding management and periparturient diseases in high yielding commercial dairy herds. *J. Vet. Med. Sci.* 64, 557–563.
398. **King,R.H.,Martin,G.B.1989.** Relationships between protein intake during lactation, LH levels and oestrous activity in first-litter sows. *Animal Reproduction Science*, 19(3-4), 283-292.
399. **Kiyama,Z., Alexander, B.M.,Van Kirk, E.A.,Murdoch,W.J., Hallford, D.M., Moss, G.E.2004.** Effects of feed restriction on reproductive and metabolic hormones in ewes. *J. Anim. Sci.*, 82:2548- 2557

400. **Kleemann,D.O.,Walker,S.K.,Seamark,R.F.1994.**Enhanced fetal growth in sheep administered progesterone during the first three days of pregnancy. *J. Reprod. Fertil.* 102, 411–417.
401. **Koyuncu,M.,Canbolat,O.2009.** Effect of different dietary energy levels on the reproductive performance of Kivircik sheep under a semi-intensive system in the South-Marmara region of Turkey. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18: 620–627.
402. **Kraft,G.2009.** Régulation nutritionnelle du métabolisme hépatique des acides aminés chez le ruminant en croissance : conséquences sur l’apport des nutriments azotés aux muscles. Thèse Doctorat. Agro Paris Tech- France. 355 p
403. **Kridli,R.T.,Abdullah,A.Y.,Husein,M.Q.2009.** The effect of breed type and lactation status on reproductive performance in Awassi ewes. *South African Journal of Animal Science*, 39(sup-1), 15-18.
404. **Kebreab,E.,France, J., Mills, J.A.N., Allison, R., Dijkstra, J. 2002.** A dynamic model of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of impact of N excretion on the environment. *J. Anim. Sei.*, 80, 248-259.
405. **Kolb, E., Lippmann, R.L., Schwabe, H., Kirbach, H., Kricke, A.,Wahren, M., 1993.** Concentration of ascorbic acid, total protein, alpha-amino-N, glucose,3-hydroxybutyrate, cholesterol and activity of adenosine-deaminase in the plasma of sheep in different periods of pregnancy as well as the content of ascorbic acid in 14 different tissues.*Berl Munch Tierarztl Wochenschr.*, 106: 10–14.
406. **Kronfeld,Ds,Donoghue,S.,Copp,R.I,Stearns,Fm, Engle, Rh., 1982.** Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood. *J. Dairy Sci.*, 1982, 65, 1925-1933.
407. **Labussiere,J.1990.** Physiologie de la reproduction des mammiferes domestiques et applications zootechniques. Chaire de zootechnique. Renne
408. **Lacetera,N.,Franci,O.,Scalia,D.,Bernabucci,U., Ronchi,B., Nardone, A., 2002.** Effects of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate on functions of mononuclear cells obtained from ewes. *American Journal of Veterinary. Research* 63, 414–418..
409. **Lakhdara,N.2014.** Les sous-produits de l’agriculture en Algérie. Thèse de Doctorat. Université de Constantine. p 147.
410. **Lakhdara,N.,Ranilla,M.J.,Tejido,M.L.,Bererhi,E.H,Bouaziz,O.,Carro, M.D. 2016.** Effect of the replacement of concentrate with orange pulp or olive cake on daily gain weights and some blood parameters of Ouled Djellal breeds: Réseau FAO-CIHEAM Ovins et Caprins. Séminaire conjoint des Sous-réseau Système de Production. Sous-Réseau Nutrition. Montpellier, France, 16-18 Juin 2015. Chaîne de valeur dans les filières ovines et caprine méditerranéennes. Organisation, stratégies de marketing, systèmes d’alimentation et de production
411. **Lamrani,F.,Benyounes,A.,Elbouyahiaoui,R.,ToumiFedaoui,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.
412. **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.
413. **Landau,S.,Molle,G.1997.** Nutrition effects on fertility in small ruminants with an emphasis on Mediterranean sheep breeding systems. In : Lindberg J.E. (ed.), Gonda H.L. (ed.), Ledin I. (ed.). *Recent advances in small ruminant nutrition*. Zaragoza : CIHEAM, 1997. p. 203-216 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 34)
414. **Landau,S.,Perevolotsky,Bonfil,A.,Barkai,D.,Silanikove,N.,2000.** Utilization of low quality resources by small ruminants in Mediterranean agro-pastoral systems: the case of browse and aftermath cereal stubble *Livestock Production Science*.64. 39-49
415. **Lassoued,N.,Khaldi,G.1995.** Variations saisonnières de l’activité sexuelle des brebis de races Queue Fine de l’Ouest et Noire de Thibar. CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes, volume 6, PP 27-34 <http://om.ciheam.org/om/pdf/c06/95605382.pdf>
416. **Lassoued,N., Khaldi,G.,Cognié,Y.,Chemineau,P.,Thimonier,J.1995.** Effet de la progestérogène sur le taux d’ovulation et la durée du cycle ovarien induits par effet mâle chez la brebis Barbarine et la chèvre locale tunisienne. *Reproduction Nutrition Development*, 35(4), 415-426.

417. **Lassoued,N.,Rekik,M.2001.** Differences in reproductive efficiency between female sheep of the Queue Fine de l'Ouest purebred and their first cross with the D'Man. *Anim. Res.*, 50: 373–38
418. **Lassoued,N., Rekik, M., Mahouachi,M.,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.
419. **Laurent,F.1988.** Utilisation du blé et des céréales dans la ration des vaches laitières. *Ann.Zootech* 37(2).117-132
420. **Laven,R.A.,Scaramuzzi,R.J.,Wathes,D.C.,Peters,A.R.,Parkinson,T.J.2007.** Recent research on the effects of excess dietary nitrogen on the fertility of dairy cows. *Vet. Rec.* 2007;160:359–362. doi: 10.1136/vr.160.11.359
421. **Lazarin,G.B.,Alves,N. G., Perez, J. R. O., Lima, R. R. D., Garcia, I. F. F., José Neto, A., Saunders,G.D.A.2012.** Plasma urea nitrogen and progesterone concentrations and follicular dynamics in ewes fed proteins of different degradability. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(7), 1638-1647.
422. **Lefebvre,D.,Marchand,D.,Léonard,M.,Thibault,C.,Block,E.,Cannon,T.1995.** Gestion de la performance du troupeau laitier : des outils à exploiter. 19ème Symposium sur les bovins laitiers. Saint-Hyacinthe, Québec, p. 13-55.
423. **Legan,S.J et Karsch, F. J.1980.** Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: Modulation of the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 23:1061-1068.
424. **Legan,S. J., Karsch, F. J. and Foster, D. L. 1977.** The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: A marked change in response to negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Endocrinology* 101:818-824
425. **Le Goffe,P.,Vérité,R.,Faverdin,P.1993.**Facteurs de variation et prédiction de la dégradabilité de l'azote des fourrages verts dans le rumen. *Annales de zootechnie*.42,17-29
426. **Lepeltier,G., 2010.** Thèse exercice Vétérinaire, Nantes, 139 p.
427. **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.
428. **Lindsay,D.R.1976.** The usefulness to the animal producer of research findings in nutrition on reproduction. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 11 : 217-224. <http://www.asap.asn.au/livestocklibrary/1976/Lindsay76.PDF>
429. **Lindsay,D,R.,Cognie,Y.,Signoret,J.P.1982.**Methode simplifiée de maîtrise de l'œstrus chez la brebis. *Ann. Zootech*, 31 :77-82.
430. **Linzell,J.L.,Heap,R.B.1968.**A comparison of progesterone metabolism in the pregnant sheep and goat: sources of production and an estimation of uptake by some target organs. *Endocr.* 41, 433^\*38.
431. **Lobley,G.E.,Weijs,P.J.M.,Connell,A.,Calder,A.G.,Brown,D.S.,Milne,E.1996b .**The fate of absorbed and exogenous ammonia as influenced by forage or forage-concentrate diets in growing sheep. *British Journal of Nutrition* 76, 231–248.
432. **Lloyd,L.J.,Foster,T.,Rhodes,P.,Rhind,S.M.,Gardner,D.S.2012.**Protein-energy malnutrition during early gestation in sheep blunts fetal renal vascular and nephron development and compromises adult renal function. *J. Physiol.* 590(2):377–393.
433. **Linzell,J.L.,Heap,R.B.1968.**A comparison of progesterone metabolism in the pregnant sheep and goat: sources of production and an estimation of uptake by some target organs. *Endocr.* 41, 433^\*38.
434. **Liu,X.,Dai,Q.,Hart,E.J.,Duggavathi,R., Barrett, D.M., Rawlings, N.C., Bartlewski, P.M.2006.** Ovarian and endocrine responses to prostaglandin F2alpha (PGF2alpha) given at the expected time of the endogenous FSH peak at mid-cycle in ewes. *Theriogenology*, 66: 811-821
435. **Lobley,G.E.,Milano,G.D.,Van Der Walt,J.G.2000.**The liver: integrator of nitrogen metabolism. In: ruminant physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Cronjé P.B., Boomker
436. **Long,E.,Thomas,D.,Fernando,R.,Lewis,J.,Garrigus,U.,Waldron, D. 1989 .** Estimation of individual and maternal heterosis, repeatability and heritability for ewe productivity and its components in suffolk and targhee sheep. *Journal of Animal Science* . 67(5): 1208-1217.



437. **Loste,A.,Ramos,J.J.,Fernandez,A., Ferrer, L.M., Lacasta, D.,Verde, M.T., Marca, M.C.,Ortín,A.2008.**Effect of colostrum treated by heat on immunological parameters in newborn lambs *Livest. Sci.*, 117, pp. 176-183 .DOI .10.1016/j.livsci.2007.12.012
438. **Lotfollahzadeha,S.,Zakian,A.,Tehrani-Sharif,M.,Watson,D.G.2016.** Assessment the alterations of some biochemical parameters in Afshari sheep with possible metabolic disorders.*SmallRuminantResearch*145,58-64.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.012>
439. **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.
440. **Lozano,J.M.,Lonergan,P.,Boland,M.P.,O'Callaghan,D. 2003.** Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: effect on oocyte quality and post-fertilization development. *Reproduction* 125, 543–553.
441. **Lynch,G.P.,Jackson,Jr.C.1983b.** metabolic responses of ewes to different protein intake during late gestation. *Can. J. Anim. Sci.* 63: 595-601.
442. **Ma,T.,Deng,K.D.,Tu,Y.,Zhang,N.F.,Jiang,C.G.,Liu,J., Zhao, Y.G., Diao, QY.2014.** Effect of dietary forage-to-concentrate ratios on urinary excretion of purine derivatives and microbial nitrogen yields in the rumen of Dorper crossbred sheep. *Livest Sci.*160:37–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.013>.
443. **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.
444. **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
445. **MADR , 2020.** Mise en œuvre du plan d'action du gouvernement 2020-2024 : feuille de route. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (Algérie), 38p.
446. **Mahmoud,D.,Abdelhadi,F. Z ., Khiati,B.,Smail,N.L.,Abdelhad,S.A.2018.** Etude des dystocies ovines et de la pertinence de la césarienne dans des élevages de la wilaya de Tiaret (Algérie). *Livestock Research for Rural Development* 30 (11).
447. **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.
448. **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.
449. **Malpaux,B.,Viguie,C.,Thiery,J.C.,Chemineau,P. 1996.**Contrôle photopériodique de la reproduction. *INRA. Prod. Anim.*, 9 (1), 9-23,
450. **Mamine,F.2010.**Effet de la suralimentation et de la durée de traitement sur la synchronisation des chaleurs en contre saison des brebis Ouled Djellal en élevage semiintensif. *Publibook éditions.* Paris. p 98
451. **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.
452. **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.
453. **Mansanet,C.,Drouilhet,L.,Bardou,P.,Sary,J.,Tabet,K.,Bodin,L.,Mulsant,P.,Fabre, S.2012.**Identification of the *FecL* fecundity major gene controlling prolificacy in the Lacune sheep breed *Reproduction in Domestic Animals* (17 th International congress on animal reproduction ( ICAR) .47 S4, 1408p:491-492.
454. **Martin,G.B.,Oldham,C.M.,Lindsay,D.R.1980.** Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Animal Reproduction Science*, volume 3 (2) : pp 125-132.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378432080900391>
455. **Marton,A., Faigl,V., Kerestes, M., Kulcsar, M., Nagy, S., Febel, H., Novotni Danko, G.,Magya,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.

456. **Marutsova, V.** 2015. Changes in blood enzyme activities in ewes with ketosis. *Int J Adv Res*, 3(6), 462-473.
457. **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](https://doi.org/10.15547/bjvm.2175). *J. Vet. Med.*
458. **Maxin, G.** 2015. Quels sont les besoins de recherche sur la valeur des fourrages pour les ruminants ? Analyse d'avis d'experts", *Fourrages*, 221, 69-76.
459. **Mazur, A., Ozgo, M., Rayssiguier, Y.** 2009. Altered plasma triglyceride-rich lipoproteins and triglyceride secretion in feed-restricted pregnant ewes. *Veterinárni medicína*, 54(9), 412-418.
460. **Mazzaferro, E.M., Rudloff, E., Kirby, R.** 2002. The role of albumin replacement in the critically ill veterinary patient. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 12 (2), 113–124. doi:10.1046/j.1435-6935.2002.00025.x
461. **McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G.** 2010. *Animal nutrition*. 7th edition. 692p.
462. **McEvoy, T.G., Robinson, J.J., Aiken, R.P., Findlay, P.A., Robertson, I.A.** 1995. Relationship between preovulatory feed intake, progesterone priming and the subsequent in vitro development of ova collected from superovulated ewes. *Theriogenology* 43: 276.
463. **McGovern, F.M., McHugh, N., Fitzmaurice, S., Pabiou, T., McDermott, K., Wall, E., N., Fetherstone, N.** 2020. Phenotypic factors associated with lamb live weight and carcass composition measurements in an Irish multi-breed sheep population. *Translational Animal Science*, 4, (4), txaa206, <https://doi.org/10.1093/tas/txaa206>.
464. **Mebirouk-Boudechiche, L et Araba, A.,** 2011. Effet d'une addition de rebuts de dattes au pâturage sur les performances zootechniques de brebis berbères et de leurs agneaux. *Revue Méd. Vét*, 162, (3), 111-117
465. **Mebirouk-Boudechiche, L., Boudechiche, L.A; Ferhat, R. et Tahar, A.** 2014. Relation entre disponibilités en Herbe, ingestion et activités alimentaires de béliers au pâturage *Arch. zootec.* vol.63 no.242. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000200006>
466. **Medina, C.L., Nagatani, S., Tiffany, A., Darling, D., Bucholtz, C. Hiroko. MMTsukamura, Kei-ichiro Maeda, Douglas., Foster, L.** 1998. Glucose Availability Modulates the Timing of the Luteinizing Hormone Surge in the Ewe. *Journal of Neuroendocrinology* 10, 10, 731-809 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2826.1998.00264.x>
467. **Mefti- Korteby, H., Koudri, Z., Saadi, M.** 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](http://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-17/Article_B/Article_419.pdf)
468. **Merdjane, L., Yakhlef, H.** 2016. Le déficit fourrager en zone semi-aride : une contrainte récurrente au développement durable de l'élevage des ruminants. *Revue Agriculture*. Numéro spécial 1 , 43 – 51
469. **Meredef, A et Madani, T.** 2015. Dynamique des réserves corporelles de la brebis Ouled Djellal en zone semi-aride. *Livestock Research for Rural Development* 27 (4) 2015. <http://www.lrrd.org/lrrd27/4/cont2704.htm>
470. **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.
471. **Meza-Herrera, C.A., Ross, T., Hawkins, D., Hallford, D.** 2006. Interactions between metabolic status, pre-breeding protein supplementation, uterine pH, and embryonic mortality in ewes: Preliminary observations. *Trop. Anim. Health Prod.*; 38:407–413. DOI 10.1007/s11250-006-4331-6
472. **Meziane, T.** 2001. Contribution à l'étude de la salinité de l'eau de boisson e d'un régime à base de paille chez les brebis de race Ouled -Djellal dans les hauts plateaux Sétifiens .Thèse doctorat (Constantine ) .p 162
473. **Milis, C., Liamadis, D., Karalazos, A., Dots, D.,** 2005. Effects of main protein, non-forage fibre and forage source on digestibility, N balance and energy value of sheep rations. *Small Rumin. Res.*, 59 (1): 65-73
474. **Minson, D.J.** 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press inc, California .463p.

475. **Miquel,M.2014.** La mortalité des agneaux n'est pas une fatalité. In Produire 1200 agneaux
476. **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.
477. **Moghaddam,G.et Hassanpour,A.2008.** Comparison of blood serum glucose, beta hydroxybutiric acid, blood urea nitrogen and calcium concentrations in pregnant and lambed ewes. *J. Anim. Vet. Adv.*, 7: 308-311
478. **Molle,G.,Landau,S.,Branca,A.,Sitzia,M.,Fois,S.N.,Ligos,S.,Casu,S. 1997.** Flushing with soybean meal can improve reproductive performances in lactating Sarda ewes on a mature pasture. *Small Rumin Res.*, 24 : 157-165.
479. **Mollereau,H., Porcher, N., Brion, A .1995.** Vade Mecum du vétérinaire. Formulaire vétérinaire et pharmacologie, 1995, 1672 pages
480. **Moghaddam,G. et Hassanpour,A.2008.** Comparison of blood serum glucose, beta hydroxybutiric acid, blood urea nitrogen and calcium concentrations in pregnant and lambed ewes. *J. Anim. Vet. Adv.*, 7: 308-311.
481. **Molina, A.,Gallego, L., Sotillo, J.L.1991.** Evolucion annual del peso vivo y de la nota de condicion corporal de ovejas de raza Manchega en diferentes estrado productivos. *Arch. Zootec.* 40: 237-249.
482. **Monget,P.,Martin,G.B.1997.** Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals.*Human Reproduction*, Volume 12, Issue suppl\_1, October 1997, Pages 33–52, [https://doi.org/10.1093/humrep/12.suppl\\_1.33](https://doi.org/10.1093/humrep/12.suppl_1.33)
483. **Montmeas, L.,Leborgne,M.C.,Tanguy,J-M.,Foisseau, J-M.,Selin, I.,Vergonzanne, G.,Wimmer,E.2013.** Reproduction des animaux d'élevage. 3<sup>e</sup> édition.Dijon : Educagri Editions
484. **Montoro,V.1995 .**La inseminación artificial con semen refrigerado en el esquema de seleccion de la raza ovina manchega. Tesis Doctoral, la Universidad de Córdoba ( España ).p 148.
485. **Moran,J.B., 1986.**Cereal grains in complete diets for dairy cows: comparison of rolled barley; wheat and oats and of three methods of processing oat .*Anim.prod.*,43,27-36
486. **Morand-Fehr,P.,Schmidely,P.,Hervieu,J.,BAS,P.1991.** Evaluation de la teneur en lipides des chèvres laitières selon leur stade physiologique par les notes d'état corporel et des paramètres zootechniques et métaboliques. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires-no 13-1991:* 69-76. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a13/92605097.pdf>
487. **Morgante,M.2004.** Digestive disturbances and metabolic nutritional disorders. In : Dairy sheep nutrition. Edited by Pulina G. and Bencini R.; CAB International
488. **Morgan-Davies,C.,Waterhouse,A.,Pollock,M.L.,Milner,J.M., 2008.** Body condition score as indicator of ewe survival under extensive conditions.*Animal Welfare*, 17: 71-77.
489. **Morrow,D.1986.**Current Therapy in Theriogenology Diagnosis, Treatment and Prevention of Reproductive Diseases in Small and Large Animals Philadelphia : W.B. Saunders Company
490. **Mosaad,G.M. et Derar D.R.2009.** effect of dietary energy and phosphorus on nutrients digestibility, blood constituents, and ovarian structures in ewes. *Veterinary World*, 2(12): 456-461.
491. **Moula,N.2018.**Caractérisation de la race ovine algérienne Tazegzawth. *Tropicultura*,36,1 :43-53. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.973> .
492. **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.
493. **Mukasa-Mugerwa,E.,Viviani,P.1992.**Progesterone concentrations in peripheral plasma of Menz sheep during gestation and parturition. *Small Rumin Res* 8, 47-53
494. **Muñoz,C.,Carson,A.F., McCoy,M.A., Dawson L.E.R., O'Connell N.E.,Gordon A.W. 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. doi: 10.1017/S1751731107001048.
495. **Muñoz,C.,Carson,A.F.,McCoy,M.A.,Dawson,L.E.R.,O'Connell,N.E.,Gordon,A.W . 2009.** Effect of plane of nutrition of 1- and 2-year-old ewes in early and mid-pregnancy on

- ewe reproduction and offspring performance up to weaning. *Animal*, 3 (5): 657–669. doi:10.1017/S1751731109003917.
496. **Murphy, T.A., Loerch, S.C., McClur, K.E., Solomon, M.B. 1994.** Effects of grain of pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rate of lambs. *Journal of Animal Science*. 72, 3138-3144.
497. **Nafikov, R.A., Beitz, D.C. 2007.** Carbohydrate and Lipid Metabolism in Farm Animals *The Journal of Nutrition*, 137, (3) 702–705, <https://doi.org/10.1093/jn/137.3.702>
498. **Narayan, K., Rajapandi, S., Devesh Gour, A.S. 2003.** A note on flushing on reproductive performance of Bharat Merino ewes. *Indian Vet. J.* 80(11), 1187-1188.
499. **Narimane, K., Lakhdera, 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
500. **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.
501. **Ndouamia, G., Ganda, K. 2005.** Détermination des paramètres hématologique et biochimique des petits ruminant du Tchad .laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha BP433.Ndjaména.Tchad .*Revue Méd.Vé.*156,4,202-206
502. **Nedjraoui, D. 2003.** Profil fourrager. Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediène (USTHB). Alger.
503. **Nefzaoui, A., Salman, A., El-Mourid, M. 2008.** Sheep husbandry and reproduction improvement in low-rainfall areas of West Asia and North Africa. KariaNet- ICARDA.
504. **Nelson, D.R., Guss, S.B. 1992.** Metabolic and Nutritional Diseases Nutrition. Illinois and Pennsylvania State Universities, pp. 1–5.
505. **Niar, A. 2001.** Maîtrise de la reproduction chez les ovins en Algérie. Thèse de doctorat, université Senia. Oran. p. 229.
506. **Nicoll, M. 1981.** Sources of variation in the condition scoring of cows. *Irish J Agric Res*, 20: 27-33
507. **Noakes, D.E., Parkinson, T.J., England, G.C.W. 2001.** Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. 8th Edition. SAUNDERS - Elsevier Limited. 868p.
508. **Normand, J., Moevi, I., Lucbert, J. et Pottier, E. 2005.** « Le point sur l'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes », Institut de l'élevage- Interbev, (2005), 110 p.
509. **Norris, K.H., Hart, J.R. 1965.** Direct spectrometric determination of moisture content of grain and seeds, In: Proc. Int. Symp. Humidity and Moisture (1963). Vol 4, Reinhold Publishing, New York, USA, 19-25.
510. **Norris, K.H., Barnes, R.F., Moore, J.E., Shenk, J.S., 1976.** Predicting forage quality by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.*, 43, 889-897.
511. **Norton, B.W., Janes, A.N., Armstrong, D.G. 1982a.** The effect of intraruminal infusions of sodium bicarbonate, ammonium chloride and sodium butyrate on ureametabolism in sheep. *BrJ Nutr* 48, 265-274
512. **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.
513. **Nottle, M.B., Kleemann, D.O., Seemark, R.F. 1997.** Effect of previous undernutrition on the ovulation rate in Merino ewes supplemented with lupin grain. *Anim. Reprod. Sci.*, 49: 29-36.
514. **Nowak, R. 1996.** Neonatal Survival : contributions from behavioural studies en sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 49, 61-72
515. **Nowak, R., Poindron, P. 2006.** From birth to colostrum: Early steps leading to lamb survival. *Annales de biologie animale biochimie biophysique* 46(4):431-46. DOI:10.1051/rnd:2006023
516. **NRC, 2007.** Nutrient requirements of small ruminants: Sheep- Goats- Cervids and New World Camelids. 7th Ed., National Academy Press, Washington DC, USA, p 221- 229.
517. **Oddy, V.H., 1978.** Milk production in ewe fed high grain diets .Pro. Austr.Soc.A nim.Prod
518. **O'Doherty, J. Vet Crosby, T.F. 1996.** The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrums yield in ewes. *Theriogenoly*, 46: 233-241.

519. **Oetzel,G.R.2004.**Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* .Nov;20(3):651-74. Doi: 10.1016/j.cvfa.2004.06.006.
520. **Oetzel,G.R.2010.**Evaluation of the hand-held Precision Xtra® system for diagnosing ketosis in early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 93(E-Suppl 1): 526.
521. **Ohkura,S.,Ichimaru,T.,Itoh,F.,Matsuyama,S.,Okamura,H.2004.** Further evidence for the role of glucose as a metabolic regulator of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator activity in goats. *Endocrinol* ; 145: 3239-46
522. **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.
523. **Olivera-Muzantea,J.,Fierrob,S.,Alabarte,J.L.,Claramunte,M.,Minteguiagaf, M.A.,Aunchaynag,Errandoneah,G.N.,Banchero,G.2019.**Short-term dietary protein supplementation improves reproductive performance of estrous-synchronized ewes when there are long intervals of prostaglandin or progesterone-based treatments for timed AI. *Animal Reproduction Science*. 206, Pages 78-84 <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.05.011>.
524. **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.
525. **Ortigue-Marty,I.,Cantalapiedra-Hijar.,Gonzalo.,Nozière,P.,Vernet,J.2016.**De l'énergie de la ration à l'utilisation des nutriments chez les ruminants : quel rôle pour les tissus splanchniques ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*.Volume 52, Issue 1, Pages 45-53.<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2016.09.005>
526. **Oujagir,L.,Menassol,J.B.,Cognie,J.,FabreNys,C.,Freret,S.,Piezel,A.,Scaramuzzi, R.2011.**Effet de l'état corporel et la complémentation alimentaire sur la réponse des brebis Ile - de -France a l'effet du bélier en contre saison .*Rencontres Recherches Ruminants (18emes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants,Poster :107*
527. **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.
528. **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-17β and cholesterol. *Ann Nutr Metab*, 47, 139-143
529. **Özyürek,S.,Türkyilmaz,D.G.2020.**Determination of relationships between placental characteristics and birth weight in Morkaraman sheep. *Arch. Anim. Breed.*, 63, 39–44, 2020 <https://doi.org/10.5194/aab-63-39-2020D>
530. **Panousis,N.,Brozos,C.,Karagiannis,I.,Giadinis,ND.,Lafi,S.,Kritsepi-Konstantinou, M. 2012.**Evaluation of precision Xceed\_ meter for on-site monitoring of blood β-hydroxybutyric acid and glucose concentrations in dairy sheep. *Research in Veterinary Science* 93(1):435–439.DOI 10.1016/j.rvsc.2011.06.019
531. **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.
532. **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.
533. **Pathak,A. K. 2008.** Various factors affecting microbial protein synthesis in the rumen. *Vet. World* 1 6:186-189
534. **Pearce,D.Tet Oldham,C.M.1988.**Importance of non olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *Dans : J. Reprod. Fert.*, 84, pp. 333-339.
535. **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.
536. **Peterson,C.J.,Johnson,V.A.,Mattern,P.J.1986.** Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat flour, bran, and grain. *Cereal Chem*, 63:183

537. **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 <https://doi.org/10.2298/BAH1203517P>
538. **Piaggio,L.,Quintans,G.,San Julián,R.,Ferreira,G.,Ithurralde,J.,Fierro,S.,Banchero,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.
539. **Picard,M.et Leòn, A.1990.** Modes d'évaluation et de contrôle des matières premières. In *L'aviculture en méditerranée*, CIHEAM, Options Méditerranéennes Sér A/n°7, 71-79.
540. **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.
541. **Pitel,PH.,Moulin,M.,Valette,J.P.,Dumonter,S.,Petit,L.,Fortier,G.,Courouce-Malblanc.2006.**Approche des valeur hématologique et biochimique chez deux races asine.*Prat.Vet.EQ.38* :19-25
542. **Pittroff,W.,Keisler,D.H., Blackburn,H.D.2006.**Effects of a high-protein, low-energy diet in finishing lambs: 1. Feed intake, estimated nutrient uptake, and levels of plasma metabolites and metabolic hormones. *Livestock Science* 101: 262–277.
543. **Philippe,F.,Delagarde,R.,Lemosquet,S.,Boudon,A.,Lamadon, A.2018** L'application au rationnement des vaches laitières. Salon international des productions animales - Space 2018 - Les rendez-vous de l'Inra, Sep 2018, Saint-Jacques de la lande, France
544. **Phiri,A.M.,Phiri,IK.,Chota,A.,Monrad,J.2007.**Trematode infections in freshwater snails and cattle from the Kafue wetlands of Zambia during a period of highest cattle–water contact. *J.Helminthol* 81:85–92
545. **Poncelet,J.L.2006.**Les bases de l'alimentation ovine. Fiche N°99. Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires- (SNGTV)- Commission ovine.
546. **Polkowska,J.,Lerrant,Y.,Wańkowska,M.,Wójcik-Gładysz,A.,Starzec,A.,Counis, R. 2003.**The effect of dietary protein restriction on the secretion of LH and FSH in pre-pubertal female lambs. *Animal Reproduction Science* 76: 53–66.
547. **Preston,R.I.,Schnakenberg,D.D.,Pfander,W.H.1965.**Protein utilization in ruminants, I. blood urea nitrogen as affected by protein intake. *J. Nut.* 86, 281–288.
548. **Princen,J.M.G.,Mol-Backx,G.P.B.M.,Yap, S.H.1983.** Restoration Effects of Glucose Refeeding on Reduced Synthesis of Albumin and Total Protein and on Disaggregated Polyribosomes in Liver of Starved Rats: Evidence of a Post-Transcriptional Control Mechanism *Ann Nutr Metab* 1983;27:182–193 <https://doi.org/10.1159/000176651>
549. **Provost,A.,Charray,J.,Coulomb,J.,Haumesser,J.B.,Planchenault,D.,Pugliese,P.L., 1980.** Les petits ruminants d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Ouest : synthèse des connaissances actuelles. IEMVT, MaisonsAlfort, France, 295 p.
550. **Ptaszynska,M.2001.**Ovine reproduction. In: Ptaszynska M: Compendium of animal reproduction. 6th Revised ed. Intervet Int bv (The Netherlands): p 125-147
551. **Ptaszynska,M.2009.**Compendium of animal reproduction.10th Edition, Publisher Intervet international bv. 490p.
552. **Qifu,He.,Shenghui,Wu.,Ming,Huang.,Ying,Wang.,Kang,Zhang.,Jian,Kang.,Yong ,Zhang.,Fusheng,Quan.2021.** Effects of Diluent pH on Enrichment and Performance of Dairy Goat X/Y Sperm. *ront. Cell Dev. Biol.*<https://doi.org/10.3389/fcell.2021.747722>
553. **Quigley,J.D.,Bernard,J.K.1992.**Effects of nutrient source and time of feeding on changes in blood metabolites in young calves. *Journal of Animal Science*, Volume 70, Issue 5, May 1992, Pages 1543–1549, <https://doi.org/10.2527/1992.7051543x>
554. **Radostits,O.M.,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
555. **Radostits,O.M,Gay,C.,Hinchcliff, K.W,Constable, P. D. 2006.** Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 10th Ed. Saunders- Elsevier, pp: 2156.
556. **Radostits,O.M.,Gay,CC,Hinchcliff,K.W.2007.**Veterinary medicine. 10th ed. . Philadelphia, USA: Saunders; 2007. pp. 1668–1671
557. **Rafiq,M.,Khan,M.F.,Aujla,K.M.2003.**Economic benefits of flushing and supplemental feeding of salt-range ewes on Pothwar Ranges of Pakistan. *Pakistan J. Biol. Sci.* 6(2), 115-121.

558. **Rafiq,M.,Mumtaz,,S.,Akhtar,N.,Khan,M.F.2007.**Effectof strategic supplementation with multi-nutrient urea molasses blocks on body weight and body condition score of Lohi sheep owned by tenants of Pakistan. *Small Ruminant Research*, 70:200-208
559. **Raju,N.V.,Pankaj,P.K.,Ramana,D.B.V.,Kavitha,V.2015.**Intensification In Deccani Sheep: Haematological And Biochemical Influences. *European Journal of Molecular Biology and Biochemistry*.2 (5):251-256..
560. **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.
561. **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.
562. **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 RuminRes*, 24, 125-131.
563. **Raofi,A., Jafarian,M.,Safi,S.,Vatankhah,M.2013.**Fluctuations in energy-related metabolites during the peri-parturition period in lori-Bakhtiari ewes. *Small.Ruminant Research* 109 : 64-68.
564. **Ravindranatha,B.M.2014.** Studies on certain strategies to improve synchronization of estrus and ovulation in ewes under controlled and field conditions. These doctorat p232 Karnataka Veterinary, Animal and Fisheries Sciences University, Bidar
565. **Reddy,T.J.,Raghavan,G.V., 1987.** Studies on feeding different planes of nutrition on utilization of nutrients by intensively fed indigenous goats, *Indian Veterinary Journal*, 64, 505 – 510.
566. **Reddy,G.V.N.,Reddy,A.R.,Anjaneyulu,Y.,Reddy,Y.R.2005.**Technologiesfor enhancing feed quality, Publication of results of Team of excellence on feed technology and quality assurance (NATP), ANGRAU, Hyderabad, India
567. **Reddy,D.V., Elanchezian,N.,2008.**Evaluation of tropical tree leaves as ruminant feedstuff based on cell contents, cell wall fractions and polyphenolic compounds. *Cellul. ADFADL* 14, 17–52.
568. **Reagain,P.J.,McMeniman, N.P.2002.**Nutrition of sheep under Rangeland Conditions In : **Freer,M., Dove, H.** Sheep Nutrition Camberra, Australia : CSIRO Plant Industry, 2002, 263-284
569. **Regaudier,R et Reveleau .1969.** Le mouton édition Ballière e fils, éditeurs.
570. **Rekik,M.,Lassoued,N.,BenSalem,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 le9 octobre, 2017, <http://www.lrrd.org/lrrd19/11/reki19174.htm>
571. **Rémond,D.,Meschy,F.,Boivin,R.1996.**Metabolites, water and mineral exchanges across the rumen wall: mechanisms and regulation. *Ann. Zoot.*, 45: 97 - 119.
572. **Rémond,B et Jacquier,C.1986.**Effects of feeding sorbitol on milk yield and blood characteristics in dairy cows in early lactation. *Reproduction Nutrition Developpement*. Vol 26, Issue: 1b: 365-366.
573. **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.
574. **Rhind,S.M.,McKelvey,W.A.C.,McMillen,S.R.,Gunn,R.G.,Elston,D.A..1989a.**Effec t of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Animal Production*, 48: 149-155.
575. **Riviere,R.1991.**Manuels d'alimentation de ruminants domestiques en milieu tropical, 9 collection, manuel précis d'élevage.p 46-206
576. **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.
577. **Robinson,T.J.1988.**Controlled sheep breeding Update 1980-1985.*Australian Journal of biological science*.41,1-13
578. **Robinson,J.J.1996.** Nutrition and reproduction. *Anim. Reprod. Sci.*, 42: 25-34.

579. **Robinson, J.J., Rooke, J.A., McEvoy, T.G., Freer, M., Dove, H. 2002.** Nutrition for conception and pregnancy. in M. Freer, H. Dove (Eds.), Sheep Nutrition (pp. 189 - 211). Veterinary And Animal Sciences .
580. **Rook, J.S. 2000.** Pregnancy toxemia of ewes, does, and beef cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 16, 293-317.
581. **Rosenberger, G. 1979 .** Examen clinique des bovins. Ed. du point vétérinaire.
582. **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.
583. **Roux, M. 1986.** Alimentation et conduite du troupeau ovin . *Technique agricole*, 3-18
584. **Roy, F., Maurel, M.C., Combes, B., Vaiman, D., Crihiu, E.P., Lantier, I., Pobel, T., Deléat ng, F., Yves Combar nous, Y., Guillou F. 1999b.** The negative effect of repeated equine chorionic gonadotropin treatment on subsequent fertility in alpine goats is due to a humoral immune response involving the major histocompatibility complex. *Biology of Reproduction*, 60 : 805-813
585. **Rubianes, E., Menchaca, A., Carbajal, B. 2003.** Response of the 1 to 5-day aged ovine corpus luteum to prostaglandin F2  $\alpha$ . *Anim. Reprod Sci*, 78, 47-55.
586. **Rubio, J.M., Hallford, D.M., Hawkins, D.E. 1997.** Effect of glucose administration during the estrous cycle on serum hormone profiles, mRNA for steroidogenic enzymes, and breeding performance of ewes. *J ANIM SCI* 1997, 75:775-780.
587. **Ruegg, P.L., Goodger, W.J., Holmberg, C.A., Weaver, L.D., Huffman, E.M. 1992a.** Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.*, 53, 5-9.
588. **Russel, A.J.F., Doney, J.M., Gunn, R.G. 1969.** Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72: 451-454.
589. **Russel, A. 1984.** Body condition scoring of Sheep. In *Practice* 5, 91-93.
590. **Russel, K.E., Roussel, A.J. 2007.** Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. *Vet. Clinic North. Am. : Food Animal Practice*, 2007; 23: 403-426.
591. **Rutter, L.M., Manns, J.G. 1987.** Hypoglycemia alters pulsatile luteinizing hormone secretion in the postpartum cow. *J. Anim. Sci.* 64:479-488
592. **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.
593. **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.
594. **Safsaf, B. 2014.** Effet de la sous-alimentation sur certains paramètres de reproduction des brebis de race Ouled Djellal, Université de Batna, p. 274.
595. **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.
596. **Sahraoui, N., Chouya, F., Bekai, A., Tourir, H., Guetarni, D. 2014.** Synchronisation des chaleurs à l'aide des éponges vaginales associées aux différentes doses d'eCG chez les brebis. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 16(2), 13-18.
597. **Salama, R., Boraei, 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.
598. **Sagot, L., Blanchin, J.Y., Gautier, J.M., Capdeville, J., Schelcher, F., Gontier, M., Daniel, D., Lepetitcolin, E., Sourd, F., Commandré, J.C., 2015.** Des agneaux en bonne santé : bonnes pratiques d'élevage et bergerie adaptée. Institut de l'élevage 44p. www.idele.fr
599. **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.
600. **Santra, A, Karim, S.A. 2002.** Influence of ciliate protozoa on biochemical changes and hydrolytic enzyme profile in the rumen ecosystem. *J Appl Microbiol.* 92:801-811



601. **Santra,A.,Karim,S.A.2009.**Effect of Dietary Roughage and Concentrate Ratio on Nutrient Utilization and Performance of Ruminant Animals
602. **Santra,A.,Pathak,N.N.1999.**Nutrient utilization and compensatory growth in crossbred (*Bos indicus*x*Bos taurus*) calves. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12:1285-1291
603. **Sargison,N.D.,Scott, P.R.2010.**The implementation and value of diagnostic procedures in sheep health management.*Small Ruminant Research* 92: 2–9.
604. **Sauvant,D.,Van-Milgen,J. 1995.**Les conséquences de la dynamique de la digestion des aliments sur le métabolisme ruminal et les performances animales. *INRA Prod. Anim.*,8(5 ): 353 - 367.
605. **Sawankumar,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. *Veterinaryworld*, 10(6):650.
606. **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.
607. **Scaramuzzi,R.J.,Baird,D.T.,Campbell,B.K.,Driancourt,M.A.,Dupont, J., Fortune, J.E.,Gilchrist,R.B.,Martin,G.B.,McNatty,K.P.,McNeilly,A.S.,Monget,P.,Monniaux,D.,Viñoles,C.,Webb,R.2011.**Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants.
608. **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.
609. **Schlumbohm,C., Harmeyer, J.2008.** Twin-pregnancy increases susceptibility of ewes to hypoglycaemic stress and pregnancy toxæmia. *Research in Veterinary Science*, 84, 286-299.
610. **Schlumbohm,C.,Sporleder,H.P.,Gürtler,H., Harmeyer,J.1997.**Effect of insulin on glucose and fat metabolism in ewes during various reproductive states in normal and hypocalcemia. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 104(9):359-365.
611. **Seegers,H.1984.**Enquête sur la mortalité des agneaux dans les élevages intensifs de l’Ouest. 3. Les facteurs liés aux animaux. *Recueil de Médecine vétérinaire*, 160, (9), 721-730.
612. **Seidel, H., Novotny, J., Kovač, G., 2006.** Selected biochemical indices in sheep during pregnancy and after parturition. *Bull Vet Inst Pulawy* 50, 167-170.
613. **Selmi,H.,N’cir,M.,Rekik,B.,BenGara,AetRouissi,H.2009.**Performances de reproduction et de production en relation avec l’état sanitaire des brebis laitières Sicilo-Sardes. *Livest. Res. Rural Dev.*, 21(8).
614. **Selvaraju,S.,Sivasubramani,T.,Raghavendra,B.S.,Raju,P.,Rao,S.B.N.,Dinesh Kumar,D.,Ravindra,J.P.2012.**Effect of dietary energy on seminal plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I), serum IGF-I and testosterone levels, semen quality and fertility in adult rams. *Theriogenology*, 78(3), 646–655.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.03.010>
615. **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.
616. **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.
617. **Serra,A.,Calamari, L.,Cappa,V.,Cannas,A.,Rossi,G.1988-1992.**Trial on use of a complete pelleted feed (unipellet) in lactating ewes: metabolic profile results. *Ann. Fac. Agr. Univ.Sassari*, 34 (1): 13-21.
618. **Sevi,A.,Taibi, L.,Albenzio, M.,Muscio, A.,Dell’Aquila,S.2000.**Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Rum. Res*, 37, 99-107.
619. **Sakuma,K.,Ohyama,T.,Sogawa, K.,Fujii-Kuriyama,Y., Matsumura.Y.1987.**Low Protein—High Energy Diet Induces Repressed Transcription of Albumin mRNA in Rat Liver. *The Journal of Nutrition*, 117, 6,1141–1148, <https://doi.org/10.1093/jn/117.6.1141>

620. **Shetaewi,M.M.,Daghash,H.A.,1994.**Effects of pregnancy and lactation on some biochemical components in the blood of Egyptian coarse-wool ewes. *Assoc. Vet. Med.J.* 30, 64–73.
621. **Shetaewi,M.M.,Ross.,T.T.1991.**Effects of concentrate supplementation and lasalocid on serum chemistry and hormone profiles in Rambouillet ewes. *Small Rumin. Res.* 4: 365-377.
622. **Signoret,J.P.1990.**The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham CM, Martin GB et Purvis IW, Eds, *School of Agriculture, University of Western Australia, Nedlands, Perth: Reproductive physiology of Merino sheep. Concepts and consequence* 59-70
623. **Silanikove,N.2000.** Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67:1-18. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7)
624. **Simpraga,M.,Smuc,T., Matanovic,K., Radin,L.,Shekvugrovecki,A.,Ljubicic,I., Vojta,A., 2013.** Reference intervals for organically raised sheep: Effects of breed, location and season on hematological and biochemical parameters. *Small Ruminant Research*,112: 1-6
625. **Sitairesmi,P.I.,Widyobroto,B.P.,Bintara,S.,Widayat,D.T.2020.**Effects of body condition score and estrus phase on blood metabolites and steroid hormones in Saanen goats in the tropics.*Vet World* 13(5):833-839. doi: 10.14202/vetworld.2020.833-839.
626. **Smith,J.F.1988.**Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. *Aust. J. Biol. Sci.*, 41: 27-36
627. **Smith,J.F.,Jagusch, K.T.,Farquhar,P.A.1983.**The effects of the duration and timing of flushing on ovulation rate in ewes *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 43 (1983), pp. 13-16
628. **Smith,J.F, Stewart. R.D.1990.**Effects of nutrition on the ovulation rate of ewes C.M. Oldham, G.B. Martin, I.W. Purvis (Eds.), *Reproductive physiology of merino sheep*, School of Agriculture (Animal Science), University of Western Australia, WA, Australia (1990), pp. 85-101
629. **Smith,B.P.1996.***Large Animal Internal Medicine.* 2nd ed., Mosby press,, 993
630. **Smith,D.L.,Stinefelt,B.M.,Blemings,K.P.,Wilson,M.E.2006.**Diet-induced alterations in progesterone clearance appear to be mediated by insulin signaling in hepatocytes. *J. Anim. Sci.*, 84:1102-1109
631. **Snijders,S.E.M.,Dillon,P.G.,O'farrell,K.J.,Diskin,M.,Wylie,A.R.G.,O'callaghan, D., Rath, M., Boland, M.P., 2001.** Genetic merit for milk production and reproductive success in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 65:17–31.
632. **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.
633. **Sok,M.,Ouellet,D.R.,Firkins,J.L.,Pellerin,D.,Lapierre.H.2017.**Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa in cattle. *J. Dairy Sci.* 100:5241–5249
634. **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.
635. **Somchit,A.,Campbell,B.K.,Khalid,M.,Kendall,N.R.,Scaramuzzi,R.J.2007.**The effect of short-term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (*Lupinus luteus*), during the luteal phase of the estrous cycle on the number of ovarian follicles and the concentrations of hormones and glucose in plasma and follicular fluid. *Theriogenology* 68 1037–1046
636. **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.
637. **Sormunen-Cristian,R.et Jauhiainen, L.2000.**Feeding levels during the growing phase affect the production of primiparous Finnish Landrace ewes. *Agricultural and Food Science in Finland*, 9: 187–200
638. **Sosa,C.,Abecia, J.A., Carriquiry, M., Forcada, F., Martin, G.B., Palacín, I.,Meikle, A.2009.**Early pregnancy alters the metabolic responses to restricted nutrition in sheep. *Domestic Animal Endocrinology*, 36: 13–23.

639. **Spencer, T.E., Johnson, G.A., Burghardt, R.C., Bazer, F.W. 2004.** Progesterone and placental hormone actions on the uterus: insights from domestic animals- Minireview. *Biology of reproduction*, 71: 2–10. DOI 10.1095/biolreprod.103.024133
640. **Stanton, T.L. 2014.** Feed Composition for Cattle and Sheep [online], available: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/livestk/01615.html> consulté le 20/11/2016.
641. **Staples, L.D., McPhee, S., Reeve, J., Williams, A.H. 1991.** Practical applications for controlled release melatonin implants in sheep in advances in pineal research. Vol. 6 A. Foldes A. et Reiter, R.J. (éds). London : John Libbey Publishers, pp. 199-208.
642. **Stevanović, O., Stojiljković, M., Nedić, D., Radoja, D., Nikolić, V., Prodanović, R., Vujanac I. 2015.** Variability of blood serum biochemical parameters in Karakachan sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31(1): 55-62
643. **Stock, R.A., Britton, B.A. 1993.** Acidosis in feedlot cattle. In Scientific update on Rumensin/Tylan for the professional feedlot consultant. Elanco Animal Health, Indianapolis, Ind. pp. B1.
644. **Sudhir Chandra Reddy, V., Narasimha Rao, P., Sadhnani, S. 1989.** Plasma progesterone levels during estrous cycle and early pregnancy in Deccani ewes. *Indian Journal of Animal Reproduction*; 10:89-93.
645. **Sumaryadi, M.Y., Manalu, W. 1998.** 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 Ruminant Research* 27, 131-136 [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00041-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00041-2)
646. **Swelum Ayman, A., Alowaimer Abdullah, N., Abouheif Mohamed, A. 2015.** Use of fluorogestone acetate sponges or CIDR for estrus synchronization in ewes: effects of hormonal profiles and reproductive performance. *Theriogenology*. Volume 84, Issue 4, 1 September 2015, Pages 498-503. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2015.03.018
647. **Taherti, M., Zidane, K., Aggad, H., Kaidi, R. 2014.** Sexual activity of ram Ouled Djellal bred raised in the region of Chlef. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 17(2):283287. <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied&page=article&op=view&path%5B%5D=2427&path%5B%5D=1859>
648. **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*. 28, Article#3. Consulté le 9/octobre/2017. <http://www.lrrd.org/lrrd28/1/tahe28003.html>
649. **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.
650. **Talavera, F., Park, C.S., Williams, G.L. 1985.** Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. *Journal of Animal Science*, 60, (4), 1045–1051, <https://doi.org/10.2527/jas1985.6041045x>
651. **Tanaka, Y., Mori, A., Tazaki, H., Imai, S., Shiina, J., Kusaba, A., Ozawa, T., Yoshida, T., Kimura, N., Hayashi, T. 2008.** Plasmametabolite concentrations and hepatic enzyme activities in pregnant Romney ewes with restricted feeding. *Res Vet Sci*, 85, 17-21.
652. **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
653. **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
654. **Tennah, S. 1997.** Contribution à l'étude des facteurs influençant les performances de reproduction des brebis de race Ouled-Djellal sous différents traitements de synchronisation des chaleurs". INA, ELHARRACH.
655. **Thériault, M. 2006.** Utilisation des éponges vaginales chez la brebis laitière. Fiche technique, Université Laval, Agriculture et Agroalimentaire Canada : 1-5.
656. **Thérier, M. 1984.** Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. In SPEOC-ITOVIC Ed. 91 Journ. Rech. Ov. et Capr. Paris, 294-326.
657. **Thérier, M., Bocquier, F., Brelurut, A. 1987.** Recommandations alimentaires pour les brebis à l'entretien et en gestation. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*. 70:185-197.

658. **Theriez, M. 1991.** Consequences of prolificacy on lambs rearing and meat production (in French). INRA Productions Animales 4 (2): 161-168. <http://www6.inra.fr/productions-animales/1991-Volume-4/Numero-2-1991/Consequences-de-l-augmentation-de-la-prolificite-sur-l-elevage-des-agneaux-et-sur-la-production-de-viande>
659. **Thibault, C., Levasseur, M.C. 1991.** La reproduction chez les mammifères et l'homme. INRA et Ellipses. Paris, p 1-768.
660. **Thimonier, J., 2000a.** Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone. INRA Prod Anim, 3 (13), 177-183.
661. **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.
662. **Thomas, D.L., Thomford, P.J., Crickman, J.G., Cobb, A. R., Dziuk, P. J. 1987.** Effects of Plane of Nutrition and Phenobarbital During the Pre-Mating Period on Reproduction in ewes Fed Differentially During the Summer and Mated in the Fall. Journal of Animal Science, 64, 4, 1144–1152, <https://doi.org/10.2527/jas1987.6441144x>
663. **Thomas, J.S. 2000.** Overview of plasma proteins. In Schalm's veterinary haematology 5th ed. Philadelphia, pp. 891-897.
664. **Thomas, B., Grahn, H. 1988.** In . Futter-und Nahrungskleie Inhaltstoffe, Eigenschaften und Anforderungen. Bericht 29, Getreidechemiker Tagung, Detmold, 197: 18-29. In Boudouma, D .2010. Modèles de prédiction de l'énergie métabolisable de sons de blé. Livestock Research for Rural Development 22 (2) 2010
665. **Thomson, E.F., Bahhady, F.A .1988.** A note on the effect of live weight at mating on fertility of Awassi ewes in semi-arid Northwest Syria. Animal Production, 47: 505-508. <https://doi.org/10.1017/S0003356100003688>
666. **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
667. **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.
668. **Titi, H.H., Alnimer, M., Tabbaa, M.J., Lubbadah, W.F. 2008.** Reproductive performance of seasonal ewes and does fed dry fat during their postpartum period. Livestock Science, 115: 4–41. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.06.006>
669. **Titi, H.H.; Kridli, R.T., Alnimer, M.A. 2010.** Estrus synchronization in sheep and goats using combinations of GnRH, progestagen and prostaglandin F2alpha. Reprod. Domest .Anim., 45: 594-599.
670. **Torre, C., Casals, R., Paramio, M.T., Ferret, A., 1991.** The effects of body condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollesa breed ewes mated in spring. Options Méditerranéennes - Série Séminaires 13, 85-90.
671. **Torres, T. S., Sena, L.S., do Ó A.O, dos Santos, G.V., Rocha, A.O., Sarmiento, J.L.R. 2012.** Influence of non-genetic factors on the maternal ability of Santa Inês ewes. Ciência Rural, Santa Maria, v.51:6, e20200580, 2021. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200580>.
672. **Triboi, E. 1990.** Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum* Thell). agronomie 10, 191-200
673. **Triki, S., Benmessaoud, N. E., Ghozlane, F. 2010.** Valeur alimentaire comparée de la paille de céréales traitées à l'urée ou à l'ammoniac. Livestock Research for Rural Development. Volume 22, Article #17. Retrieved August 1, 2010, from <http://www.lrrd.org/lrrd22/1/trik22017.htm>
674. **Tyopponen, J. et Kauppinen, K., 1980.** Stability and automatic determination of ketone bodies in blood samples taken [from cattle] in field conditions. Acta Veterinaria Scandinavica. Vol. 21, n° 1, pp. 55-61.
675. **Valadares Filho, S.C., Broderick, G.A., Valadare, R.F.D., Clayton, M.K. 2000.** Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilisation and milk production. J. Dairy Sci. 83 : 106-114.
676. **Valdes, C., Carro, M.D., Ronilla, M.J. Gonzalez, J.S. 2000.** Effect of forage to concentrate ratio in complete diets offered to sheep on voluntary food intake and some digestive parameters. Anim. Sci. 70 : 119-126.

677. **Vaillancourt,D.,Lefebvre,R.,2003.** La gestion de la reproduction chez les petits ruminants: Le contrôle du cycle oestral. Le Médecin Vétérinaire du Québec. 2003. Vol. 33,pp. 1–2.
678. **Vagneur,M., 1992.** Biochimie de la vache laitière appliquée à la nutrition. La Dépêche Technique, 1992, 28, 26 p.
679. **VanBurgel,A.J.,Oldham,C.M.,Behrendt,R.,Curnow,M.,Gordon, D. J., Thompson, A.N.2011.** The merit of condition score and fat score as alternatives to liveweight for managing the nutrition of ewes. *Animal Production Science*, 2011, 51, 834–841.
680. **Van Saun,R.J.2009.** Metabolic profiling (153-162pp). In: Anderson D.E.and Rings D.M. Edition *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice, Fifth Volume-* 715p.Saunders-Elsevier Inc.
681. **Van soest,P.J.,Robertson,J.B., Lewis,B.A.1991.**Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J.Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
682. **Venkateswarlu,M., Ramana Reddy,Y.,Nagalakshmi,D.,Mahender.,M.2014.** Effect of Feeding Sorghum Straw Based Complete Rations with Different Roughage to Concentrate Ratio on Growth and Carcass Characteristics in Nellore Ram Lambs. *Animal Nutrition and Feed Technology* (2014) 14 : 563-572 doi: 10.5958/0974-181X.2014.01358.4
683. **Verbic,J et Babnik,D.1997.** Evaluation of the protein supply in ruminants 3. The proposal of a system for Slovenia. *Sod. Kmet.* 30:147-197.
684. **Vérité,R.,Michalet-Doreau,B.,Chapoutot,P.,Peyraud,J.L.,Poucet,C.1987.** Révision du système des PDI. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 70, 19-34
685. **Viñoles,C.,Forsberg,M.,Martin,G.B.,Cajarville,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.
686. **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.
687. **Viñoles,C.,Glover,K., Paganoni,B., Milton,J.,Martin,G.2012.**Embryo losses in sheep during short-term nutritional supplementation. *ReprodFertil Dev*, 24, 1040-1047.
688. **Vipond,J.E.,Hunter,E.,Margaret,A.,King,E.1992.**Effects of cereal and protein supplements to swedes (*Brassica napus*) on intake and performance of pregnant and lactating ewes kept indoors *Anim. Prod.*, 34, 131-137.
689. **Voyvoda,H.,Erdogan,H.2010.** Use of a hand-held meter for detecting subclinical ketosis in dairy cows. *Research in Veterinary Science* 89(3):344–351 DOI 10.1016/j.rvsc.2010.04.007
690. **Wade,G.N.,Schneider,J.E.1992.**Metabolic fuels and reproduction in female mammals. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 16: 235-272.
691. **Wallace,R.J.1991.**Rumen proteolysis and its control In Jouany, Jean-Pierre *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion - Editions Quae*
692. **Wallace,J.M.,Milne,J.S.,Redmer,D.A.,Aitken, R.P.2006.** Effect of diet composition on pregnancy outcome in overnourished rapidly growing adolescent sheep. *British Journal Nutrition*. 96, 1060–1068
693. **Waller,S.L.,R.E.Hudgens,M.A.Diekman,G.E.Moss.1988.**Effect of Melatonin on Induction of Estrous Cycles in Anestrous Ewes, *Journal Animal Science*. 66:459-463.
694. **Wathes,D.C.,Taylor,V.J.,Cheng,Z., Mann,G.E. 2003.**Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. *Reproduction Suppl*, 61: 219–237
695. **Weisbjerg,M.R.,Børsting,C. F.,Hvelplund, T.1992.** The Influence of Tallow on Rumen Metabolism, Microbial Biomass Synthesis and Fatty Acid Composition of Bacteria and Protozoa. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*,42(3),138–147. doi:10.1080/09064709209410121
696. **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.
697. **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.

698. **Wildevs,S.2000.**Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. J. Anim. Sci., 77: 1-14.
699. **Wolter,R.1992.** Alimentation de la vache laitière. Edit. France Agricole. 223p
700. **Wright,T.C., Moscardini,S., Luimes,P.H., Susmel,P., McBride, B.W.1998.**Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on milk protein production in dairy cows J. Dairy Sci., 81 (1998), pp. 784-793
701. **Wu,G.,Bazer,F.,Wallace,J.,Spencer,T.2006.**Board-invitedreview:intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. J Anim Sci, 84, 2316-2337.
702. **Wurlina,W., Hariadi,M. U., Safitri, E., Susilowati, S.,Meles, D. K.2020.** The effect of crude guava leaf tannins on motility, viability, and intact plasma membrane of stored spermatozoa of Etawa crossbred goats. Vet. World 13,530–537. doi: 10.14202/vetworld.2020.530-537
703. **Yagoubi,Y., Atti,N.2020.** Effects of the fat-tailed ewes' body condition scores at lambing on their metabolic profile and offspring growth. Arch. Anim. Breed., 63, 183–191, 2020. <https://doi.org/10.5194/aab-63-183-2020>
704. **Yakhlef,H.,Taherti,M.1999.**Diversité des pratiques d'alimentation des ovins et adaptation des éleveurs aux contraintes. Le cas de la région semi-aride de Chlef (Algérie). Annales de l'Institut National Agronomique, Vol 20 (1et 2): 83-92.
705. **Yokus,B.,Cakir, D. U., Kanay, Z., Gulen, 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. . <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00831.x>
706. **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.
707. **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.
708. **Zarazaga,L.A.,Gatica,M.C.,Celi, I., Guzmán,J.L.2012.** Reproductive performance is improved during seasonal anoestrus when female and male Murciano-Granadina goats receive melatonin implants and in Payoya goats when females are thus treated. Reprod. Domest. Anim. 47, 436–442. Theriogenology, 72, 910-918
709. **Zarkawi,M.2001.** Oestrous synchronisation and twinning rate of Syrian Awassi ewes treated with progestagen and PMSG during the breeding season New Zealand Journal of Agricultural Research, 44: 159-163. <https://doi.org/10.1080/00288233.2001.9513472>
710. **Zervas,G.,Zarkadas,L.,Koutsotolis,K.,Goulas,C.,Mantzios,A.1999.** The effect of altering the hay to concentrate ratio and concentrate composition on the rumen fermentation of dry sheep and milk production of lactating dairy ewes. Anim. Sci. 69 : 637-645.
711. **Zhou,J.,Chen,L.,Li,J.,Li,H.,Hong,Z.,Xie,M.2015.**The semen pH affectssperm motility and capacitation. PLoS One 10:e0132974. doi: 10.1371/journal.pone.0132974
712. **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. <http://www.lrrd.org/lrrd27/7/zida27126.html>
713. **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. <http://www.lrrd.org/lrrd29/12/azdi29239.html>
714. **Zidane,A.,Taherti,M.,Gadouche,L.,Metlef,S.,Ababou,A.2021.**Variations saisonnières des performances de reproduction des brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 74(4) :193-198. DOI: 10.19182/remvt.36801.
715. **Zineddine,E.2018.** Influence du niveau de la complémentation énergétique sur les performances de croissance et sur l'activité sexuelle chez les agneaux derace Ouled Djellal depuis le sevrage jusqu'à la puberté.Thèse Doctorat en sciences . Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes. p 239

716. **Zurek,E.,Foxcroft,GR.,Kennely,J.J.1995.** Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows.J. Dairy Sci., 1995, 78, 1909-1920.

# Annexes



	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	4	4.5	8.1	11.8	16	21.1	25	24.1	19.3	14.9	8.5	5
Température minimale moyenne (°C)	-0.3	-0.3	2.5	5.4	9.1	13.6	17.2	16.8	13.4	9.6	4	0.9
Température maximale (°C)	9.2	10	14.2	18.3	22.7	28	32.1	31.1	25.8	20.9	13.8	10.1
Précipitations (mm)	44	34	53	56	65	31	18	30	49	41	37	38
Humidité(%)	69%	66%	59%	54%	51%	42%	34%	37%	51%	56%	66%	71%
Jours de pluie (j/ée)	6	6	7	7	7	5	4	6	7	6	5	5
Heures de soleil (h)	6.2	7.0	8.4	9.7	11.1	12.5	12.8	11.9	10.2	8.5	6.8	6.0

**Annexe 1 :** Tableau climatique de la wilaya de Batna  
(Köppen-Geiger, le climat est de type Cfa)

Etablissement		E54	VETAM						
Formule		0220.00	Brebis dr LAGHROUR						
N° Optim		98 031	Prix	3 393.96 DZD					
Commentaire									
Table		Table 1	Date de création	07/12/2005 10:46:00					
Espèce		ovin	Dernière mise à jour	07/12/2005 11:16:00					
Code Gestion									
Composition									
Code	Matière première	Support	Poids	%	% init.	Dispo	Prix unit.	Coût/MP	%Prix
A00100	MAIS 8.2 (hu 14)		372.000	37.20	35.86	x	3 000.00	1 116.00	32.88
A01001	SON FIN ble		420.000	42.00	42.19	x	2 600.00	1 092.00	32.17
A10003	SOJA 48%		180.000	18.00	18.47	x	6 000.00	1 080.00	31.82
A40001	CARBONATE DE Ca - PS800		16.000	1.60	1.50	x	160.00	2.56	0.08
A43005	SEL - PS822		2.000	0.20	0.20	x	1 700.00	3.40	0.10
SR410	SR 410 - OVIN-BOVIN VETAM		10.000	1.00	1.00	x	10 000.00	100.00	2.95

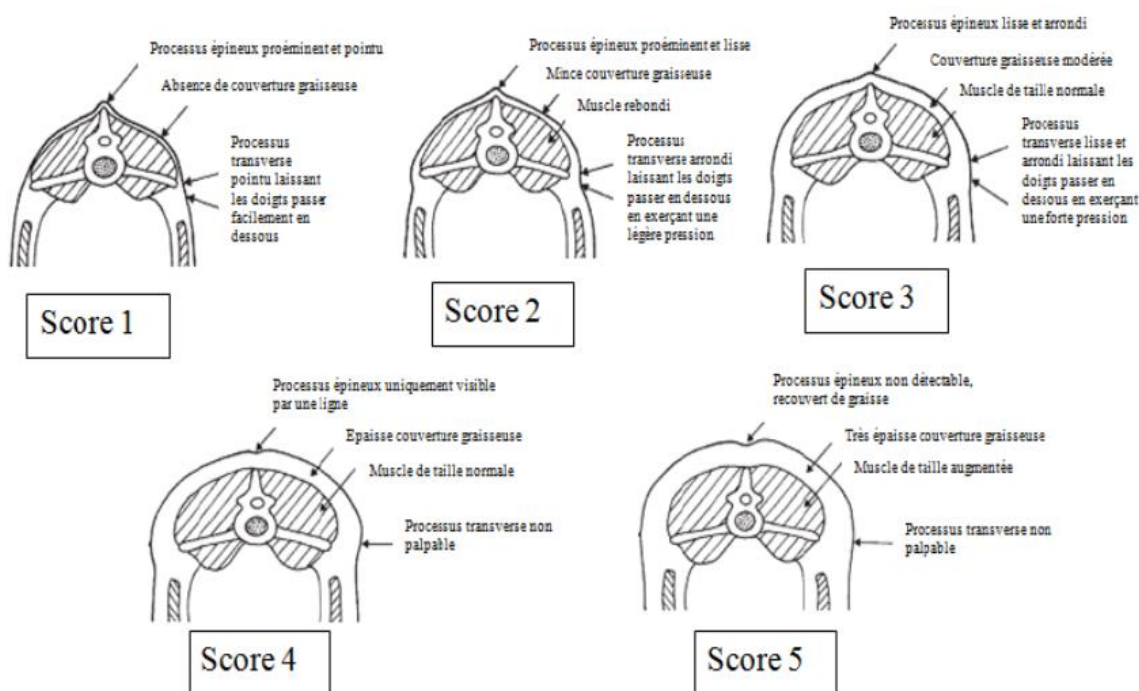
**Annexe 2 :** Formule du concentré expérimentale

<b>Caractérisation de la population d'établissement du model</b>	Nombre, moyenne et écart-type. Minimum ente 60 et 100 échantillons avec une bonne variabilité pour une calibration robuste.	
<b>Caractérisation du model de calibration</b>	- SEC (écart-type résiduel de calibration) - R <sup>2</sup> (coefficient de déterminaion)	- Indices de la précision des calibrations et de l'ajustement des données.
<b>La validation du model</b>	- SECV (écart-type résiduel de la validation croisée) mesure la précision sur la population de départ. - SEP (écart-type résiduel de la prédiction) mesure la précision sur des échantillons totalement nouveaux. - RPD (ratio performance /déviation) rapport entre variabilité de la population et la précision de lalibration (SECV et SEP).	- Ces deux critères mesures la précision avec laquelle le model de calibration pourra prédire de nouveaux échantillons.  - Indication de l'information apporté par le model. Model interessant avec un RPD =3-4 et très bon au dela de 6.

**Annexe 3 :** Criteres statistique utilises pour l'analyse SPIR (CIRD,2007)

<b>Rapport Analyses NIR</b>			
Date et heure de mesure	20/10/2020 11:41:10 (GMT+1)		
Groupe	Mat. Premiè		
Produit	Blé		
Client	OUAREST		
Lot n°	20102020		
<b>Quant</b>			
Composante	Prédiction	LWL	UWL
Humidité	11.6 %	9	17
Protéine	10.3 %	5	14
M.grasse	1.8 %	1	5
Fibre	5.9 %	2	6
M.minérale	1.3 %	-	-
Amidon	62.0 %	45	68

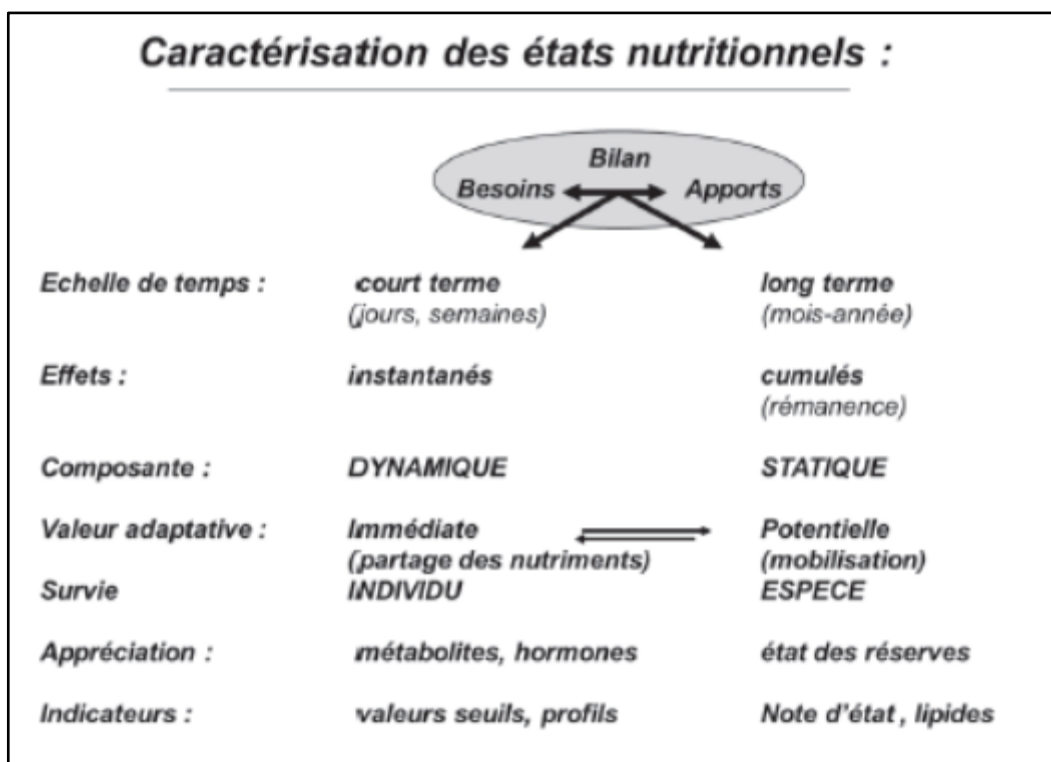
**Annexe 4:** Rapport analyse SPIR du concenré témoin (VIETAM)



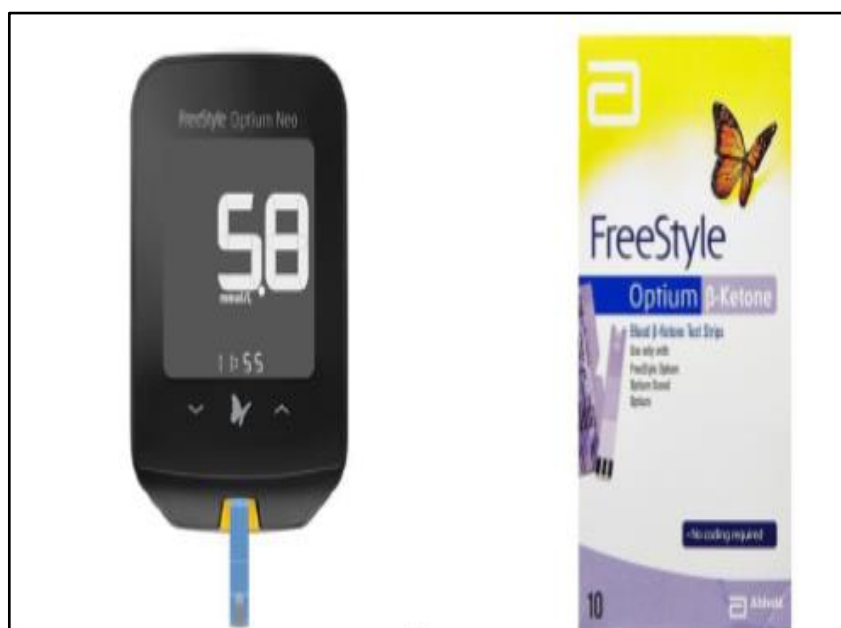
**Annexe 5 :** Grille d'évaluation de la note corporelle chez la brebis d'après Thompson, Meyer (1994 )

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

**Annexe 6:** Note d'état corporel recommandées à différentes phases du cycle de production de la brebis ( Bocquier et al., 1988)



**Annexe 7 :** Représentation schématique des effets de la nutrition sur la reproduction des ruminants domestiques (Bocquier, Doc .cours)



**Annexe 8 :** kétomètre et bandelettes (*Free Style Optium*, Abbott)



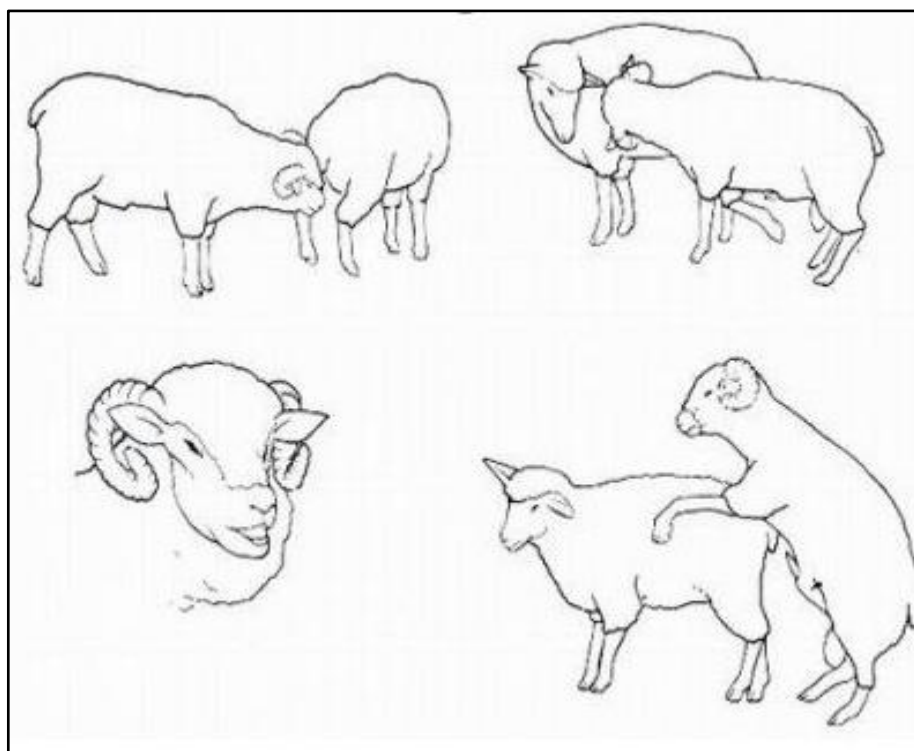
**Annexe 9:** Site expérimental et effectif choisi (Timgad, 2018)



**Annexe 10 : Prélèvement sanguin**



**Annexe 11 : Mise en place de l'éponge vaginale**



**Annexe 12 :** Comportement sexuel chez les ovins (Brice et Jardon, 1985)







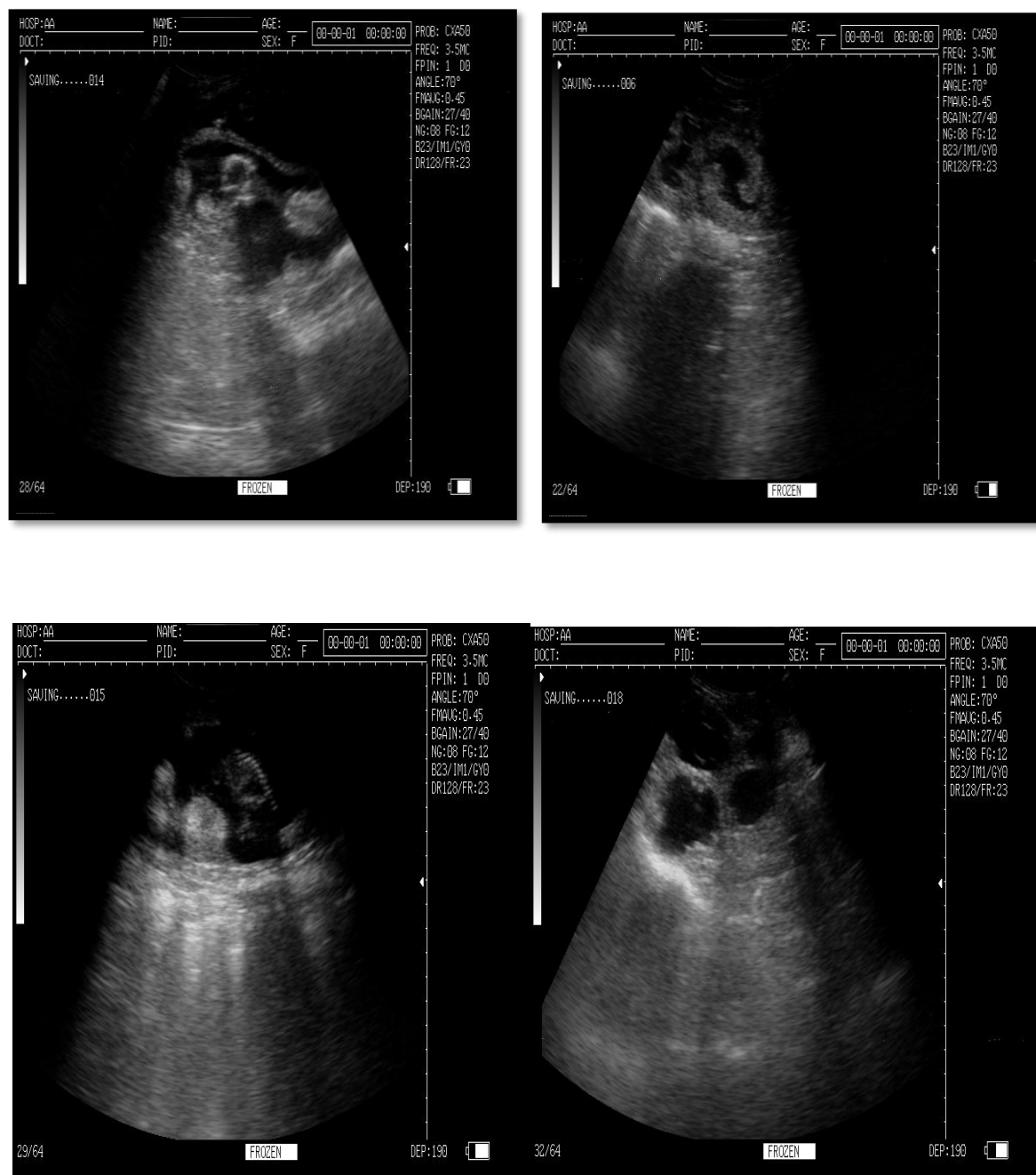




**Annexe 13 :** Comportement sexuel chez le bélier et la brebis Ouled Djellal (Laghrou w.,2018)

Lot	Espece	Œuf par gramme de feces (OPG)	Pronostic
C1/C2	Marshallagia	Négatif	Brebis problemement traitées avec un anti-parasitaire
	Nematodirus	Négatif	
	Strongyles digestifs	Négatif	
C3	Marshallagia	448	Infestation moyenne
	Nematodirus	140	
	Strongyles digestifs	49	
C4	Marshallagia	14	Infestation Faible
	Nematodirus	07	
	Strongyles digestifs	00	

**Annexe 14 :** Résultats de la coproscopie (laboratoire parasitologie institut vétérinaire université Batna 1)



**Annexe 15.** Images échographiques des brebis gestantes simple et double

# **EFFET DU FLUSHING SUR LA REUSSITE DE LA MAITRISE DU CYCLE CHEZ LA BREBIS OULED DJELLAL**

## **LAGHROUR Wafa**

### **Résumé**

Le principal objectif du travail est d'étudier l'impact du flushing sur les paramètres de reproduction des brebis à travers l'analyse des paramètres sanguins biochimiques et hormonal, l'appréciation de l'état d'embonpoint aux différents stades de prélèvement. Pour cela, nous avons réalisé le travail, dans la région de Timgad (w. de Batna) avec un effectif de 140 brebis Ouled Djellal, cliniquement saines âgées de 1,5 à 4 ans, que nous avons réparti sur deux études au cours de deux campagnes de reproduction 2018 & 2019. Les brebis sélectionnées ont été classées en 3 groupes selon leur état corporel : Groupe 1 : G1 ( $NEC \leq 2,5$ ) Groupe 2 : G2 ( $NEC = 2,5$ ) et groupe 3 : ( $NEC \geq 2,5$ ). Les éléments étudiés ont concerné les profils biochimique et hormonal, l'évolution de la NEC, les paramètres de reproduction (la fertilité, la prolificité, la fécondité, la mortalité, l'évolution pondérale et le gain moyen quotidien des agneaux) en relation avec les niveaux nutritionnels et la qualité du flushing.

Dans la première étude, 80 brebis ont été réparties en quatre groupes (20 dans chaque) selon la quantité du concentré fermier distribué en ordre décroissant (**C1, C2, C3, C4**). Trois prises de sang à différentes périodes ont été réalisées pour déterminer les taux sériques de progestérone (**P4**), d'urée (**URE**), de protéines totales (**PT**), d'albumine (**ALB**), de triglycérides (**TR**), de cholestérol (**CH**) et de bêta-hydroxy-butyrate (**BHB**). Le diagnostic de gestation a été confirmé par échographie. Les métabolites sanguins (sauf les **TR**,  $p > 0,05$ ) ont été affectés à la faveur de l'augmentation du taux du concentré. Quant à la progestéronémie, seulement au 3<sup>ème</sup> prélèvement qu'elle a été plus élevée pour le C1 enregistrant une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) par rapport aux autres lots. La fertilité, la prolificité et la fécondité étaient meilleures dans le groupe C 1 que dans les autres groupes. Les résultats de cette étude suggèrent que l'augmentation du taux de concentré au moment exerce un effet positif sur les performances de reproduction et les métabolites sanguins chez la brebis, malgré un gaspillage en nutriments.

Dans la deuxième étude, 60 brebis ont été réparties en deux groupes constitués d'un concentré fermier (**LT**) (30 brebis) et d'un concentré expérimental riche en protéines (**LE**) (30 brebis). Deux prélèvements sanguins ont été réalisés pour l'analyse des métabolites, l'un avant et l'autre en fin de flushing. L'enregistrement des données a porté sur le taux de gestation et les taux sériques de **P4**, d'**URE**, de **PT**, d'**ALB**, de globulines (**GL**), de **TR**, de (**CH**) et de glucose (**Glu**). Les métabolites sanguins (sauf la cholestérolémie e la protéinémie  $p > 0,05$ ) ont été affectés par le moment du prélèvement tandis que le régime alimentaire a affecté les paramètres du métabolisme protéique (urée, protéines totales et albumine). La fertilité, la prolificité, la fécondité, les poids à la naissance et les **GMQ** étaient plus élevés dans le groupe supplémenté (**LE**) que dans le groupe témoin (**LT**).

Les résultats de cette étude suggèrent que l'augmentation du niveau de protéines dans le concentré (équilibré en **PDIN/PDIE**) a exercé un effet positif sur les performances de reproduction ; et que les agneaux issus des brebis du lot expérimental ont présenté des poids vifs significativement supérieurs à ceux des agneaux du groupe témoin (**LT**) ( $p < 0,0001$ ).

**Mots Clés :** Flushing, brebis Ouled Djellal, paramètres biochimiques, hormonaux, et de reproduction.

# EFFECT OF FLUSHING ON THE SUCCESS OF CYCLE CONTROL IN OULED DJELLAL EWES

## LAGHROUR Wafa

### Abstract

The main objective of the work was to evaluate the impact of flushing on the reproductive parameters of ewes through the analysis of biochemical and hormonal blood parameters, the assessment of the state of overweight at the different stages of sampling. The study was conducted in the northeast of Algeria, in the region of Timgad (Batna), a total of 140 ewes Ouled Djellal clinically healthy aged of 1.5 to 4 years including 80 ewes in the preliminary and 60 in the main study, both were treated with progestagen and PMSG, exhibited estrus (April and May,) during two breeding campaigns 2018 & 2019. The selected ewes were classified into 3 groups according to their body condition: Group 1: G1 ( $NEC \leq 2.5$ ) Group 2: G2 ( $NEC = 2.5$ ) and group 3: ( $NEC \geq 2.5$ ). The elements studied concerned the biochemical and hormonal profiles, the evolution of the NEC, the reproduction parameters (fertility, prolificacy, fecundity, mortality, weight evolution and the average daily gain of the lambs) in relation to nutritional levels and quality of flushing.

In the Preliminary study, 80 ewes were divided into four groups (20 in each) according to the quantity of farm concentrate distributed in descending order (C1, C2, C3, C4). Three blood samples at different times were taken to determine serum levels of progesterone (P4), urea (URE), total protein (PT), albumin (ALB), triglycerides (TR), cholesterol (CH) and beta-hydroxy-butyrate (BHB). The diagnosis of pregnancy was confirmed by ultrasound. Blood metabolites (except TR,  $p > 0.05$ ) were affected by increasing the concentrate level. As for progesteronemia, only at the 3rd sample was it higher for C1, recording a significant difference ( $p \leq 0.05$ ) compared to the other groups. Fertility, prolificacy and fecundity were better in the C1 group than in the other groups. The results of this study suggest that increasing the rate of concentrate at time has a positive effect on reproductive performance and blood metabolites in ewes, despite wasting nutrients.

In the main study, 60 ewes were divided into two groups consisting of a farm concentrate (LT) (30 ewes) and an experimental concentrate rich in protein (LE) (30 ewes). Two blood samples were taken for the analysis of metabolites, one before and the other at the end of flushing. Data recording focused on pregnancy rate and serum levels of P4, URE, PT, ALB, globulins (GL), TR, (CH) and glucose (Glu). Blood metabolites (except cholesterolemia and proteinemia  $p > 0.05$ ) were affected by the time of sampling while diet affected protein metabolism parameters (urea, total protein and albumin). Fertility, prolificacy, fecundity, birth weights and average weight gains were higher in the supplemented group (LE) than in the control group (LT).

The results of this study suggest that increasing the protein level in the concentrate (PDIN/PDIE balanced) exerted a positive effect on reproductive performance; and that the lambs derived from the ewes of the experimental batch showed significantly higher live weights than those of the lambs of the control group (LT) ( $p < 0.0001$ ).

**Keywords:** Flushing, Ouled Djellal ewe, biochemical, hormonal, and reproductive parameters.

## تأثير التسمين على النجاح في التحكم في الدورة عند نعاج أولاد جلال

لغزور وفاء

### ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل، هو دراسة تأثير التغذية على المعلمات الإنجابية من خلال تحليل مكونات الدم البيوكيميائية والهرمونية، وتقييم حالة زيادة الوزن للأغنام في مراحل مختلفة من أخذ العينات. هدف آخر؛ هو اقتراح تغذية متوازنة لنعاج أولاد جلال في الفترة التحضيرية للتزاوج بعد الخضوع لعلاج البروجستاجن

أجريت هذه الدراسة على 140 نعجة أولاد جلال تربت في مزارع خاصة تقع في بلدة تيمقاد شرق ولاية باتنة (شرق الجزائر) خلال حملتي تكاثر (2018-2019) و(2019-2020) وخضعت لعلاج هرمون البروجيستياجن للإثارة الشبق تمت التربة على مرحلتين تمهيدية (80 نعجة) وأساسية (60 نعجة). أخذت عينات دموية من النعاج السليمة سريريا، الذين تتراوح أعمارهم بين 1 إلى 4 سنوات ذات متوسط الوزن kg54-42 وفي مراحل فسيولوجية مختلفة (فترة قبل التزاوج فترة التزاوج فترة المبكرة الحمل) في الوقت نفسه، تم تعيين متوسط الوزن الحي لكل نعجة (NEC). وقد صنفت هذه النعجات في 3 مجموعات على أساس أوزانها: العجاف ( $NEC \leq 2.5$ )؛ المتوسطة (2.5) والسمنة ( $NEC \geq 3$ ). كما أجريت متابعة على أوزان النعاج خلال فترات أخذ العينات الثلاث، وعلى الحملان حديثي الولادة.

الدراسة التمهيديّة أجريت على 80 نعجة قسمت حسب نظامها الغذائي الى 4 مجموعات (C1, C2, C3, C4) تم أخذ ثلاث عينات دم في أوقات مختلفة لتحديد مستويات مصّل البروجسترون (P4) واليوريا (URE) والبروتين الكلي (PT) والألبومين (ALB) والدهون الثلاثية (TR) والكوليسترول (CH) وبيتا هيدروكسي بيثيرات (BHB). تم تأكيد تشخيص الحمل عن طريق الموجات فوق الصوتية. تأثرت عناصر الدم (باستثناء TR،  $p > 0.05$ ) لصالح الزيادة في مستوى العلف. أما بالنسبة لهرمون البروجسترون في الدم كانت أعلى، فقط في العينة الثالثة بالنسبة لـ C1، مسجلة فرقا احصائيا ( $p \leq 0.05$ ) مقارنة بالمجموعات الأخرى. كانت الخصوبة والتكاثر والخصوبة أفضل في المجموعة C1 عنها في المجموعات الأخرى. أثبتت نتائج هذه الدراسة أن زيادة نسبة العلف في ذلك الوقت له تأثير إيجابي على الأداء التناسلي ومستقلبات الدم في النعاج، على الرغم من هدر العلف.

الدراسة الأساسية تم تقسيم 60 نعجة إلى مجموعتين حسب العلف الموزع تتكونان من علف شاهد (LT) (30 نعجة) وعلف تجريبي غني بالبروتين (30 نعجة). تم أخذ عينتين من الدم لتحليل المستقلبات، واحدة قبل التسمين والأخرى في نهاية التسمين. ركز تسجيل البيانات على معدل الحمل ومستويات مصّل البروجسترون (P4) واليوريا (URE) والبروتين الكلي (PT) والألبومين (ALB) والدهون الثلاثية (TR) والكوليسترول (CH) والجلوكوز (Glu). تأثرت مستقلبات الدم باستثناء الكوليسترول وبروتين الدم ( $p > 0.05$ ) بوقت أخذ العينات، بينما أثر النظام الغذائي على معاملات التمثيل الغذائي للبروتين (اليوريا، البروتين الكلي والألبومين). كانت معاملات التكاثر والخصوبة وأوزان المواليد ومتوسط وزن الخرفان أعلى في المجموعة (LE) التجريبية من المجموعة الشاهدة (LT) تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن زيادة مستوى البروتين في الغذاء (PDIN / PDIE) متوازن كان له تأثير إيجابي على الأداء التناسلي. وأن الحملان المولودة من نعجة الدفعة التجريبية أظهرت أوزان حية أعلى بكثير من تلك الخاصة بالحملات للمجموعة الشاهدة (LT)  $p > 0.0001$

الكلمات المفتاحية: التسمين، أولاد جلال، الأغنام، البيوكيميائية، الهرمونية والتناسلية

## EFFET DU FLUSHING SUR LA REUSSITE DE LA MAITRISE DU CYCLE CHEZ LA BREBIS OULED DJELLAL

LAGHROUR Wafa

### Résumé

Le principal objectif du travail est d'étudier l'impact du flushing sur les paramètres de reproduction des brebis à travers l'analyse des paramètres sanguins biochimiques et hormonal, l'appréciation de l'état d'embonpoint aux différents stades de prélèvement. Pour cela, nous avons réalisé le travail, dans la région de Timgad (w. de Batna) avec un effectif de 140 brebis Ouled Djellal, cliniquement saines âgées de 1,5 à 4 ans, que nous avons réparti sur deux études au cours de deux campagnes de reproduction 2018 & 2019. Les brebis sélectionnées ont été classées en 3 groupes selon leur état corporel : Groupe 1 : G1 ( $NEC \leq 2,5$ ) Groupe 2 : G2 ( $NEC = 2,5$ ) et groupe 3 : ( $NEC \geq 2,5$ ). Les éléments étudiés ont concerné les profils biochimique et hormonal, l'évolution de la NEC, les paramètres de reproduction (la fertilité, la prolificité, la fécondité, la mortalité, l'évolution pondérale et le gain moyen quotidien des agneaux) en relation avec les niveaux nutritionnels et la qualité du flushing.

Dans la première étude, 80 brebis ont été réparties en quatre groupes (20 dans chaque) selon la quantité du concentré fermier distribué en ordre décroissant (C1, C2, C3, C4). Trois prises de sang à différentes périodes ont été réalisées pour déterminer les taux sériques de progestérone (P4), d'urée (URE), de protéines totales (PT), d'albumine (ALB), de triglycérides (TR), de cholestérol (CH) et de bêta-hydroxy-butyrate (BHB). Le diagnostic de gestation a été confirmé par échographie. Les métabolites sanguins (sauf les TR,  $p > 0,05$ ) ont été affectés à la faveur de l'augmentation du taux du concentré. Quant à la progestéronémie, seulement au 3<sup>ème</sup> prélèvement qu'elle a été plus élevée pour le C1 enregistrant une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) par rapport aux autres lots. La fertilité, la prolificité et la fécondité étaient meilleures dans le groupe C1 que dans les autres groupes. Les résultats de cette étude suggèrent que l'augmentation du taux de concentré au moment exerce un effet positif sur les performances de reproduction et les métabolites sanguins chez la brebis, malgré un gaspillage en nutriments.

Dans la deuxième étude, 60 brebis ont été réparties en deux groupes constitués d'un concentré fermier (LT)(30brebis) et d'un concentré expérimental riche en protéines (LE) (30 brebis). Deux prélèvements sanguins ont été réalisés pour l'analyse des métabolites, l'un avant et l'autre en fin de flushing. L'enregistrement des données a porté sur le taux de gestation et les taux sériques de P4, d'URE, de PT, d'ALB, de globulines (GL), de TR, de CH et de glucose (Glu). Les métabolites sanguins (sauf la cholestérolémie et la protéinémie  $p > 0,05$ ) ont été affectés par le moment du prélèvement tandis que le régime alimentaire a affecté les paramètres du métabolisme protéique (urée, protéines totales et albumine). La fertilité, la prolificité, la fécondité, les poids à la naissance et les GMQ étaient plus élevés dans le groupe supplémenté (LE) que dans le groupe témoin (LT).

Les résultats de cette étude suggèrent que l'augmentation du niveau de protéines dans le concentré (équilibré en PDIN/PDIE) a exercé un effet positif sur les performances de reproduction ; et que les agneaux issus des brebis du lot expérimental ont présenté des poids vifs significativement supérieurs à ceux des agneaux du groupe témoin (LT) ( $p < 0,0001$ ).

**Mots Clés :** Flushing, brebis Ouled Djellal, paramètres biochimiques, hormonaux, et de reproduction.

## EFFECT OF FLUSHING ON THE SUCCESS OF CYCLE CONTROL IN OULED DJELLAL EWES

LAGHROUR Wafa

### Abstract

The main objective of the work was to evaluate the impact of flushing on the reproductive parameters of ewes through the analysis of biochemical and hormonal blood parameters, the assessment of the state of overweight at the different stages of sampling. The study was conducted in the northeast of Algeria, in the region of Timgad (Batna), a total of 140 ewes Ouled Djellal clinically healthy aged of 1.5 to 4 years including 80ewe in the preliminary and 60 in the main study, both were treated with progesteragen and PMSG, exhibited estrus (April and May,) during two breeding campaigns 2018 & 2019. The selected ewes were classified into 3 groups according to their body condition: Group 1: G1 ( $NEC \leq 2.5$ ) Group 2: G2 ( $NEC = 2.5$ ) and group 3: ( $NEC \geq 2.5$ ). The elements studied concerned the biochemical and hormonal profiles, the evolution of the NEC, the reproduction parameters (fertility, prolificacy, fecundity, mortality, weight evolution and the average daily gain of the lambs) in relation to nutritional levels and quality of flushing. In the Preliminary study, 80 ewes were divided into four groups (20 in each) according to the quantity of farm concentrate distributed in descending order (C1, C2, C3, C4). Three blood samples at different times were taken to determine serum levels of progesterone (P4), urea (URE), total protein (PT), albumin (ALB), triglycerides (TR), cholesterol (CH) and beta-hydroxy-butyrate (BHB). The diagnosis of pregnancy was confirmed by ultrasound. Blood metabolites (except TR,  $p > 0.05$ ) were affected by increasing the concentrate level. As for progesteronemia, only at the 3rd sample was it higher for C1, recording a significant difference ( $p \leq 0.05$ ) compared to the other groups. Fertility, prolificacy and fecundity were better in the C1 group than in the other groups. The results of this study suggest that increasing the rate of concentrate at time has a positive effect on reproductive performance and blood metabolites in ewes, despite wasting nutrients.

In the main study, 60 ewes were divided into two groups consisting of a farm concentrate (LT) (30 ewes) and an experimental concentrate rich in protein (LE) (30 ewes). Two blood samples were taken for the analysis of metabolites, one before and the other at the end of flushing. Data recording focused on pregnancy rate and serum levels of P4, UREA, PT, ALB, globulins (GL), TR, (CH) and glucose (Glu). Blood metabolites (except cholesterolemia and proteinemia  $p > 0.05$ ) were affected by the time of sampling while diet affected protein metabolism parameters (urea, total protein and albumin). Fertility, prolificacy, fecundity, birth weights and average weight gains were higher in the supplemented group (LE) than in the control group (LT).

The results of this study suggest that increasing the protein level in the concentrate (PDIN/PDIE balanced) exerted a positive effect on reproductive performance; and that the lambs derived from the ewes of the experimental batch showed significantly higher live weights than those of the lambs of the control group (LT) ( $p < 0.0001$ ).

**Keywords:** Flushing, Ouled Djellal ewe, biochemical, hormonal, and reproductive parameters.

## تأثير التسمين على النجاح في التحكم في دورة التناسل عند نعاى اولاد جلال

لغور وفاء

### ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل، هو دراسة تأثير التغذية على المعلمات الإنجابية من خلال تحليل مكونات الدم البيوكيميائية والهرمونية، وتقييم حالة زيادة الوزن للأغنام في مراحل مختلفة من أخذ العينات. هدف آخر؛ هو اقتراح تغذية متوازنة لنعاى اولاد جلال في الفترة التحضيرية للتراى بعد الخضوع لعلاج البروجستاجن. أجريت هذه الدراسة على 140 نعجة اولاد جلال تربت في مزارع خاصة تقع في بلدة تيمغاد شرق ولاية باتنة (شرق الجزائر) خلال حملتي تكاثر (2018-2019) و(2019-2020) وخضعت لعلاج هرمون البروجيستاجن للإثارة الشيق تمت التجربة على مرحلتين تمهيدية (80 نعجة) وأساسية (60 نعجة). أخذت عينات دموية من النعاى السليمة سريريا، الذين تتراوح أعمارهم بين 1 إلى 4 سنوات ذات متوسط الوزن 42-54kg وفي مراحل فسيولوجية مختلفة (فترة قبل التزاى فترة التزاى فترة المبكرة الحمل) في الوقت نفسه، تم تعيين متوسط الوزن الحي لكل نعجة (NEC). وقد صنفت هذه النعاى في 3 مجموعات على أساس أوزانها: العجاف ( $NEC \leq 2.5$ ); المتوسطة (2.5) والسمنة ( $NEC \geq 3$ ). كما أجريت متابعة على أوزان النعاى خلال فترات أخذ العينات الثلاث، وعلى الحملان حديثي الولادة.

الدراسة التمهيدية أجريت على 80 نعجة قسمت حسب نظامها الغذائي الى 4 مجموعات (C1, C2, C3, C4) تم أخذ ثلاث عينات دم في أوقات مختلفة لتحديد مستويات مصلى البروجسترون (P4) واليوربا (URE) والبروتين الكلي (PT) والألبومين (ALB) والدهون الثلاثية (TR) والكوليسترول (CH) وبيتا هيدروكسي بيترات (BHB). تم تأكيد تشخيص الحمل عن طريق الموجات فوق الصوتية. تأثرت عناصر الدم باستثناء (URE,  $p > 0.05$ ) لصالح الزيادة في مستوى العلف. أما بالنسبة لهرمون البروجسترون في الدم كانت أعلى، فقط في العينة الثالثة بالنسبة لـ C1، مسجلة فرقا احصائيا ( $p < 0.05$ ) مقارنة بالمجموعات الأخرى. كانت الخصوبة والتكاثر والخصوبة أفضل في المجموعة C1 عنها في المجموعات الأخرى. أثبتت نتائج هذه الدراسة أن زيادة نسبة العلف في ذلك الوقت له تأثير إيجابي على الأداء التناسلي ومستقبلات الدم في النعاى، على الرغم من هدر العلف.

الدراسة الأساسية تم تقسيم 60 نعجة إلى مجموعتين حسب العلف الموزع تتكونان من علف شاهد (LT) (30 نعجة) وعلف تجريبي غني بالبروتين (30 نعجة). تم أخذ عينتين من الدم لتحليل المستقبلات، واحدة قبل التسمين والأخرى في نهاية التسمين. ركز تسجيل البيانات على معدل الحمل ومستويات مصلى البروجسترون (P4) واليوربا (URE) والبروتين الكلي (PT) والألبومين (ALB) والدهون الثلاثية (TR) والكوليسترول (CH) والجلوكوز (Glu). تأثرت مستقبلات الدم باستثناء الكوليسترول وبروتين الدم ( $p > 0.05$ ) بوقت أخذ العينات، بينما أثر النظام الغذائي على معاملات التمثيل الغذائي للبروتين (اليوربا، البروتين الكلي والألبومين). كانت معاملات التكاثر والخصوبة وأوزان المواليد و متوسط وزن الخرفان أعلى في المجموعة (LE) التجريبية من المجموعة الشاهدة (LT) بتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن زيادة مستوى البروتين في الغذاء (PDIN / PDIE) متوازن كان له تأثير إيجابي على الأداء التناسلي. وأن الحملان المولودة من نعجة الدفعة التجريبية أظهرت أوزان حية أعلى بكثير من تلك الخاصة بالحملان للشاهدة (LT)  $p > 0.0001$ .

الكلمات المفتاحية: التسمين، أولاد جلال، الأغنام، البيوكيميائية، الهرمونية والتناسلية